

**TOPRAK ALTI DAMLA SULAMA YÖNTEMİYLE
SULANAN SERİN VE SICAK İKLİM ÇİMLERİNDE
SULAMA ZAMANI PLANLAMASI**

Havva AYANOĞLU

Yüksek Lisans Tezi

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. A. Halim ORTA

2019

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TOPRAK ALTI DAMLA SULAMA YÖNTEMİ İLE SULANAN SERİN
VE SICAK İKLİM ÇİMLERİNDE SULAMA ZAMANI PLANLAMASI**

Havva AYANOĞLU

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. A. HALİM ORTA

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. A. Halim ORTA danışmanlığında, Havva AYANOĞLU tarafından hazırlanan “TOPRAK ALTI DAMLA SULAMA YÖNTEMİYLE 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.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Süleyman KODAL

İmza:

Üye : Prof. Dr. A. Halim ORTA (Danışman)

İmza :

Üye : Prof. Dr. Yeşim AHİ

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TOPRAK ALTI DAMLA SULAMA YÖNTEMİYLE SULANAN SERİN VE SICAK İKLİM ÇİMLERİNDE SULAMA ZAMANI PLANLAMASI

Havva AYANOĞLU

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. A. Halim ORTA

Bu çalışma, Tekirdağ koşullarında toprak altı damla sulama yöntemiyle sulanan serin ve sıcak iklim çim çeşitlerinde, sulama zamanının planlanması amacıyla, Tekirdağ-İstanbul il sınırında Gümüşyaka köyünde yer alan Silivri belediyesine ait Tarımsal Üretim ve Araştırma Merkezi(TÜRAME) deneme alanında, 2017 yılı yaz döneminde yürütülmüştür. Araştırmada, iki farklı çim çeşidi için üç farklı sulama düzeyi, 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 yaklaşık %30'u, %50'si ve %70'i tüketildiğinde sulamalara başlanması ve eksik nemin tarla kapasitesine düzeyine tamamlanması şeklinde oluşturulmuştur. Serin iklim çim çeşitlerinde karışımında farklı sulama konularında uygulanan sulama suyu miktarları 324,2 mm – 195,7 mm; toplam bitki su tüketimi değerleri 382,7 mm – 260,2 mm; günlük bitki su tüketimleri değerleri ise; 5,38 mm/gün – 3,69 mm/gün arasında, sıcak iklim çiminde ise aynı değerler 298,6 mm – 117,1 mm; 357,9 mm – 180,4 mm; 5,03 mm/gün - 2,53 mm/gün arasında değişmiştir. Sonuç olarak, iki farklı çim çeşidinde de farklı sulama düzeylerinin, gelişim ve kalite unsurları istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. 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. Önerilen konular kıyaslandığında, sıcak iklim çiminin serin iklim çimlerine göre %43 daha az sulama suyu talep ettiği ve %52 daha az su tükettiği belirlenmiştir. Yöre koşulları için, en uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliğinde ise serin iklim ve sıcak iklim çimleri için Blaney-Criddle yöntemi olduğu saptanmış ve bu yöntemlere ilişkin bitki katsayısı eğrileri oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Peyzaj sulaması, çim çeşitleri, sulama yöntemi, bitki su tüketimi

2019, 76 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

IRRIGATION SCHEDULING OF COOL AND WARM SEASON TURFGRASS IRRIGATED WITH SUB-DRIP IRRIGATION METHOD

Havva AYANOGLU

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

Supervisor: Prof.Dr.A.Halim ORTA

The aim of this study is to determine the irrigation scheduling of cool-season and warm turfgrass species under sub-drip irrigation method. Field experiments were conducted in the experimental fields of Silivri municipality in Gümüşyaka village located between boundaries of Tekirdağ and İstanbul cities (41° 03' North, 28° 00' East, Turkey) during the summer 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 approximately 30%, 50% and 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 that significant differences between cool-season and warm-season turfgrass species in 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 324,2 – 195,7 mm; total actual evapotranspiration are 382,7 – 260,2 mm; daily evapotranspiration values are 5,38– 3,69 mm/day; same values for warm-season turfgrass species are between 298,6 – 117,1 mm ; 357,9 – 180,4 mm; 5,03 - 2,53 mm/day, respectively. Finally, when all parameters such as the amount of irrigation water, irrigation and mowing frequency, grass quality parameters are together evaluated it is suggested that irrigation should be applied when 50% and %70 of available soil moisture is consumed for cool season turfgrass and warm season turfgrass species, respectively. The amount of irrigation water applied and actual evapotranspiration are 43% and 52% less in cool-season turfgrass species, respectively. Besides, the most suitable reference evapotranspiration estimation method under the experimental condition is Blaney-Criddle method for cool season turfgrass species and Blaney-Criddle method for warm season turfgrass, and crop coefficient (k_c) curves are prepared for both turfgrass species.

Keywords: Landscape irrigation, turfgrass species, irrigation method, evapotranspiration,

2019, 76 page

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİL DİZİNİ	v
ÇİZELGE DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ	vii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜRLER	ix
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Araştırma alanının yeri	15
3.1.2. İklim özellikleri	16
3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya	18
3.1.4. Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması	18
3.1.5. Sulama sisteminin unsurları.....	19
3.1.6. Toprak nem takibi.....	21
3.1.7. A sınıfı buharlaşma kabı.....	23
3.1.8. Kullanılan çim çeşitlerinin özellikleri	24
3.1.8.1. Festuca arundinacea (Kamışsı Yumak)	24
3.1.8.2. Festuca rubra rubra (Kırmızı Yumak)	24
3.1.8.3. Lolium perenne (İngiliz Çimi).....	25
3.1.8.4. Poa pratensis (Çayır Salkım Otu)	25
3.1.8.5. Cynodon spp (Bermudagrass)	26
3.1.9. Kullanılan bilgisayar paket programları	27
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Arazi çalışmalarında uygulanan yöntemler	28
3.2.1.1. Toprak ve su örneklerinin alınması	28
3.2.1.2. Toprağın su alma hızının belirlenmesi	28
3.2.1.3. Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesi	28
3.2.1.4. Deneme düzeni ve araştırma konuları	29
3.2.1.5. Sulama suyunun uygulanması	31
3.2.1.6. Tarım tekniği	32

3.2.2. Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler	33
3.2.2.1. Topraktaki nem miktarının takibi	33
3.2.2.2. Damla sulama sisteminde damlatıcı ve lateral aralığının saptanması	33
3.2.2.3. Sulama zamanı, uygulanacak sulama suyu miktarı ve sulama süresinin saptanması..	34
3.2.2.4. Bitki su tüketiminin saptanması	35
3.2.2.5. Uygun bitki su tüketim tahmin eşitlikleri ve bitki katsayısı eğrilerinin eldesinde kullanılan yöntemler	36
3.2.2.6. Bitki gelişim ve kalite öğelerinin belirlenmesi.....	41
3.2.2.7. İstatistiksel analizler	41
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	43
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.....	55
4.4.1. Çimlenme ve kaplama süresi	55
4.4.2. Vejetasyon yüksekliği.....	57
4.4.3. Yüzey kaplama	58
4.4.4. Renk.....	60
4.4.5. Kalite	61
4.5. Uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliği ve bitki katsayısı eğrileri	62
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	67
6. KAYNAKLAR.....	69
ÖZGEÇMİŞ	77

ŞEKİL DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Araştırma alanının uydu görüntüleri	15
Şekil 3.2. Deneme alanında kullanılan otomatik meteoroloji istasyonu	16
Şekil 3.3. Bir damla sulama parsel ayrıntısı	19
Şekil 3.4. Sulama sistem unsurları.....	20
Şekil 3.5. Toprak nem ölçüm aracı.....	21
Şekil 3.6. Toprak nem takip aracı hazırlanan kalibrasyon havuzu	22
Şekil 3.7. Toprak nem ölçüm aracı kalibrasyon eğrisi ve eşitliği.....	23
Şekil 3.8. Alandaki A sınıfı buharlaşma kabı.....	24
Şekil 3.9. Sera koşullarında Bermudagrass (<i>Cynodon spp.</i>) fide hazırlığı.....	27
Şekil 3.10. Çift silindirli infiltrometre testi	28
Şekil 3.11. Deneme alanı ve konuları.....	30
Şekil 3.12. Sulama sisteminin uygulaması ve testi.....	31
Şekil 3.13. Kullanılan damlatıcıların basınç – debi grafiği	32
Şekil 3.14. Bitkilerin ekim-dikim işlemleri	33
Şekil 3.15. Gravimetrik yöntem ile toprak nem tayini	34
Şekil 4.1. Toprağın su alma hızı ve eklemeli su alma eğrileri.....	44
Şekil 4.2. C ₁ S _{0.30} konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar ...	47
Şekil 4.3. C ₁ S _{0.50} konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar ...	48
Şekil 4.4. C ₁ S _{0.70} konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar ...	48
Şekil 4.5. C ₂ S _{0.30} konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar ...	49
Şekil 4.6. C ₂ S _{0.50} konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar ...	50
Şekil 4.7. C ₂ S _{0.70} 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 sulama sezonu boyunca değişimleri	54
Şekil 4.10. Deneme konuları arasındaki görsel farklar (20.08.2017).....	56
Şekil 4.11. Blaney-Cridle yönteminin (B-C) serin iklim çim karışım türünde k _c kat sayısı eğrisi.....	65
Şekil 4.12. Blaney-Cridle yönteminin (B-C) sıcak iklim çim karışım türünde k _c kat sayısı eğrisi.....	65

ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin bazı iklim verilerinin ortalamaları	17
Çizelge 3.2. Araştırma alanında deneme süresince ölçülen bazı iklim verileri.....	18
Çizelge 4.1. Deneme alanı topraklarının 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.....	55
Çizelge 4.7. Vejetasyon yüksekliği (cm).....	57
Çizelge 4.8. Vejetasyon yüksekliklerine ait varyans analizi sonuçları.....	58
Çizelge 4.9. Vejetasyon yüksekliklerine ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları	58
Çizelge.4.10.Yüzey kaplama değerlerine ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları....	59
Çizelge.4.11. Yüzey kaplama değerlerine ait varyans analizi sonuçları	59
Çizelge 4.12. Yüzey kaplama değerlerine ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları...	59
Çizelge 4.13. Renk değerleri	60
Çizelge 4.14. Renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	61
Çizelge 4.15.Renk değerlerine ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları	61
Çizelge 4.16: Kalite değerleri.....	62
Çizelge 4.17. Kalite değerlerine ait varyans analizi sonuçlar.....	62
Çizelge 4.19. Ölçülen bitki su tüketimi ve bazı yöntemlerle hesaplanan referens bitki su tüketimi değerleri.....	63
Çizelge 4.20. Ölçülen bitki su tüketimi ile referens bitki su tüketimi arasındaki farkların kareler toplamı ve korelasyon katsayısı.....	64
Çizelge 4.21. Bitki su tüketimi tahmin eşitlikleri için elde edilen kc bitki katsayıları ve en yüksek korelasyon katsayısına sahip bitki katsayısı eşitlikleri.....	66

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, %
γ_t	: Toprağın hacim ağırlığı, g/cm^3
ΔS	: 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 doygun 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_{n_s}	: Kısa dalgalı net radyasyon, mm/gün,
R_{n_l}	: 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,
α	: Yeryüzüne ulaşan radyasyonun atmosfere yansımaya oranı, %,
$f_{(t)}$: Sıcaklık fonksiyonu,
$f_{(ed)}$: Buhar basıncı fonksiyonu,
$f_{(n/N)}$: Güneşlenme oranı fonksiyonu
Ú	: Buhar basıncı eğrisinin eğimi, kPa/°C
γ^*	: Modifiye psikometrik sabite, kPa/°C,
γ	: Psikometrik sabite, kPa/°C,
P	: Atmosfer basıncı, kPa,
R_n	: Bitki yüzeyindeki net radyasyon, MJ/m ² /gün,
R_a	: Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon, MJ/m ² /gün,
R_s	: Yeryüzüne ulaşan kısa dalgalı radyasyon, MJ/m ² /gün,
R_{n_s}	: Kısa dalgalı net radyasyon, MJ/m ² /gün,
R_{n_l}	: Uzun dalgalı net radyasyon, MJ/m ² /gün,
G	: Toprak ısı akışı, MJ/m ² /gün,
λ	: Buharlaşma gizli ısı, 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
q	: Damlatıcı debisi (L/h)
S_d	: Damlatıcı aralığı
S_l	: Lateral aralığı(m)

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca üzerimde sonsuz emeği olan, desteğini her zaman en içten hissettiren kıymetli Prof. Dr. Yeşim Ahi hocama, araştırma konumu belirlemede ve yürütülmesinde desteğini sonsuz hissettiğim, bilgi ve tecrübelerini örnek aldığım değerli danışmanım Prof. Dr. A. Halim Orta hocama, çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Metin Tuna, Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Tevfik Gültaş ve Prof. Dr. Abdullah Kadayıfçı hocama, deneme alanı tahsisi ve yardımları için Silivri Belediye Başkanı Özcan Işıklar'a 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 ve yüksek lisansım boyunca göstermiş oldukları anlayış için çalışmakta olduğum Rain Bird Otomatik Sulama Ürünleri şirketi ve personeline, 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 yardımlarını esirgemeyen Basri Bezirgan, dönem arkadaşım Ziraat Yüksek Mühendisi Süleyman Bezirgan ve ailesine, her sabrım tükendiğinde beni tekrar umutlandıran ve hayatım boyunca bana inanan emektar canım aileme ve sevgili eşim Abdülkadir Ayanoğlu'na teşekkürlerimi borç bilirim.

1.GİRİŞ

Yeşil alanların insan ruh ve beden sağlığı üzerindeki etkisi küçümsenmeyecek düzeyde önemlidir. Yeşil alanların miktarının gün geçtikçe kalabalıklaşan şehirlerde artırılması uzun yıllarca sağlık harcamaların azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir. Bu nedenle yeşil alanlar lüks ya da basit bir alan olarak görülmemelidir (Akpınar ve Cankurt 2015).

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).

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.

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 çim çeşitleridir. Ancak serin iklim çimlerinin kuraklığa olan toleransı sulama aralığını kısaltmaktadır. Kısıtlı sulama suyu kaynaklarının doğru yönetimi ve sulama ihtiyacını karşılayabilmek için serin iklim çimlerinin yerine sıcak iklim çimlerinin tercih edilmesi kaçınılmazdır. Yaz dönemi boyunca daha az su tüketmelerine karşın yeşil renklerini koruyabilmeleri, kısıtlı su kaynağı koşullarında sıcak iklim çimlerinin tercih edilmesini sağlamaktadır (Avcıoğlu 1997).

Damla sulama yöntemi, bitkinin ihtiyacı olan sulama suyunun belirli basınç altında lateral boru hatların üzerinde bulunan damlatıcılar aracılığı ile bitki kök bölgesine verildiği sulama yöntemidir. Aynı zamanda, bitki besin maddeleri istenilen zaman ve miktarda suyla karıştırılarak bitkiye verilebilmektedir. Sulama suyunun sadece bitki kök bölgesine uygulanmasıyla hem sudan tasarruf sağlanabilmekte daha fazla miktar ve kalitede ürün elde edilebilmektedir (Yıldırım 2005).

Rekreasyon alanlarda yaygın olarak kullanılan bitki çim, kullanılan sulama yöntemi ise yağmurlamadır. Toprak altı damla sulama yöntemi de belirli ve kaliteli alanlarda kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda klasik damla sulama yönteminin çim alanlarda kullanımını kısıtlayan faktörleri ortadan kaldıran toprak altı damla sulama yöntemi uygulanmaya başlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Dünyada ve ülkemizde uzun yıllardır çim alanlar ve sulama ihtiyaçları üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların bazıları bu bölümde özetlenmeye çalışılmıştır.

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 örtücü olarak kullanılmaktadır. Çim bitkileri renk ve yapıda tek düzedirler, yumuşak ve uyumludur, biçilmeye ve basılmaya dayanıklı, ayrıca bakımları da kolaydır. Araştırmacı, çim bitkileri arasında bazı yapısal farklılıklar bulunduğunu, bazılarının toprak altı ve toprak üstü sürgünleri ile alanı çok iyi kapladığını ve değerlerinin 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 tanımlanmaktadır. Ayrıca çim bitkileri dokularında azotun; karbon, hidrojen ve oksijenden sonra en çok bulunan element olduğunu bildirmiştir. Bu sebeple 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, m²'ye 20 – 25 g tohum yeterli olmaktadır, karışımlarda iri tohumlu çim bitkilerinin bulunması durumunda ise m²'ye atılacak tohum miktarı 40 g kadar artırılabilir. Ancak m²'ye atılacak tohum miktarı 50 g'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 için su yetersizliğine karşı, çeşitli şekillerde tepki vermektedir. 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* çim türlerinin karışımları ile hazırlanan çim alanlarda, *Lolium perenne*'nin fide gelişiminin yüksek olması nedeniyle ilk yıl çim alanda ön plana çıktığını, sonraki yıllarda *Poa pratensis*'in fide gelişimini arttırdığını belirtmişlerdir.

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

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

Gibeault vd. (1989), Amerika’da sıcak ve serin iklim çeşitlerinde farklı sulama suyu uygulamalarında (bitki su tüketiminin %100’ü, %80’i ve %60’ının uygulanması) bitki su tüketimini, görsel kaliteyi, kök gelişimini incelemişlerdir. Gözlemciler, görsel kalitenin değerlendirilmesinde 1 - 9 skalasını kullanmışlar.

Carrow vd. (1990), yaptıkları bir araştırmada çim bitkisinin en fazla su tüketen bitki olduğunu ifade etmişlerdir. 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 belirtmişlerdir.

Hubbard (1992)’a göre *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 karışımlar %20 - 25 oranından fazla katılmamalıdır. Aksi halde hızla çimlenerek diğer türlere baskınlık sağladığı ve dengeyi bozabildiği ifade edilmiştir.

Kneebone vd. (1992), bitkilerin su ihtiyacı, 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 ifade etmişlerdir.

Avcıoğlu vd. (1996), Türkiye’de serin iklim bölgelerinde 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.

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 söylemiştir.

Beard (1973); Altan (1989); Uzun (1989); Açıkgöz (1994); Avcıoğlu ve Soya (1994); Avcıoğlu (1997), 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; homojen görüntü, 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 ifade etmiştir.

Şahinler (1997), İstanbul'da adaptasyonu en yüksek çim karışımının saptanması için çim türlerini farklı oranlarda karıştırarak bir çalışma yapmış ve karışımlarda yoğunluğu yüksek olan türün, baskın özelliklerini yansıttığını gözlemlemiştir. *Lolium perenne* çeşidinin, 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 ifade etmiştir.

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 skalasının 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; çim kalitesi, renk, yeşil ot verimi ve sürgün sıklığına olumlu etki yaptığını belirlemişlerdir. Aylık palmorganik gübresinden 5 g/m² (N-P-K) azotlu gübre uygulamalarının uygun olduğunu belirtmişlerdir (Oral 1998).

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

Çim bitkisi için 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), yaptıkları çalışmada, iki farklı çim çeşidinde (*Bermudagrass* ve *Zoysiagrass*) farklı azot uygulamalarının (0, 10, 20 ve 30 gr N/m²/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 g N/m²/ay uygulamasında bitki boyu, yaprak alanı, yaş sürgün ağırlığı, çim görsel kalitesi en yüksek çıkmasına rağmen 20 g N/m²/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 ifade etmişlerdir.

Sandal (2002) Diyarbakır koşullarında yaptığı bir çalışmada, çim türleri arasında *Festuca sp.* çeşidinin sıcağı ve kurağına 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 belirtmişlerdir.

Volterrani ve Magni (2004) yaptıkları bir araştırmada, Akdeniz iklim kuşağında, yazın yaşanan kuraklık – yüksek sıcaklık ile kışın düşük sıcaklıklarda çim yetiştirilmenin 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 araştırmada çim alanlarında 30 g/m² gübre dozunun 6 farklı zamanda bitki boyu, yeşil ot verimi, renk ve çim kalitesine olan etkilerini araştırmışlardır. En iyi gelişimin aylık ve ilkbahar, yaz ve 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 belirtmiştir. 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 dengesinin bozulacağını ve gelişmesinin yavaşlayabileceğini ya da tamamen durabileceğini ifade etmiştir.

Çim alanlar, genellikle toprak yüzeyini örten, sık bir halde gelişen, homojen bir görünüme sahip ve devamlı biçilerek kısa tutulan, çoğunlukla *Gramineae* familyasına dahil olan bitki topluluklarının bulunduğu kültürel yolla oluşturulmuş yeşil alanlardır (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 (Küçükberbaş vd 1997).

Emekli ve Baştuğ (2007) yaptıkları bir araştırmada, 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 istatistiksel olarak önemli olduğunu ancak aylar arasındaki farklılığın önemli olmadığını ve %75 sulama düzeyinde en iyi görsel kalitenin elde edildiğini ifade etmişlerdir.

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) oranı ile ilişkilidir. Evapotranspirasyon

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).

Gold ve ark., (1987) 'na göre çim bitkisi su yetersizliğine karşı çeşitli biçimlerde tepki verirler. Sulamalarda, bitkilerde kuraklık belirtilerinin ortaya çıkmasına neden olan gecikmeleri çim bitkisinin su tüketiminde azalmalara yol açtığını, görsel kaliteyi ve büyüme hızını düşürdüğünü belirtmişlerdir.

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 hesaplanması zorunluluğu vardır. Bitki su tüketimine etki eden meteorolojik verilerin ilişkisini tam olarak belirlemek olanaksızdır. Çünkü, bitki canlı bir varlıktır. Dolayısıyla, bitki gelişmesi sadece meteorolojik olayların etkisinde değildir. Bu meteorolojik verilerden üretilen ampirik eşitliklerin bölgesel olarak, deneysel verilerle kalibrasyonlarının yapılması gerekmektedir (Ayla 1985).

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

Bitkilerin evapotranspirasyon (su tüketimi veya kısaca ET) değerlerinden, toprakta kalan nem ve yağışlarla eklenen miktarların çıkarılmasıyla ve pik devrelerdeki ET değerlerinin 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.

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

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 dönmesine 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)'nın yaptıkları bir araştırmada; Blaney – Criddle yönteminin kıyas bitki su tüketimini hesaplamada hassas olmadığını, rüzgâr hızı faktörünün düşük ve hava nemi bazı dönemlerde yüksek olması halinde kıyas bitki su tüketimini yüksek hesaplayabildiğini ifade etmişlerdir.

Bitki su tüketimi; iklim faktörleri, bitkiye ilişkin faktörler, toprak ve tarımsal uygulamalar gibi çok sayıda etmenin birlikte etkisi altında oluşan 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 değişimlere 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 alır. Topraktaki nem miktarı doyma noktasına yaklaştıkça toprak yüzeyinden olan buharlaşma serbest su yüzeyinden olan buharlaşmaya yaklaşmaktadır (Tekinel ve Kanber 1981).

Kanber vd (1990) üç farklı toprak serisinde yaptıkları araştırmada, çıplak toprak yüzeyinden oluşan evaporasyon kayıplarının işlenen topraklarda, işlenmeyenlere oranla daha az olduğunu ifade etmişlerdir. 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.

Evapotranspirasyona etki eden bitki özellikleri; bitki cinsi, gelişme devresi ve bitki büyüme mevsiminin uzunluğu olarak belirtilebilir. 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 (referans) 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_o) 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 kıyaslamış, 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 araştırmada, 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 yönteme 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 söylemiştir. 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 gözlemlemiştir. 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 ihtiyacına 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 araştırma, biçim yüksekliğinin artmasıyla çimin su kullanımının arttığını ortaya koymuştur (Madison ve Hagan 1962, Biran vd 1981, Fry ve Butler 1989, Feldhake vd 1983). 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 kalite, dayanım, renk ve toprağı örtme yönünden kayba uğramadan kalabileceğini belirtmişlerdir.

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

Çalışma alanı, 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 ve 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
	Buharlaştırma (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

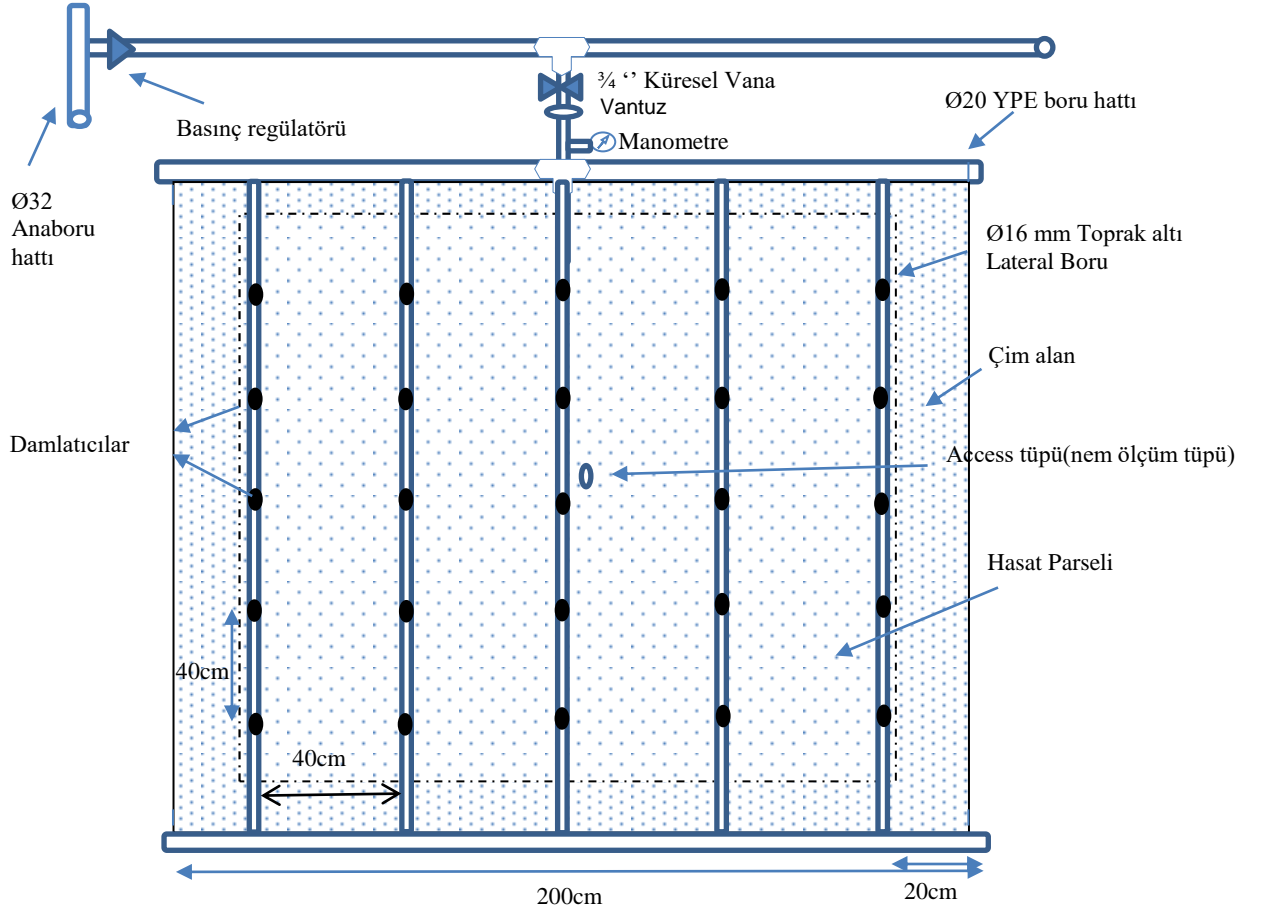
Silivri Belediyesi Tarımsal Üretim ve Araştırma Merkezi (TÜRAM) toprakları genellikle killi bünye sınıfındadır. Araştırmanın yürütüldüğü alanda; taban suyu, tuzluluk ve sodyumluluk gibi sorunlar bulunmamaktadır. Alanda eğim, %2 ile %7 arasında doğudan batıya doğrudur.

3.1.4. Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması

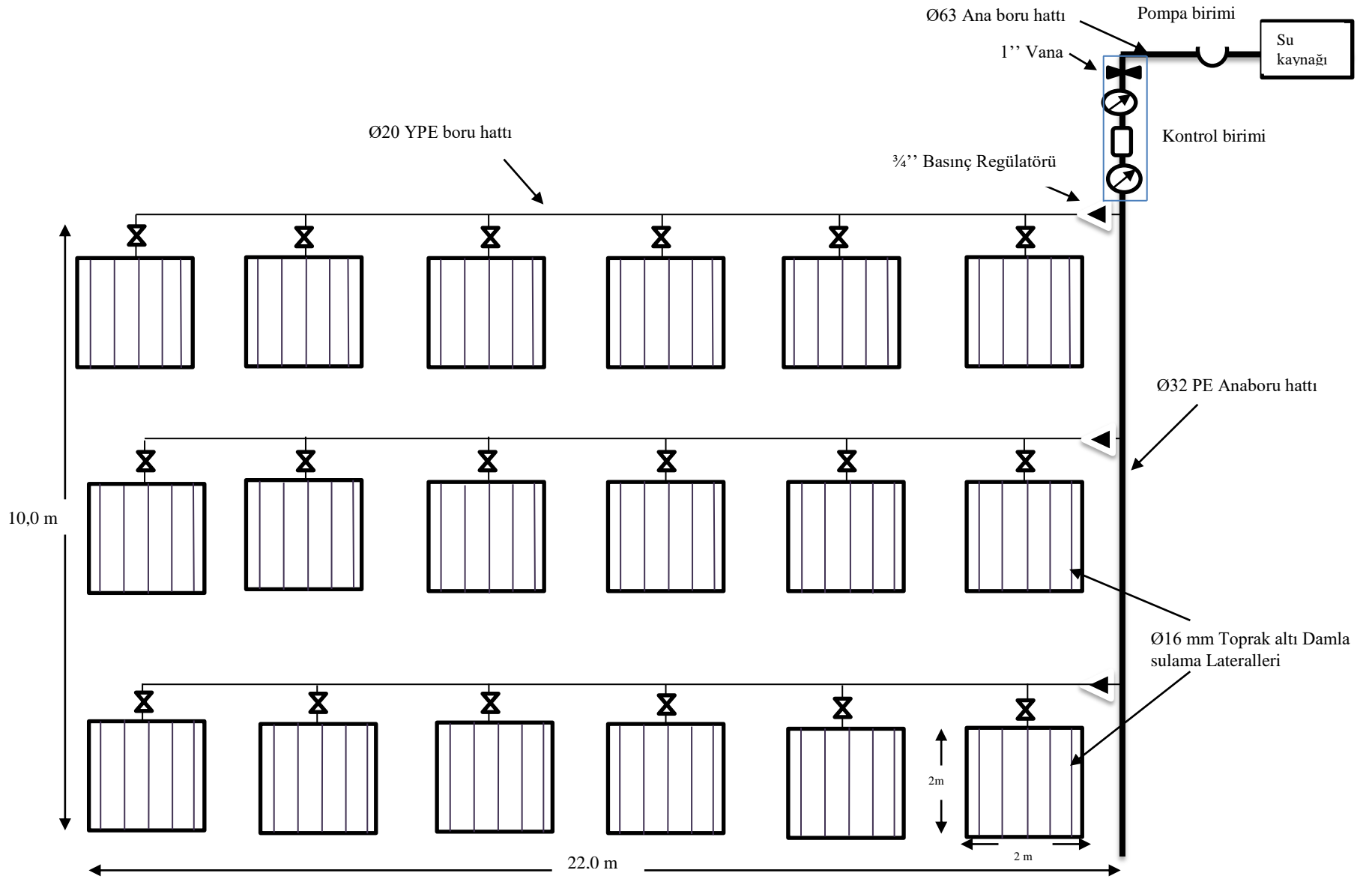
Denemede kullanılan sulama suyu, TÜRAM arazisinin yanında bulunan göletten alınarak, 186 m uzaklıkta 10 m³'lük 2 adet su deposuna basılmıştır. Depodan 7.5 HP'lik motopomp yardımıyla alınan su, 280 m'lik Ø63 PE boru hattı ile 6 atm basınç yaratacak biçimde deneme alanına iletilmiş, basınç regülatörü aracılığıyla istenen basınca düşürüldükten sonra parsellere dağıtılmıştır.

3.1.5. Sulama sisteminin unsurları

Denemede kullanılan damla sulama sistemindeki unsurlar sırasıyla; pompa birimi, kontrol birimi, ana boru hattı, yan boru hatları, toprak altı damla sulama lateralleridir (Şekil 3.3). Kontrol birimi, vana, disk filtre, sistemde çıkış basıncını düzenleyen basınç regülatörü ve manometrelerden oluşmuştur. Deneme alanının başından geçen 63 mm dış çaplı ana boru hattında 32 mm dış çaplı PE boru ile alınan sulama suyu, basıncını ve debisini denetledikten sonra 20 mm dış çaplı YPE borular ile parsellere iletilmiştir. Her bloğun başına konan basınç regülatörleri ile parsellere eş basınç altında su iletimi sağlanmıştır.



Şekil 3.3. Bir damla sulama parsel ayrıntısı



Şekil 3.4. Sulama sistem unsurları

$\frac{3}{4}$ " küresel vana ile parsellere alınan sulama suyu, yüzeyin yaklaşık olarak 10-15 cm altına, 40 cm ara ile döşenen, üzerlerinde 40 cm aralıklar ile damlatıcılar bulunan 16 mm dış çaplı YPE lateral boru hatları ile bitki bölgesine verilmiştir. Her bir parselde kendinden basınç regülatörlü, 1 bar işletme basıncı üzerinde 2,3 L/h debi veren damlatıcı yer almıştır. Ayrıca, parsel vanalarının membalarına bir adet vantuz ve basıncı izleyebilmek amacıyla 1 adet manometre yerleştirilmiştir (Şekil 3.4).

3.1.6. Toprak nem takibi

Araştırma alanında 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.



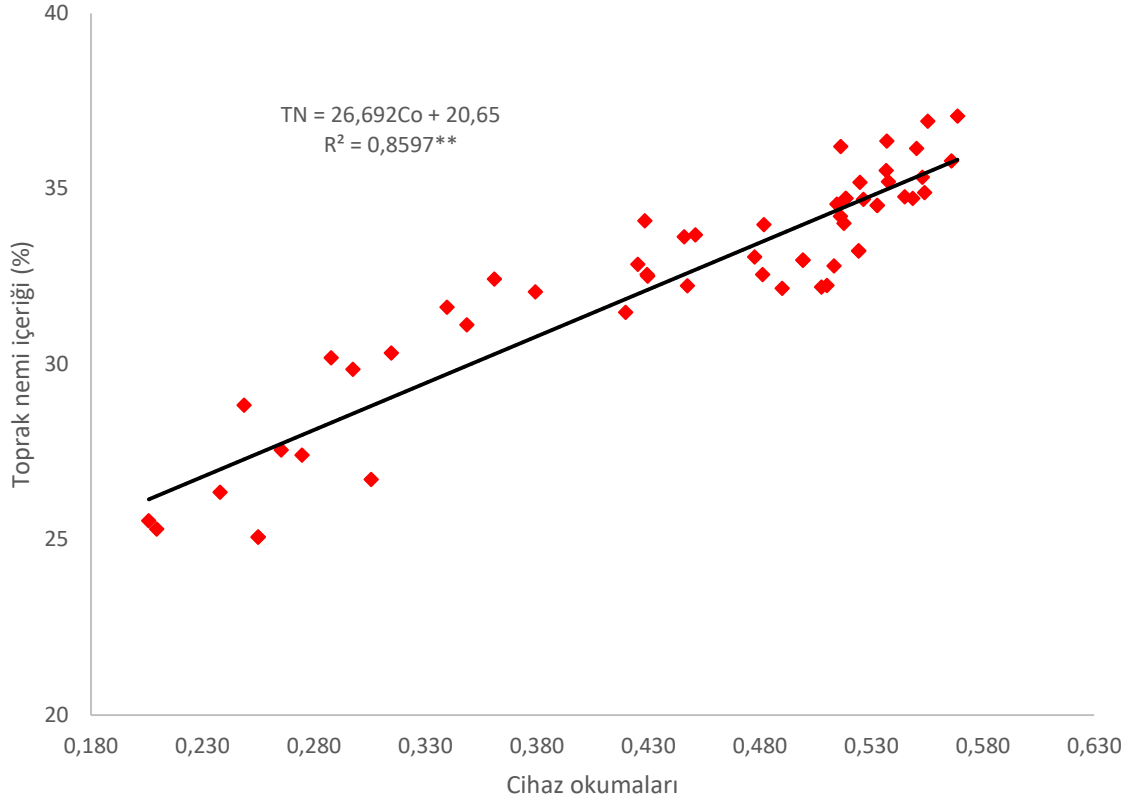
Şekil 3.5. Toprak nem ölçüm aracı

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

Değişik katmanlar için hazırlanmış olan 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. Toprak nem takip aracı hazırlanan kalibrasyon havuzu



**.:p< 0.01 düzeyinde önemli

Şekil 3.7. Toprak nem ölçüm aracı kalibrasyon eğrisi ve eşitliği

3.1.7. A sınıfı buharlaşma kabı

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



Şekil 3.8. Alandaki A sınıfı buharlaşma kabı

3.1.8. Kullanılan çim çeşitlerinin özellikleri

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

3.1.8.1. *Festuca arundinacea* (Kamışsı Yumak)

Festuca arundinacea çim türü, rizom oluşturarak gelişim gösterir. Hızlı bir gelişim evresinden sonra yavaşlayarak gelişmesini sürdürür ve çok yüksek sıcaklıkta çim dokusu tekdüzeliğini kaybeder. 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 dayanıklı olmasına karşın derin biçimden zarar görür. (Oral 1998).

3.1.8.2. *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 ve soğuğa karşı iyi

dayanıklıyken, sıcağa, basılma ve çiğnenmeye karşı orta derecede dayanıklıdır. Rekreasyon ve geniş düzenleme alanlarında görsel olarak kullanılabilen 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 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).

3.1.8.3. *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 tüsüzdür. 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 alanlarda yaygın olarak 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).

3.1.8.4. *Poa pratensis* (Çayır Salkım Otu)

Poa pratensis (Çayır salkım otu) çim türünün, yaprakları tipik kayık şeklinde, tüsüz, 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

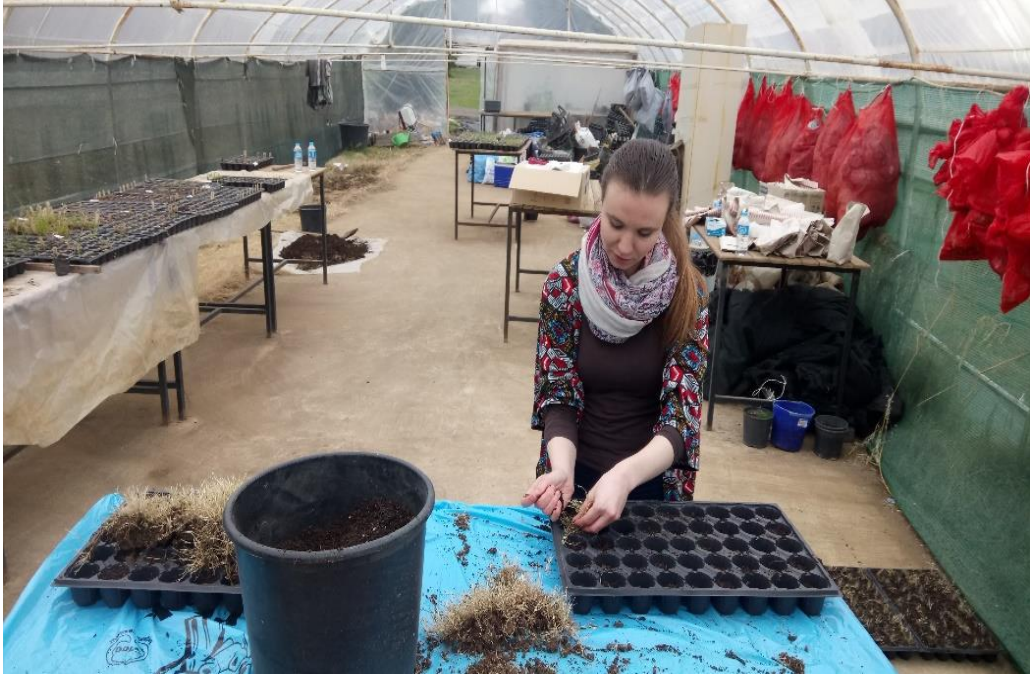
yeşil alanlarda başarıyla ve yaygın olarak kullanılabilen *Poa pratensis* (çayır salkımotu) yoğun rizom yapısıyla sık basma etkilerine karşı dayanıklıdır (Avcıoğlu vd.1999).

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 ortamıdır. Soğuğa oldukça dayanıklı olup, yeşil rengini daima korur. Sürekli kurak zamanlarda direnme devresine girer ve ilk nemlerde yeniden canlılık gösterir. Bu sebeple kuraklığa dayanıklı çim türleri arasında yer alır. Kurak dönemlerde sulandığında yeşil görüntüsünü korur (Uluocak 1994).

3.1.8.5. *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 vermeye başlar. 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). Deneme alanı için, serada çoğaltılan fideler belirli bir yapıya ulaştıktan sonra araziye aktarılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Sera koşullarında Bermudagrass (*Cynodon spp.*) fide hazırlığı

3.1.9. Kullanılan bilgisayar paket programları

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

3.2. Yöntem

Bu bölümde, arazi ve laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

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 cm 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 çift silindirli infiltrometre yöntemi uygulanmıştır. Yöntemin uygulanmasında Yıldırım (1993) tarafından belirtilen ilkelere uygun biçimde ölçümler yapılmış ve toprağın gerçek su alma hızı belirlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Çift silindirli infiltrometre testi

3.2.1.3. Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesi

Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesinde, A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. 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. Kap her hafta boşaltılarak temizliği yapılmıştır. (Doorenbos ve Pruit 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 4,0 m² olmak üzere 18 adet parselde, toplam 72 m² 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):

C₁ : Serin iklim çim çeşitleri karışımı (% 30 *Lolium perenne*, % 25 *Festuca rubra rubra*, % 35 *Festuca arundinacea*, % 10 *Poa pratensis*)

C₂ : Sıcak iklim çim çeşidi (Bermudagrass, *Cynodon spp*)

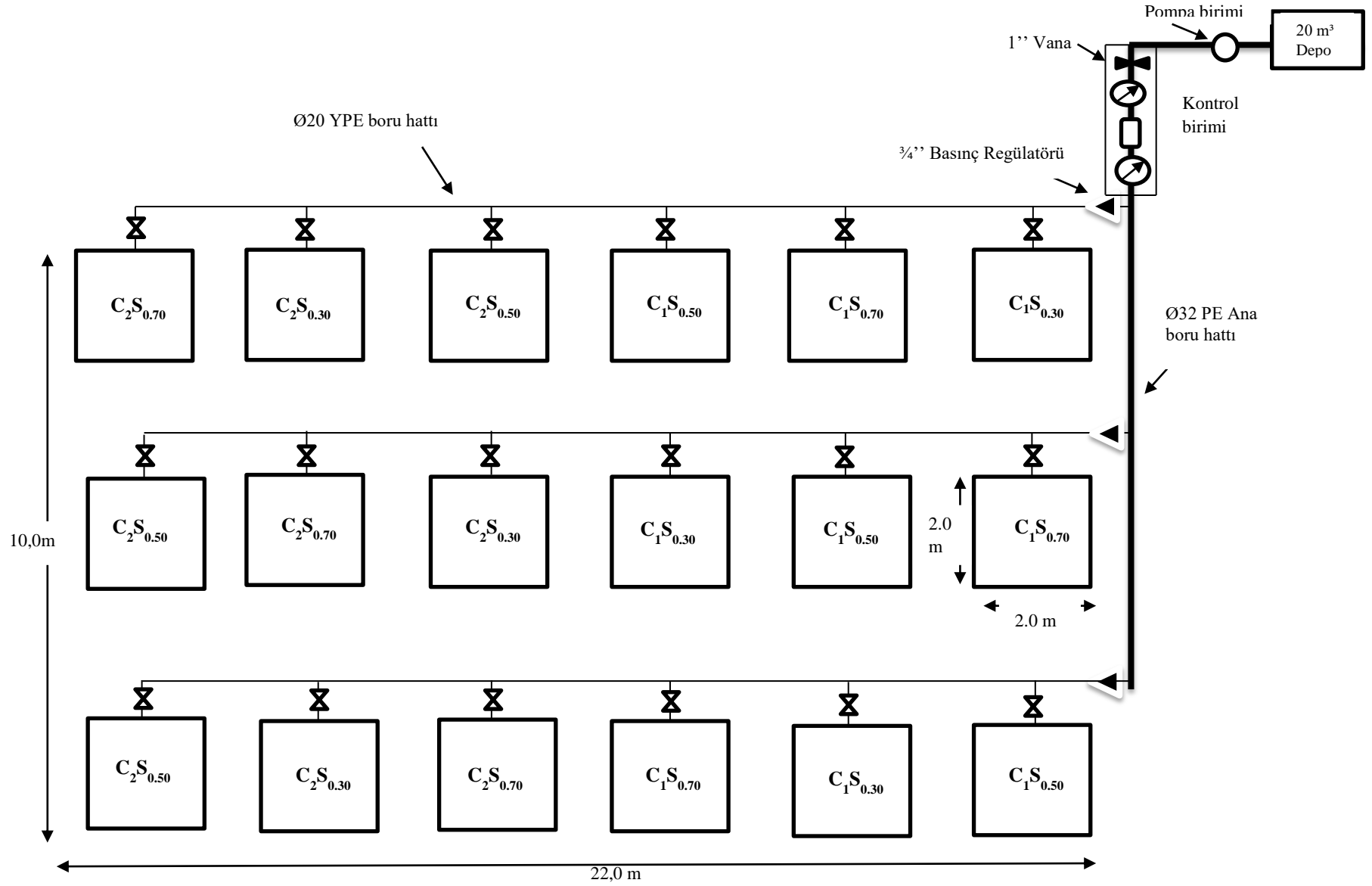
Sulama başlangıç düzeyleri (Alt konular):

S_{0.30}: Kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %30'u tüketildiğinde sulamaya başlama

S_{0.50}: Kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %50'si tüketildiğinde sulamaya başlama

S_{0.70}: Kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %70'i tüketildiğinde sulamaya başlama

Toplam 220 m² olan alanda, deneme konuları parsellere rastgele dağıtılmıştır (Düzgüneş 1963, Yurtsever 1984). Her bir deneme parselinin boyutu 2,0 x 2,0 m; toplam alanı 4 m²'dir. Tüm kenarlardan 0,20 cm kenar etkisi göz önüne alınarak hasat parseli dışında bırakılmıştır. Böylece, hasat parseli boyutları 1,8 x 1,8 m olmak üzere alanı 3,24 m²'dir (Şekil 3.3).



Şekil 3.11. Deneme alanı ve konuları

3.2.1.5. Sulama suyunun uygulanması

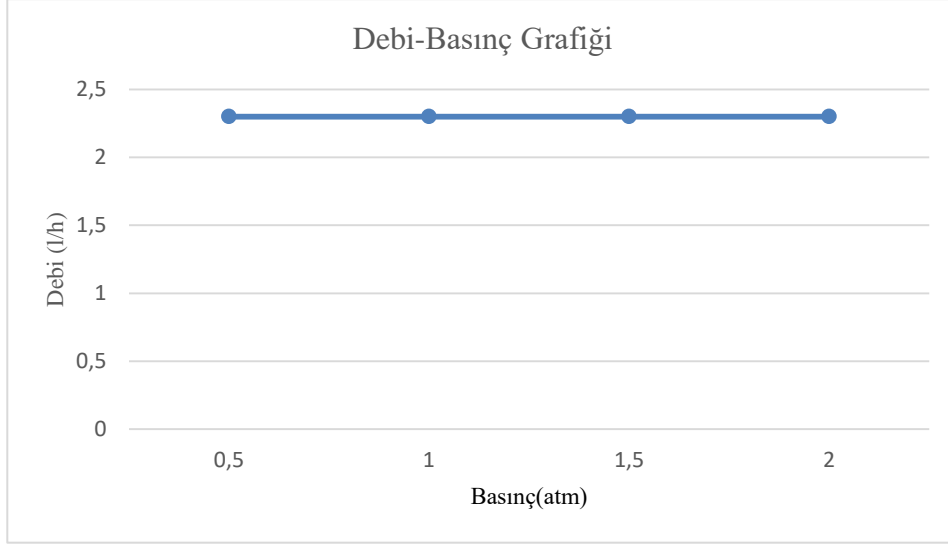
Deneme parsellerine sulama suyunun dağıtımını toprak altı damla sulama yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.. İşletme basıncı 4 atm, dış çapı 16 mm olan lateral boru hatların 40cm aralı ile toprak yüzeyinin 10-15 cm altına döşenmişlerdir. Üzerinde yine 40 cm aralıklı, 1 bar işletme basıncının üzerinde 2,3 L/h sabit debili basınç regüleli damlatıcılar bulunmaktadır (Şekil 3.12). Kullanılan damlatıcıların basınç-debi grafiği Şekil 3.13' de verilmiştir.

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).

Parsellere verilecek sulama suyu miktarının sağlıklı olarak uygulanabilmesi için, parsel girişlerine yerleştirilen manometreler yardımıyla işletme basıncının sabit olması sağlanmıştır. Ayrıca her Ø20 mm YPE boruya hat üzeri basınç regülatörü konularak basıncın sürekli 1,4 atm olması sağlanmıştır.



Şekil 3.12. Sulama sisteminin aplikasyonu ve testi



Şekil 3.13. Kullanılan damlatıcıların basınç – debi grafiği

3.2.1.6. Tarım tekniği

Sıcak iklim çim çeşidi olan *Bermudagrass* alana, 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/m² tohum gelecek şekilde serpmeye yöntemi ile 07.05.2017 tarihinde ekimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.14). Mevcut parsellerde bulunan çim bitkilerinin çıkışların tamamlanmasından sonra yabancı otlarla rekabete girerek gelişimlerinin yavaşlaması veya tamamen engellenmesini önlemek amacıyla sürekli olarak mekanik mücadele yapılmıştır ve yabancı otlar temizlenmiştir. Ayrıca, yabancı otlar ile herbisit (Tordon101, 451gr/l 2,4-D triisopropyl amin tuzu + 116.3 gr/l Picloram SL) uygulaması yapılarak da mücadele edilmiştir. Kullanılan yabancı ot ilacının etkili olması ve istenmeyen bölgelere sıçramasının önlenmesi amacıyla, ilaçlama sabah erken saatlerde ya da akşam geç saatlerde ve rüzgârsız hava koşullarında yapılmıştır. Denemenin kurulduğu yaz sezonunda gerçekleşen ekstrem hava şartlarından dolayı bitkilerin belirli bölümlerinde mantari hastalıklar (sarı pas, kahverengi pas) görülmüş ve gerekli zamanlarda ilaçlama yapılarak (Amistar Trio, 125g *Propiconazole* + 100g *Azoxystrobin* + 30g *Cyproconazole*, EC) durdurulmuştur.



Şekil 3.14. Bitkilerin ekim-dikim işlemleri

Denemelerde, bitkiler 10-15 cm yüksekliğe geldiğinde 5 cm yükseklikten biçilmiştir. 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.

3.2.2. Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler

Toprağın, sulama uygulamalarında kullanılacak fiziksel özelliklerini saptamak amacıyla 0-30, 30-60, 60-90 cm toprak derinliklerden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan bozulmuş toprak örneklerinden, bünye ve solma noktası, (Bouyoucous 1951, Millard vd. 1966), bozulmamış toprak örneklerinden ise toprağın hacim ağırlığı ve tarla kapasitesi değerleri belirlenmiştir. (Sönmez ve Ayyıldız 1964). Ayrıca Ayyıldız (1990)'da ayrıntıları ile belirtilen esaslar dikkate alınarak sulama suyu kalite analizleri yapılmış ve sınıfı saptanmıştır.

3.2.2.1. Topraktaki nem miktarının takibi

Deneme süresince, parsellerin ortasına gelecek şekilde 100 cm derinliğe kadar yerleştirilen nem ölçüm tüplerinden yararlanarak 'PR2 probe ve HH2 Soil Moisture Meter' ile her gün aynı saatte (09:00) nem okumaları yapılmıştır. Bulunan değerler daha önce hazırlanan kalibrasyon eğrisinden yararlanarak anlık toprak nem değerleri m³/m³ olarak belirlenmiştir. Ayrıca, kontrol amacıyla her on günde bir; her parselden 0-30 ve 30-60 cm toprak derinliklerinden alınan toprak örneklerinde, gravimetrik olarak nem değerleri izlenmiştir.

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 izlenmesinde kullanılmıştır.

3.2.2.2. Damla sulama sisteminde damlatıcı ve lateral aralığının saptanması

Lateral boru hattı boyunca damlatıcı aralığı;

$$S_d = 0,9 \sqrt{\frac{q}{I}} \quad (3.1)$$

eşitliği ile belirlenmiştir (Papazafiriou 1980). Bu eşitlikte;

S_d : Damlatıcı aralığı, m,

q : Damlatıcı debisi(L/h),

I : Toprağın su alma hızı, mm/h'tir.



Şekil 3.15. Gravimetrik yöntem ile toprak nem tayini

Damlatıcı aralığı, $q=2,3$ L/h ve $I=9,4$ mm/h değerleri (3.1) nolu eşitlikte yerine konarak $S_d=0,44$ m hesaplanmış, piyasada bu değere en yakın olan 0,40 m damlatıcı aralıklı toprak altı damla sulama lateralleri kullanılmıştır. Alanın her yerini ıslatabilmek için lateral aralığı da 0,40 m olarak uygulanmıştır.

3.2.2.3. 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 (Orta 1994). Deneme konularına göre, etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin sulama sezonu boyunca (Eylül) %30, %50 ve %70'i tüketildiğinde sulamaya başlanmıştır.

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).

Topraktaki mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak sulama suyu miktarı;

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

eşitliği ile hesaplanmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989).

Eşitlikte;

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

TK : Tarla kapasitesi, %,

MN : Mevcut nem, %,

γ : Toprağın hacim ağırlığı, g/cm^3 ,

D : Etkili kök derinliği, mm değerlerini göstermektedir.

P: Islatılan alan yüzdesi(%) (Uygulamada alanın tamamı ıslatıldığından%100 alınmıştır).

Damla sulama parsellerinde, eşitlik (3.2)' den derinlik olarak elde edilen sulama suyu miktarı, parsel alanı olan 4 m² ile çarpılarak L cinsinde hacmi belirlenmiş ve parsellerin toplam debisine (25 adet damlatıcı x2,3 L/h = 57,5L/h) bölünerek saat olarak sulama süresi belirlenmiştir.

3.2.2.4. Bitki su tüketiminin saptanması

Bitki su tüketimi, 10 günlük periyotlar için 60 cm toprak derinliğindeki nem değişimi yöntemine göre saptanmıştır. Bu amaçla, her ayın 10.; 20.; 30. yada 31. günleri alet ile yapılan nem ölçmelerine ilave olarak, her bir konudan burgu 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_p = Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı, mm,

D_p = Sulama ve yağıştan sonra meydana gelen derine sızma kayıpları, mm,

R_f = Deneme parsellerine giren veya çıkan yüzey akış miktarı, mm,

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

Araştırma alanında taban suyu bulunmadığından, kapılar hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı varsayılarak C_p , sulama yöntemi gereği yüzey akış söz konusu olmadığından R_f değeri ihmal edilmiştir.

3.2.2.5. Uygun bitki su tüketim tahmin eşitlikleri 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. Bitki su tüketiminin tahmini için önce belirli koşulları yansıtan potansiyel bitki su tüketimi elde edilmeli ve daha sonra bu değer bitki katsayısı ile düzeltilmelidir.

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

Bu eşitlikte;

ET: Bitki su tüketimi, mm/gün,

k_c : Bitki katsayısı,

ET_p : 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 : Referans 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 Amirik 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 referans bitki su tüketimi aşağıdaki eşitliklerden yararlanarak tahmin edilmektedir.

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

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

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

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

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

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

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,
 α : Yeryüzüne ulaşan radyasyonun atmosfere yansımaya 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:

$$ET_o = \frac{\delta}{\delta + \gamma^*} (R_n - G) \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma^*} \frac{900}{T + 273.5} u_2 (u_a - u_d) \quad (3.16)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$R_s = (0.25 + 0.50 \frac{n}{N}) R_5 \quad (3.24)$$

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

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

Bu eşitliklerde;

ET₀: Referens bitki su tüketimi, mm/gün,

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

γ*: Modifiye psikometrik sabite, kPa/°C,

γ : Psikometrik sabite, kPa/°C,

P: Atmosfer basıncı, kPa,

R_n: Bitki yüzeyindeki net radyasyon, MJ/m²/gün,

R_a: Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon, MJ/m²/gün,

R_s: Yeryüzüne ulaşan kısa dalgalı radyasyon, MJ/m²/gün,

R_{ns}: Kısa dalgalı net radyasyon, MJ/m²/gün,

R_{nl}: Uzun dalgalı net radyasyon, MJ/m²/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/m²/gün,

λ: Buharlaşma gizli ısı, MJ/kg,

u₂: 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 biri, tarım alanlarına yerleştirilen buharlaşma kaplarından ölçülen buharlaşma miktarları ile bitki su tüketimi arasında ilişki kurmaktır. Kaptaki 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_o: Referans bitki su tüketimi, mm/gün,

E_p: Kaptan ölçülen buharlaşma miktarı, mm/gün,

k_p: Buharlaşma kabı katsayısı

değerlerini göstermektedir.

Yukarıdaki eşitliklerdeki k_p kap katsayıları, iki farklı çevre koşulu için Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından tanımlanmış ve bu katsayılara 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_o: 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 (u₂) ve minimum oransal nem (RH_{min}) 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) değerlerinin eldesi için Doorenbos ve Pruitt (1977)'den yararlanılmıştır.

Bölge koşullarına göre, söz konusu bitki su tüketimi eşitliklerinden en sağlıklı tahmini verdiğini belirlemek için dört farklı kritere başvurulmuştur. Bunlardan ilki, on günlük periyotlar için ölçülen bitki su tüketimi değerleri ile hesaplanan bitki su tüketimi değerleri arasındaki farkların kareler toplamları, ikincisi bu değerler arasındaki korelasyon katsayısı, üçüncüsü bitki katsayısına ilişkin korelasyon katsayısı ve dördüncüsü mevsimlik ortalama bitki katsayısıdır. En düşük kareler toplamı, en yüksek korelasyon katsayıları ve 1'e yakın

mevsimlik ortalama bitki kat sayısına sahip yöntemin en sağlıklı tahmin verdiği yaklaşımı öngörülmüştür (Orta 1994).

3.2.2.6. 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 saptanmış ve değerlendirilmiştir.

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. (Brede ve Duich 1984; Avcıoğlu 1997). Tüm parseller bu esasa göre dikkatlice izlenmiştir.

Vejetasyon yüksekliği

Biçimler öncesinde, her parselde rastgele 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 biçim sonrası bitki boyu 5 cm olacak şekilde biçim yapılmıştır (Brede ve Duich 1984, Avcıoğlu 1997).

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).

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, Avcıoğlu 1997).

Renk

Her parselde biçim sonrası, biçimin yapılmadığı dönemlerde ise belirli 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).

3.2.2.7. 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 konularının bitki

gelişimi ve kalitesi üzerinde oluşturduğu etkilerin farklılığını belirlemek amacıyla varyans analizi ve farklı grupların saptanması (LSD testi ile) Yurtsever (1984) ile Düzgüneş (1987)'de verilen esaslara göre yapılmıştır.

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 ile deneme konularının bitkisel gelişim ve kalite üzerine etkileri saptanmıştır.

4.1. Toprak ve su örnekleri analiz sonuçları

4.1.1. Toprağın fiziksel özellikleri

Deneme, alanı topraklarının bünye sınıfı, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelgeden 4.1’den izleneceği gibi tüm katmanlarda toprak bünye sınıfı kildir. Kullanılabilir su tutma kapasitesi değeri 0-30 cm toprak katmanı için 55,7 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, sulama suyu kalite sınıfı T₂S₁ dir.

Çizelge 4.1. Deneme alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Toprak Katmanı (cm)	Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Tarla Kapasitesi (TK)		Solma Noktası (SN)		Kullanılabilir su tutma kapasitesi (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

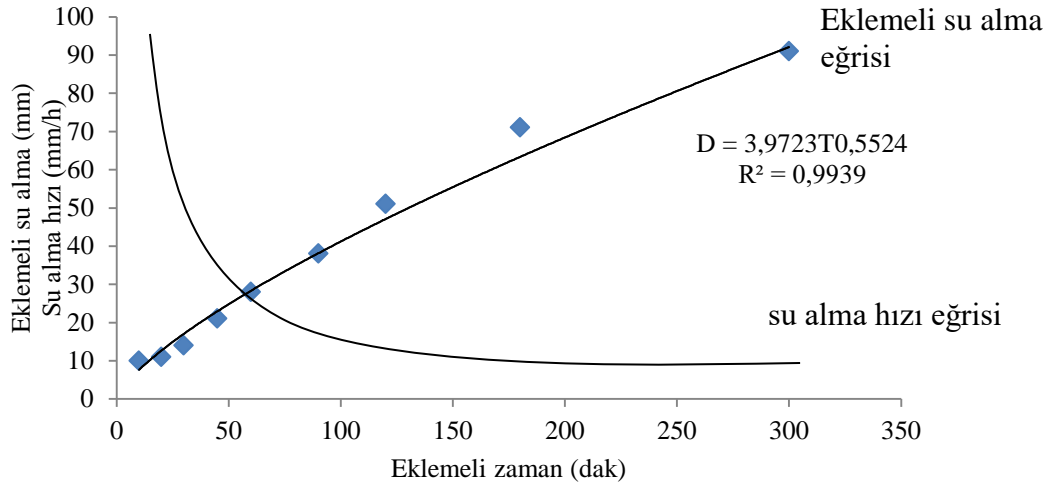
pH	ECx10 ³ 25°C	Kasyonlar (me/L)			Anyonlar (me/L)			Sınıfı
		Na ⁺	Ka ⁺	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	
7,48	555,70	2,54	0,16	4,34	2,98	0,33	3,74	T ₂ A ₁

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 boyunca, 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. Toprağın su alma hızı ve eklemeli su alma eğrileri

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

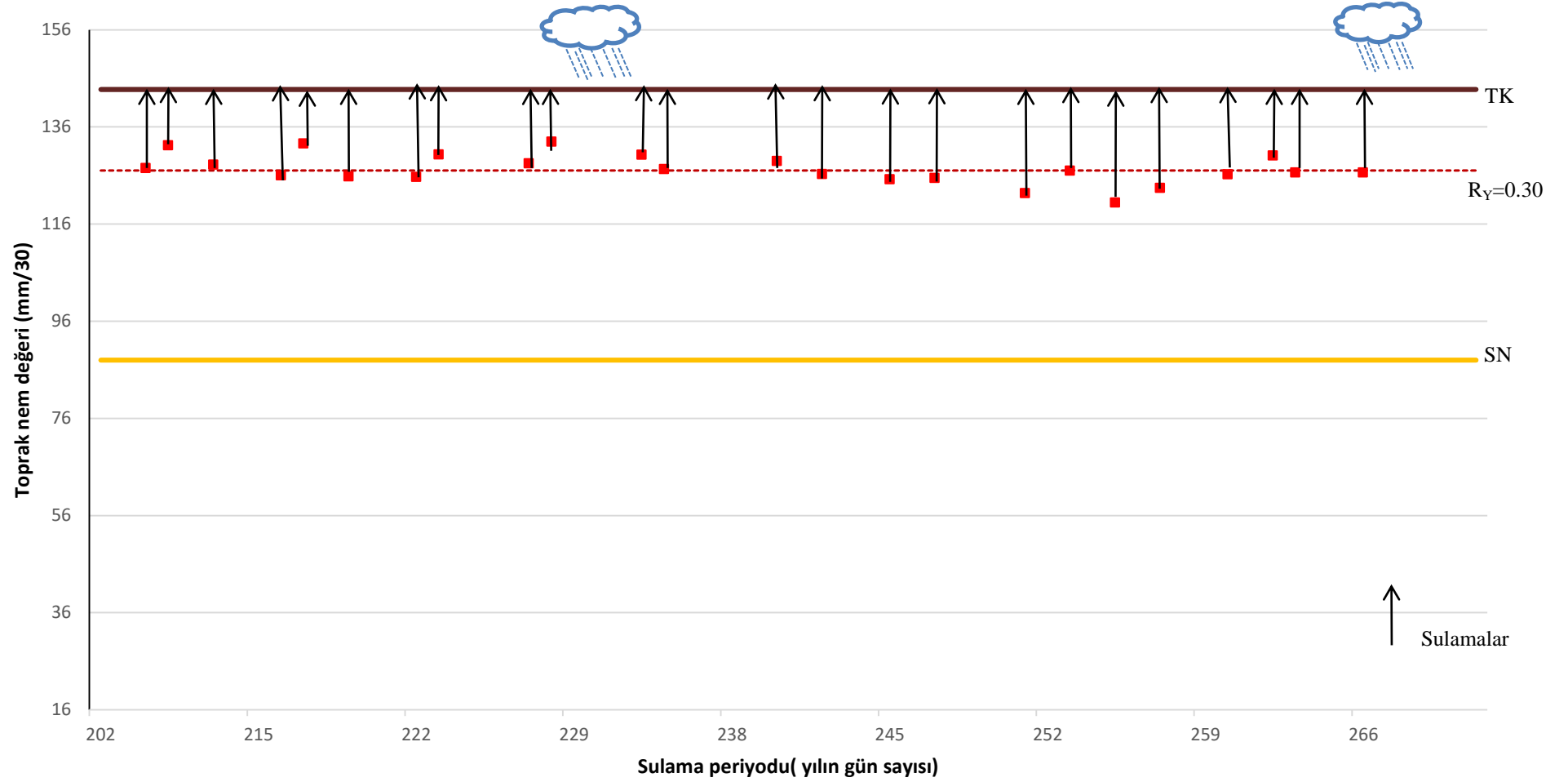
Aylar	Günler	Buharlaşma Miktarları (mm)
Temmuz	20-31	72,4
Ağustos	01-10	89,3
	11-20	50,1
	21-31	81,2
Eylül	01-10	63,7
	11-20	66,7
	21-30	27,3

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

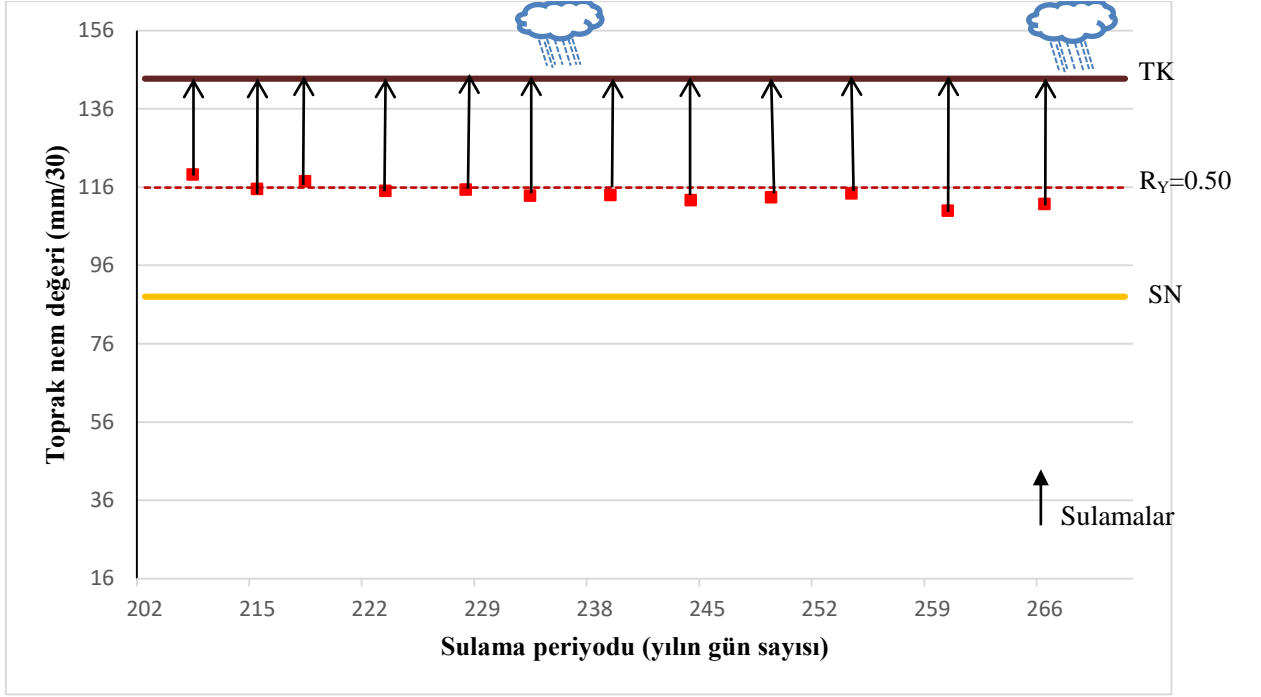
Deneme konularına uygulanacak sulama suyu miktarları, çizelge 4.4’de açıklandığı gibi, 30 cm etkili kök derinliğindeki toprak nem değerlerinin günlük değişimlerinden yararlanılarak belirlenmiştir. Her gün aynı saatte (09:00) PR2 Probe-HH2 Soil Moisture Meter toprak nem ölçüm aracı ile ölçülen mevcut nemin, her bir deneme konusu için izin verilen değere düşüp düşmediği kontrol edilmiş ve sulama yapılması gereken parsellere tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulanmıştır (Çizelge 4.4). Her bir konu için sulama tarihi, sulama başlangıcındaki nem düzeyi ve uygulanan sulama suyu miktarını gösteren grafikler Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de görülmektedir. Bitkilerin ekim ve dikimleri 5-7 Mayıs 2017 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 $S_{0,30}$ konusuna deneme süresince 24 sulamada toplam 324,2 mm, $S_{0,50}$ konusuna 12 sulamada toplam 267,1 mm, $S_{0,70}$ konusuna 7 sulamada toplam 195,7 mm sulama suyu uygulanmıştır. Anılan değerler sıcak iklim çiminde (*Bermudagrass*) $S_{0,30}$ konusunda 22 sulama ile toplam 298,6 mm, $S_{0,50}$ konusunda 9 sulama ile toplam 203,6 mm, $S_{0,70}$ konusunda 4 sulama ile toplam 117,1 mm olarak belirlenmiştir. Sonuçlardan görüldüğü gibi, sıcak iklim çimine uygulanan sulama suyu miktarları konulara göre, serin iklim çiminden %8-40 oranında daha düşüktür (Şekil 4.8). Ayrıca, her iki çim çeşidinde de $S_{0,30}$ konularına uygulanan sulama sayıları ve sulama suyu miktarları en yüksek, $S_{0,70}$ konularına uygulananlar ise en düşük olmuştur. Sonuçlar özet olarak; sıcak iklim çiminin (*Bermudagrass*), serin iklim çimlerine göre daha seyrek sulandığı ve daha az sulama suyu uygulandığı, bunun yanında; tüm çeşitlerde $S_{0,30}$ konularında bitkinin su stresine girmemesinden dolayı daha çok su tükettiği belirlenmiştir.

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

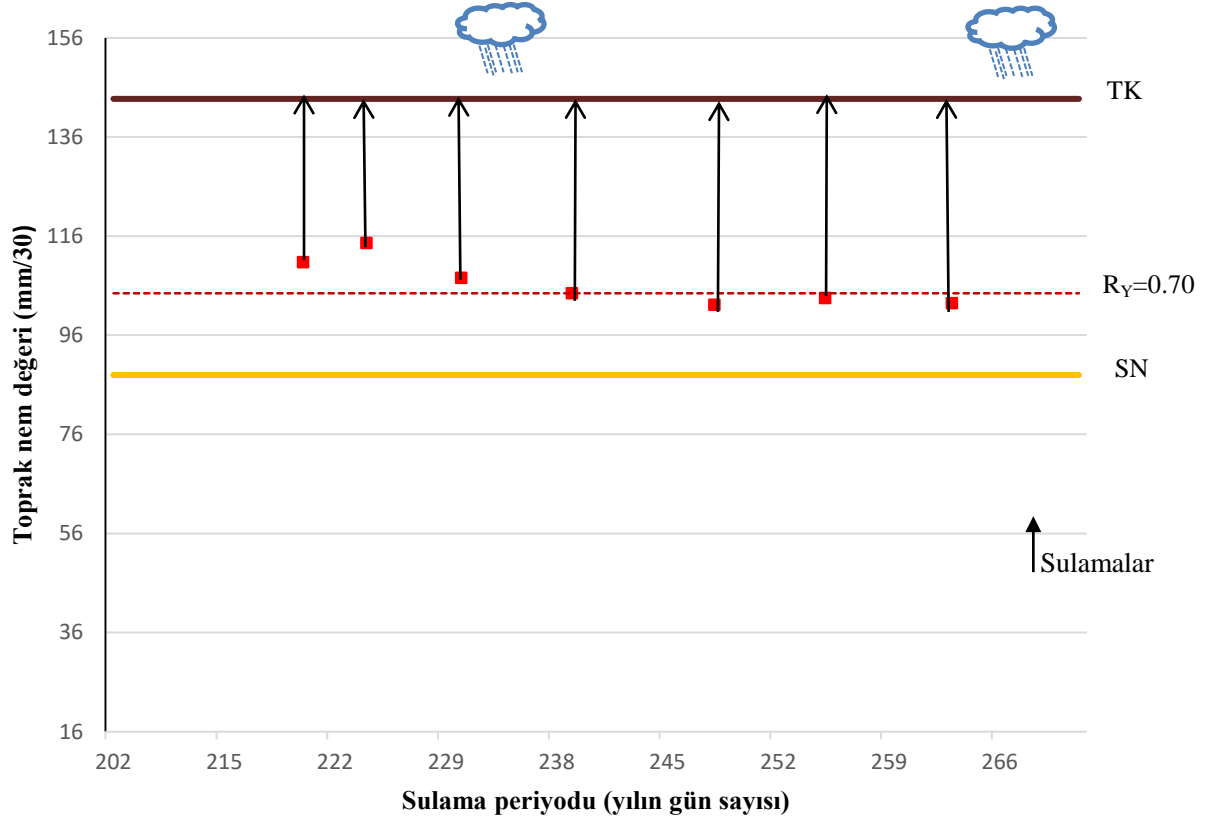
Tarih	Serin iklim çimleri (C1)			Sıcak iklim çimleri (C2)		
	S _{0,30}	S _{0,50}	S _{0,70}	S _{0,30}	S _{0,50}	S _{0,70}
24.Tem				11,99		
25.Tem	10,97			11,99		
29.Tem	10,93	20,66		11,21		
30.Tem					22,86	
31.Tem	10,69			11,63		
3.Ağu		21,23		14,47		
4.Ağu	14,44			13,31		
5.Ağu	14,61					
6.Ağu		19,74			19,58	
7.Ağu	12,71			13,47		
8.Ağu			24,80			
9.Ağu						
10.Ağu	13,37			13,55		
11.Ağu	12,83	21,59				
12.Ağu			29,32		22,12	29,32
13.Ağu				14,65		
15.Ağu	15,25			11,43		
16.Ağu	13,95	21,35				
17.Ağu						
18.Ağu			27,17		21,08	
19.Ağu				13,67		
20.Ağu	14,62	22,48				
21.Ağu	13,52					
25.Ağu				14,63		
28.Ağu		22,40	22,03	14,39	23,33	
29.Ağu	14,36					
31.Ağu	13,01			13,07		
2.Eyl		23,39				29,27
3.Eyl	12,63			13,89		
4.Eyl					23,90	
5.Eyl	13,28			13,69		
6.Eyl			31,22			
7.Eyl		22,80				
9.Eyl	14,87			16,04	21,11	
11.Eyl	14,15					
12.Eyl		22,06				29,27
13.Eyl	13,17		30,21	17,49		
15.Eyl	14,22			15,23	24,70	
18.Eyl	13,94	25,34		13,13		
20.Eyl	13,10					
21.Eyl	14,69		30,98	12,86		29,27
22.Eyl					24,95	
24.Eyl	14,94	24,10		12,85		
Toplam	324,2	267,1	195,7	298,6	203,6	117,1



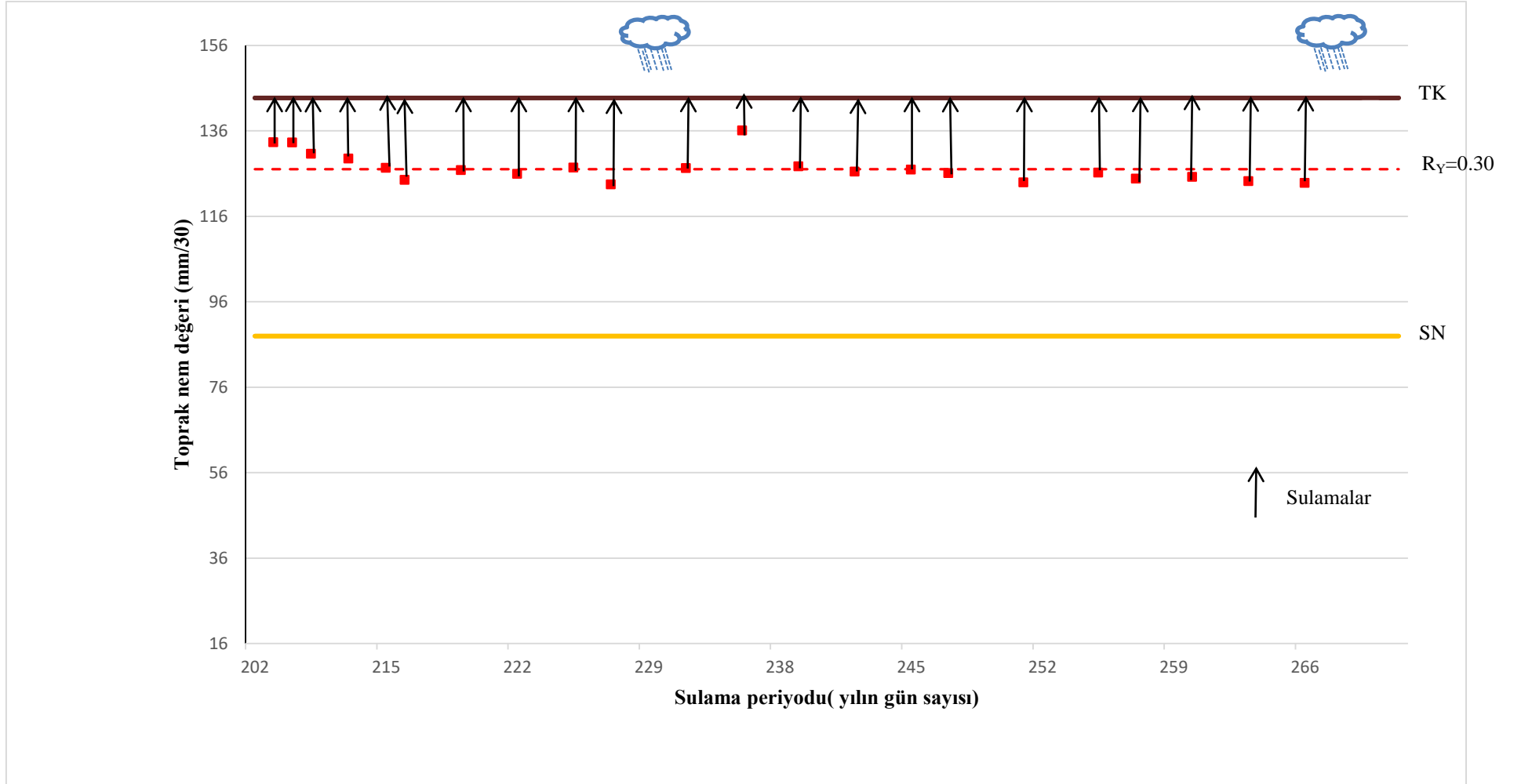
Şekil 4.2. C₁S_{0,30} konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



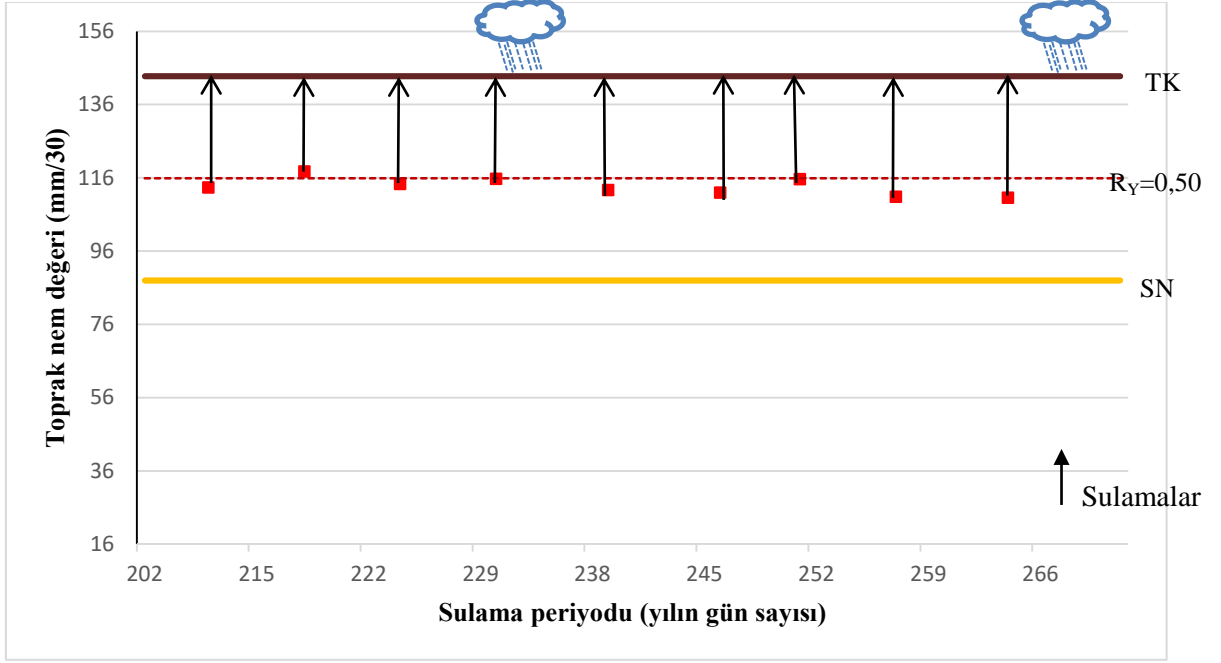
Şekil 4.3. $C_1S_{0.50}$ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



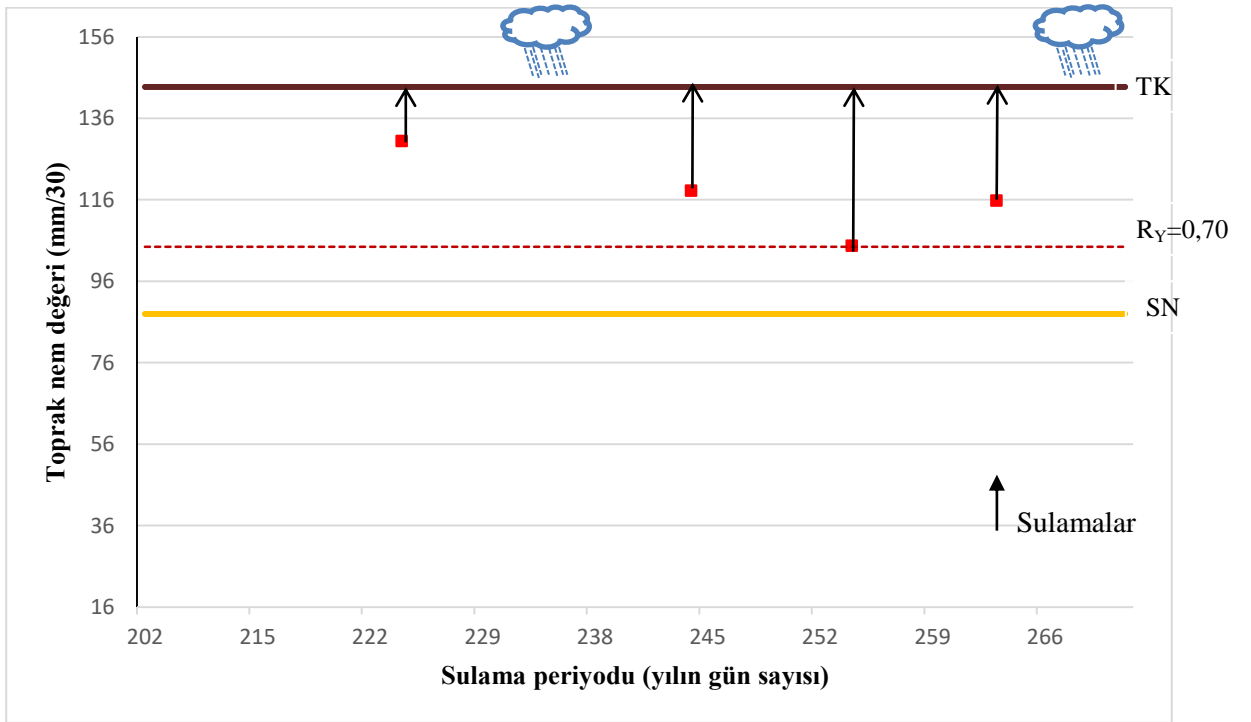
Şekil 4.4. $C_1S_{0.70}$ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



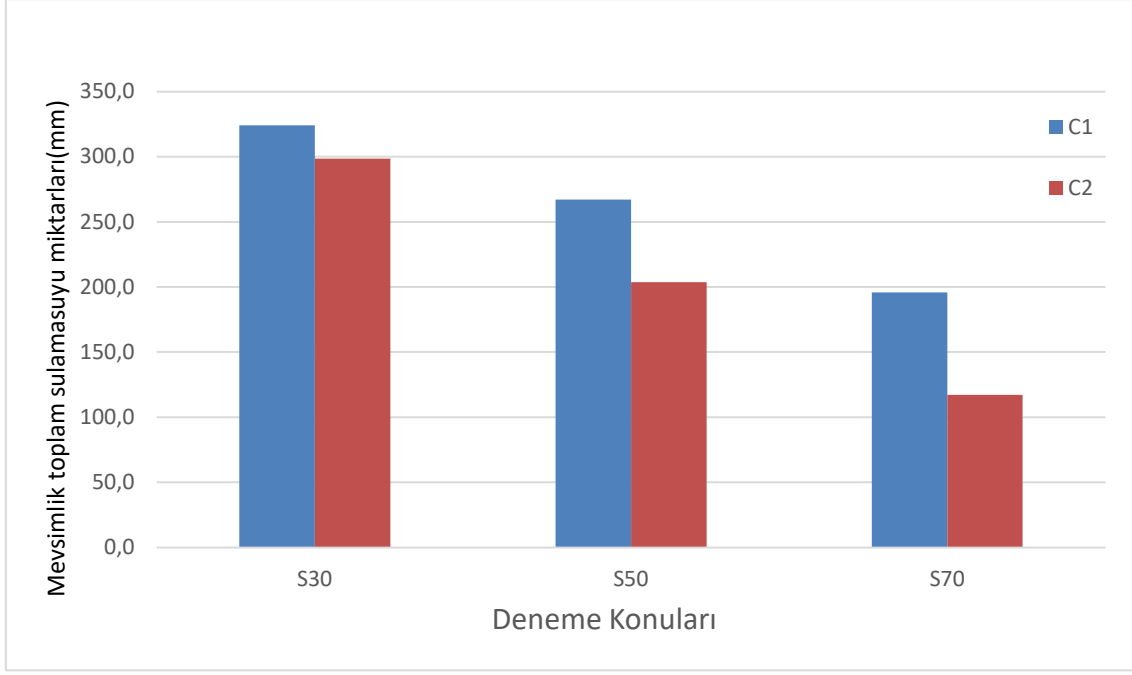
Şekil 4.5. C₂S_{0,30} konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



Şekil 4.6. $C_2S_{0,50}$ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



Şekil 4.7. $C_2S_{0,70}$ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



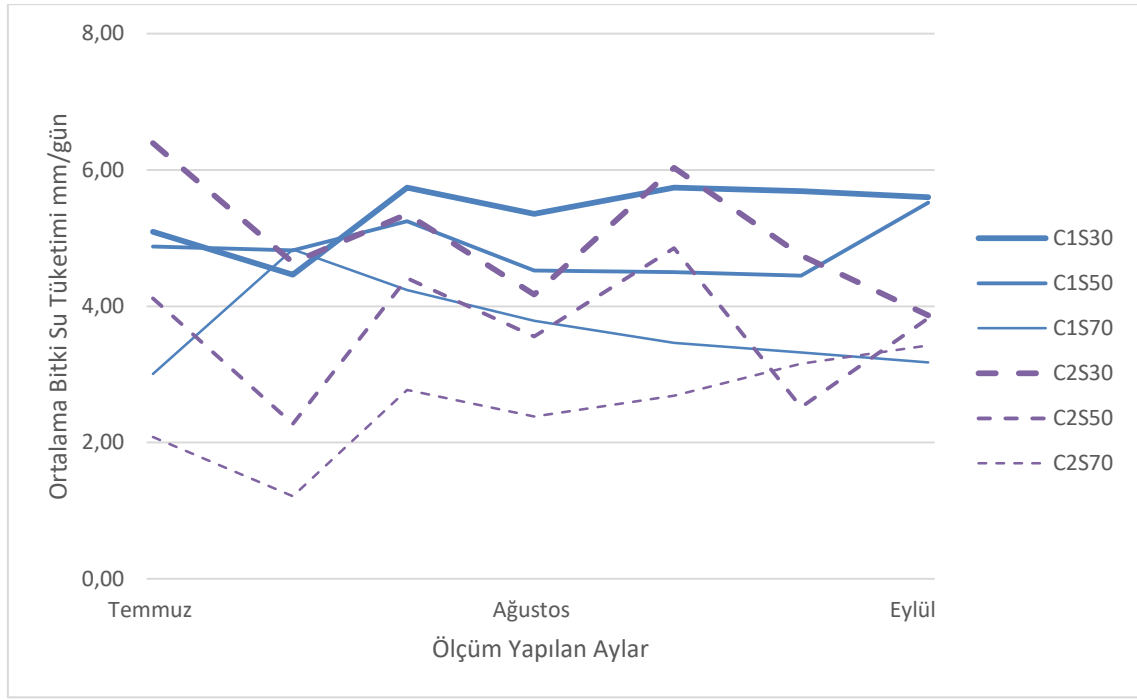
Şekil 4.8. Deneme süresince konulara uygulanan net sulama suyu miktarları

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 dikkate alınmıştır. Bu izlemeler, alet okumalarının yanında gravimetrik yöntemle de yapılarak sonuçların daha sağlıklı olması sağlanmıştır. 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 ilk tesis yılı olduğu için verilmiş ancak çizelgelerde belirtilmemiştir.

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

Konu	Tarih	Toprak Nemi (mm/60 cm)	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Toplam Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Bitki Su Tüketimi (mm/gün)
C ₁ S _{0,30}	21.7	281,1	21,6	32,6	56,0	5,09
	1.8	279,3	0,0	41,8	40,2	4,46
	10.8	280,9	0,0	55,4	57,4	5,74
	20.8	278,9	15,6	42,5	58,9	5,35
	31.8	278,1	3,0	53,8	57,4	5,74
	10.9	277,5	0,0	55,5	56,9	5,69
	20.9	276,1	13,1	42,7	56,0	5,60
	30.9	275,9				
	Toplam	5,2	53,3	324,2	382,7	5,38
	C ₁ S _{0,50}	21.7	281,1	21,6	20,7	53,7
1.8		269,7	0,0	41,0	43,4	4,82
10.8		267,3	0,0	42,9	52,4	5,24
20.8		257,8	15,6	44,9	49,8	4,53
31.8		268,5	3,0	46,2	45,0	4,50
10.9		272,7	0,0	47,4	44,5	4,45
20.9		275,6	13,1	24,1	55,2	5,52
30.9		257,6				
Toplam		23,5	53,3	267,1	343,9	4,85
C ₁ S _{0,70}		21.7	279,5	21,6	0,0	33,1
	1.8	268,0	0,0	24,8	43,5	4,83
	10.8	249,3	0,0	56,5	42,4	4,24
	20.8	263,4	15,6	22,0	41,6	3,78
	31.8	259,4	3,0	31,2	34,6	3,46
	10.9	259,0	0,0	30,2	33,2	3,32
	20.9	256,0	13,1	31,0	31,8	3,18
	30.9	268,3				
	Toplam	11,2	53,3	195,7	260,2	3,69

C ₂ S _{0,30}	21.7	281,0	21,6	46,8	70,3	6,39
	1.8	279,1	0,0	41,2	41,7	4,64
	10.8	278,6	0,0	53,3	53,5	5,35
	20.8	278,4	15,6	29,0	45,9	4,17
	31.8	277,1	3,0	56,7	60,3	6,03
	10.9	276,5	0,0	45,8	47,4	4,74
	20.9	274,9	13,1	25,7	38,7	3,87
	30.9	275,0				
	Toplam	18,6	53,3	298,6	357,9	5,03
C ₂ S _{0,50}	21.7	279,9	21,6	22,9	45,3	4,11
	1.8	279,1	0,0	19,6	20,5	2,28
	10.8	278,2	0,0	43,2	44,1	4,41
	20.8	277,3	15,6	23,3	39,1	3,56
	31.8	277,1	3,0	45,0	48,5	4,85
	10.9	276,6	0,0	24,7	25,2	2,52
	20.9	276,1	13,1	24,9	38,2	3,82
	30.9	275,9				
	Toplam	4,0	53,3	203,6	260,9	3,65
C ₂ S _{0,70}	21.7	279,8	21,6	0,0	22,9	2,08
	1.8	278,5	0,0	0,0	10,9	1,21
	10.8	267,6	0,0	29,3	27,7	2,77
	20.8	269,2	15,6	0,0	26,2	2,38
	31.8	258,6	3,0	29,3	26,9	2,69
	10.9	264	0,0	29,3	31,6	3,16
	20.9	261,7	13,1	29,3	34,3	3,43
	30.9	269,8				
	Toplam	10,0	53,3	117,1	180,4	2,53



Şekil 4.9. Deneme konularına göre ortalama günlük bitki su tüketimlerinin sulama sezonu boyunca değişimleri

Çizelge 4.5'ten izlenebileceği gibi deneme konularının; yaklaşık 2,5 aylık yaz periyodunca olan toplam bitki su tüketimleri 382,7 mm ile 180,4 mm, günlük bitki su tüketimleri ise 5,38 mm/gün ile 2,53 mm/gün arasında değişmiştir. En yüksek günlük ve mevsimlik bitki su tüketimi, serin iklim çimlerinde; bitkinin su stresine sokulmadığı, sık aralıklarla hafif sulamaların yapıldığı C₁S_{0,30} konusunda, en düşük günlük ve mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ise sıcak iklim çiminin; bitkinin strese sokularak seyrek aralıklarla sulamaların yapıldığı C₂S_{0,50} konusunda gözlemlenmiştir. Çim çeşitleri ayrı değerlendirildiğinde, serin iklim çimlerinde 382,7 mm ile 206,2 mm olan mevsimlik bitki su tüketimi, sıcak iklim çiminde 357,9 mm ile 180,4 mm arasında; günlük bitki su tüketimleri ise serin iklim çimlerinde 5,38 mm/gün ile 3,69 mm/gün, sıcak iklim çimlerinde 5,03 mm/gün ile 2,53 mm/gün arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerlere bakıldığında sıcak iklim çiminin mevsimlik olarak serin iklim çimlerine göre %8-40 oranında daha düşük su tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.

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.

Çizelge 4.4'den izleneceği gibi deneme süresince, deneme konularına başladıktan sonra her sulamada uygulanan sulama suyu miktarları 10,7-31,0 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 bitkisi türlerinde yapılan çalışmalarda fenolojik gözlemlere ilişkin çimlenme ve kaplama süresi, kalite, vejetasyon yüksekliği, renk ve yüzey kaplama parametrelerine ilişkin sonuçlar elde edilmiş ve aşağıda yorumlanmıştır. Denemenin ilk tesis yılı sebebiyle bitkiler kök ve vejetatif gelişimlerini ancak tamamlamışlar bu nedenle ot verimleri belirlenmemiştir.

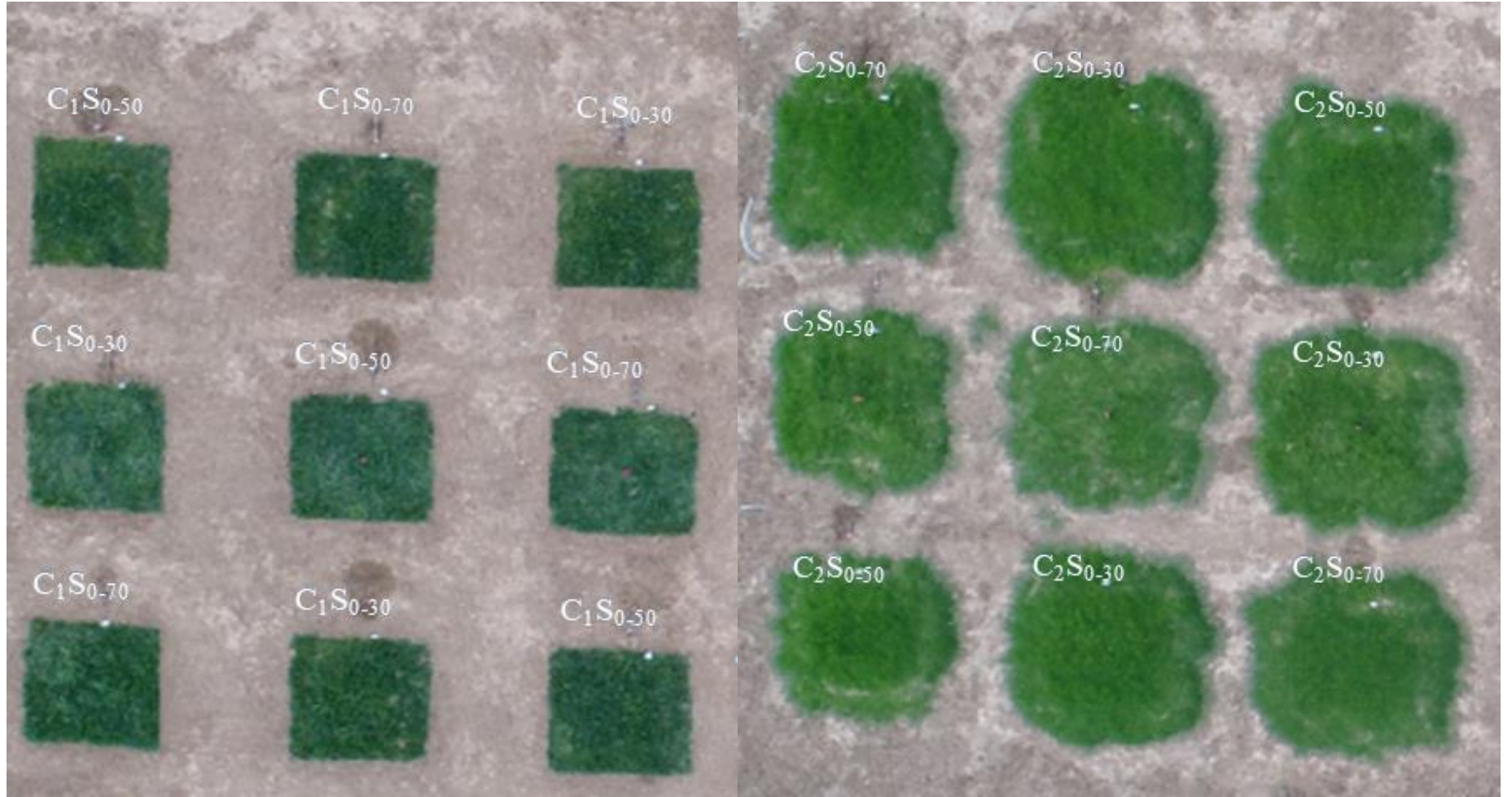
4.4.1. Çimlenme ve kaplama süresi

Serin iklim çim çeşitleri karışımının ekimi 7 Mayıs 2017 tarihinde gerçekleştirilmiş olup çimlenme 14 Mayıs 2017 tarihinde ekim tarihinden 7gün sonra başlamıştır. Çimlenmenin %50'sinin tamamlanması 21 Mayıs 2017 tarihinde ve %100 çimlenme 2 Haziran tarihinde, ekim tarihinden 28 gün sonra gerçekleşmiştir (Çizelge 4.6).

Sıcak iklim Bermuda grass çim çeşidi serada fide haline getirildikten sonra 5 Mayıs 2017 tarihinde parsellere dikimi gerçekleştirilmiştir. Fidelerin %50 oranında parseli kaplaması dikim tarihinden 41 gün sonra, %100 kaplaması ise 51 gün sonrasında gerçekleşmiştir.

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 ₁ (Serin iklim)	S _{0.30}	07.05.2017	7	7	12	26
	S _{0.50}	07.05.2017	7	7	12	26
	S _{0.70}	07.05.2017	7	7	12	26
C ₂ (Sıcak iklim)	S _{0.30}	05.05.2017	-	41	10	51
	S _{0.50}	05.05.2017	-	41	10	51
	S _{0.70}	05.05.2017	-	41	10	51



Şekil 4.10. Deneme konuları arasındaki görsel farklar (20.08.2017)

4.4.2. Vejetasyon yüksekliği

Serin ve sıcak iklim çim çeşitlerinin vejetasyon yüksekliklerine ait değerler Çizelge 4.7’de ifade edilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi gerek çim çeşitleri arasında gerekse sulama konuları arasında vejetasyon yüksekliği açısından farklılıklar olduğu gözlemlenmektedir. C₁ konularında vejetasyon yükseklikleri 13,50 cm ile 12,67 cm arasında değişirken C₂ konularında bu değerler 12,40 cm ile 12,0 cm arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında ise C₁S_{0,30} konusunda en yüksek değer iken, C₂ en yüksek değerini S_{0,30} konusunda 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 C₁S_{0,50}, ikinci grubu C₁S_{0,30} oluştururken C₁S_{0,70} 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, C₁S_{0,50} ve C₂S_{0,30} konuları ilk grubunu oluşturmuştur. Sıcak iklim çiminin, bitkinin stres yaşadığı S_{0,70} 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. Vejetasyon yüksekliği (cm)

Çeşitler	Sulama Düzeyi	1.Blok	2.Blok	3.Blok	Blok Ortalamalar
C ₁ (Serin iklim)	S _{0,30}	13,50	13,47	13,50	13,49
	S _{0,50}	13,0	13,17	13,37	13,18
	S _{0,70}	12,67	12,70	12,67	12,68
C ₂ (Sıcak iklim)	S _{0,30}	12,33	12,40	12,33	12,35
	S _{0,50}	12,00	12,07	12,00	12,02
	S _{0,70}	12,17	12,13	12,17	12,16

Çizelge 4.8. Vejetasyon yüksekliklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değerleri	
					%5	%1
Tekrarlama	2	0.012	0.006	0.948ns	19.000	99.000
Çeşit (Ç)	1	3.967	3.967	616.070**	18.510	98.500
Hata-1	2	0.013	0.006			
Sulama (S)	2	0.472	0.236	36.077**	4.460	8.650
ÇxS	2	0.696	0.348	53.201**	4.460	8.650
Hata	8	0.052	0.007			
Genel	17	5.212	0.307			

*: 0,05 düzeyinde önemli

**: 0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.9. Vejetasyon yüksekliklerine ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Çeşit	Sulama düzeyleri			Ortalama
	S ₃₀	S ₅₀	S ₇₀	
C ₁ (Serin iklim)	13,490 a	13,180 b	12,680 c	13,117
C ₂ (Sıcak iklim)	12,353 d	12,023 e	12,157 e	12,178
<i>Ortalama</i>	12,921	12,601	12,419	12,647
<i>LSD (P<0,01)</i>	Çeşit: 0,375 Sulama düzeyi: 0,157 Çeşit x Sulama düzeyi:0,229			

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 C₂ çim çeşidinde sulama konularının bir farklılık oluşturmadığı, C₁ çeşidinde ise 8,67 ile 7,0 arasında değişen değerler olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10). C₁ çeşidinde en yüksek değer olan 8,67 S_{0,30} konusunda, en düşük değer olan 7,00 ise S_{0,70} 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 C₂ çim çeşidinde herhangi bir farklılık yaratmamış ve hepsi birinci grupta yer almıştır. C₁ çim çeşidinde ise S_{0,30} konusu ikinci, S_{0,50} konusu üçüncü, S_{0,70} konusu da dördüncü grupta kalmıştır.

Bu bulgulardan yola çıkılarak sıcak iklim çiminde sulamaya başlanacak nem düzeylerinin yüzey kaplama düzeyini etkilemediği, C₁ çiminde ise aksine çok önemli düzeyde etkilediği görülmektedir. C₂ çeşidinin, sulama konularından etkilenmeksizin, C₁ çeşidine göre daha istenen bir yüzey kaplama oluşturduğu gözlemlenmiştir. C₁ çeşidinde ise en iyi yüzey kaplamayı S_{0,30} 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. Yüzey kaplama değerlerine ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Çeşitler	Sulama Düzeyi	1.Blok	2.Blok	3.Blok	Ortalama
C ₁ (Serin iklim)	S _{0.30}	8,67	8,67	8,67	8,67
	S _{0.50}	7,17	7,33	7,33	7,28
	S _{0.70}	7,17	7,00	7,00	7,06
C ₂ (Sıcak iklim)	S _{0.30}	9,00	9,00	9,00	9,00
	S _{0.50}	9,00	9,00	9,00	9,00
	S _{0.70}	9,00	9,00	9,00	9,00

Çizelge.4.11. Yüzey kaplama değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değerleri	
					%5	%1
Tekrarlama	2	0.000	0.000	1.000ns	19.000	99.000
Çeşit (Ç)	1	7.987	7.987	1437601.002**	18.510	98.500
Hata-1	2	0.000	0.000			
Sulama (S)	2	2.296	1.148	252.960**	4.460	8.650
ÇxS	2	2.296	1.148	252.960**	4.460	8.650
Hata	8	0.036	0.005			
Genel	17	12.616	0.742			

*: 0.05 düzeyinde önemli

** : 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.12. Yüzey kaplama değerlerine ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Çeşit	Sulama düzeyleri			Ortalama
	S _{0.30}	S _{0.50}	S _{0.70}	
C ₁ (Serin iklim)	8,670 b	7,277 c	7,057 d	7,668
C ₂ (Sıcak iklim)	9,000 a	9,000 a	9,000 a	9,000
<i>Ortalama</i>	8,835	8,139	8,029	8,334
<i>LSD (P≤0.01)</i>	Çeşit: 0,011 Sulama düzeyi: 0,130 Çeşit Sulama düzeyi: 0,193			

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_1 konularında renk değerleri 9,00 ile 7,33 arasında değişirken C_2 konularında bu değerler 6,50 ile 6,17 arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında ise her iki çim çeşidinde de $S_{0.30}$ konularında en yüksek değerler, $S_{0.70}$ 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 interaksyonu 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 $C_1S_{0.30}$, ikinci grubu $C_1S_{0.50}$, üçüncü grubu $C_1S_{0.70}$, dördüncü grubu $C_2S_{0.30}$ oluştururken $C_2S_{0.50}$ ve $C_2S_{0.70}$ konuları sonuncu grupta kalmıştır. Bu bulgular ışığında serin iklim çimlerinin strese girmeksizin sulandığı $S_{0.30}$ konusunda en yoğun yeşil rengi sunduğu, $S_{0.50}$ konusunun bir alt grupta yer almasına karşın sıcak iklim çiminden daha etkin bir yeşile sahip olduğu, bitkinin su stresine girdiği $S_{0.70}$ konusunda da yeşil rengin arada çok fark yaratacak düzeyde değişmediğini söyleyebiliriz.

Sıcak iklim çiminde ise $S_{0.30}$ konusu üst grupta yer alırken $S_{0.50}$ ve $S_{0.70}$ konularının ikisi birden bir alt grupta yer almasıyla beraber kendi sulama konuları arasında çok fark olmamakla beraber serin iklim çim çeşidine göre daha düşük düzeyde kalmıştır.

Kneebone vd. (1992)'de paralel sonuçlarla karşılaşmışlardır.

Çizelge 4.13. Renk değerleri

Çeşitler	Sulama Düzeyi	1.Blok	2.Blok	3.Blok	Ortalama
C_1 (Serin iklim)	$S_{0.30}$	9,00	9,00	9,00	9,00
	$S_{0.50}$	8,17	8,00	8,00	8,05
	$S_{0.70}$	7,17	7,17	7,33	7,22
C_2 (Sıcak iklim)	$S_{0.30}$	6,50	6,33	6,50	6,44
	$S_{0.50}$	6,33	6,17	6,17	6,23
	$S_{0.70}$	6,17	6,17	6,17	6,17

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	0.022	0.011	8.046ns	19.000	99.000
Çeşit (Ç)	1	14.815	14.815	11065.100**	18.510	98.500
Hata-1	2	0.003	0.001			
Sulama (S)	2	3.171	1.586	261.827**	4.460	8.650
ÇxS	2	1.696	0.848	140.021**	4.460	8.650
Hata	8	0.048	0.006			
Genel	17	19.754	1.162			

*: 0.05 düzeyinde önemli

** : 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.15. Renk değerlerine ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Çeşit	Sulama düzeyleri			Ortalama
	S _{0.30}	S _{0.50}	S _{0.70}	
C ₁ (Serin iklim)	9,000 a	8,057 b	7,223 c	8,093
C ₂ (Sıcak iklim)	6,443 d	6,223 e	6,170 e	6,279
Ortalama	7,722	7,140	6,697	7,186
LSD (P<0.01)	Çeşit: 0,171 Sulama düzeyi: 0,151 Çeşit x Sulama düzeyi: 0,212			

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. C₁ konularında kalite 9,0 ile 8,0 değerleri arasında değişirken, C₂ 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 interaksiyonu 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 C₁ konularında daha derin C₂ konularında ise daha sığ olduğu söylenebilir. Çizelge 4.18'den de açıkça görüldüğü gibi C₁S_{0.30} konusu birinci, C₁S_{0.50} ve C₂S_{0.50} konuları ikinci grupta yer alırken C₂S_{0.30} ve C₂S_{0.70} konuları üçüncü 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: Kalite değerleri

Çeşitler	Çeşitler	Sulama Düzeyi	1.Blok	2.Blok	3.Blok
C ₁ (Serin iklim)	S _{0.30}	9,00	9,00	8,83	8,28
	S _{0.50}	8,67	8,67	8,67	8,67
	S _{0.70}	8,00	8,00	8,17	8,06
C ₂ (Sıcak iklim)	S _{0.30}	8,33	8,33	8,17	8,28
	S _{0.50}	8,67	8,67	8,50	8,61
	S _{0.70}	8,33	8,33	8,17	8,28

Çizelge 4.17. Kalite değerlerine ait varyans analizi sonuçlar

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değerleri	
					%5	%1
Tekrarlama	2	0.027	0.013	1.000	19.000	99.000
Çeşit (Ç)	1	0.127	0.127	9.496	18.510	98.500
Hata-1	2	0.027	0.013			
Sulama (S)	2	0.846	0.423	87.755**	4.460	8.650
ÇxS	2	0.617	0.309	64.017**	4.460	8.650
Hata	8	0.039	0.005			
Genel	17	1.682	0.099			

*: 0,05 düzeyinde önemli

** : 0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.18. Kalite değerlerine ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Çeşit	Sulama düzeyleri			Ortalama
	S _{0.30}	S _{0.50}	S _{0.70}	
C ₁ (Serin iklim)	8.943 a	8.670 b	8.057 d	8.557
C ₂ (Sıcak iklim)	8.277 c	8.613 b	8.277 c	8.389
<i>Ortalama</i>	8.610	8.642	8.167	8.473
<i>LSD (P≤0.01)</i>	Çeşit: 0.540 Sulama düzeyi: 0.135 Çeşit Sulama düzeyi: 0.193			

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

Araştırmada iki farklı çim çeşidi için her bir sulama konusundan elde edilen günlük ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Aynı zamandan 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 referans bitki su tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.5'te verilen 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 referans bitki su tüketimi (ET_0) değerleri Çizelge 4.19'da özetlenmiştir.

Uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliğinin belirlenmesinde ilk değerlendirme, ölçülen bitki su tüketimi değerleri ile değinilen tahmin eşitlikleri kullanılarak hesaplanan referans bitki su tüketim değerleri arasındaki farkların kareler toplamı alınarak yapılmış, ikinci değerlendirmede ise ölçülen bitki su tüketimleri ile hesaplanan referans bitki su tüketimleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayısına bakılmıştır. Üçüncü değerlendirmede mevsimlik bitki su tüketimi karşılama yüzdesi (%ET), 100'e en yakın olan değer dikkate alınmıştır (Orta 1994). Hesaplanan değerler ve sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

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

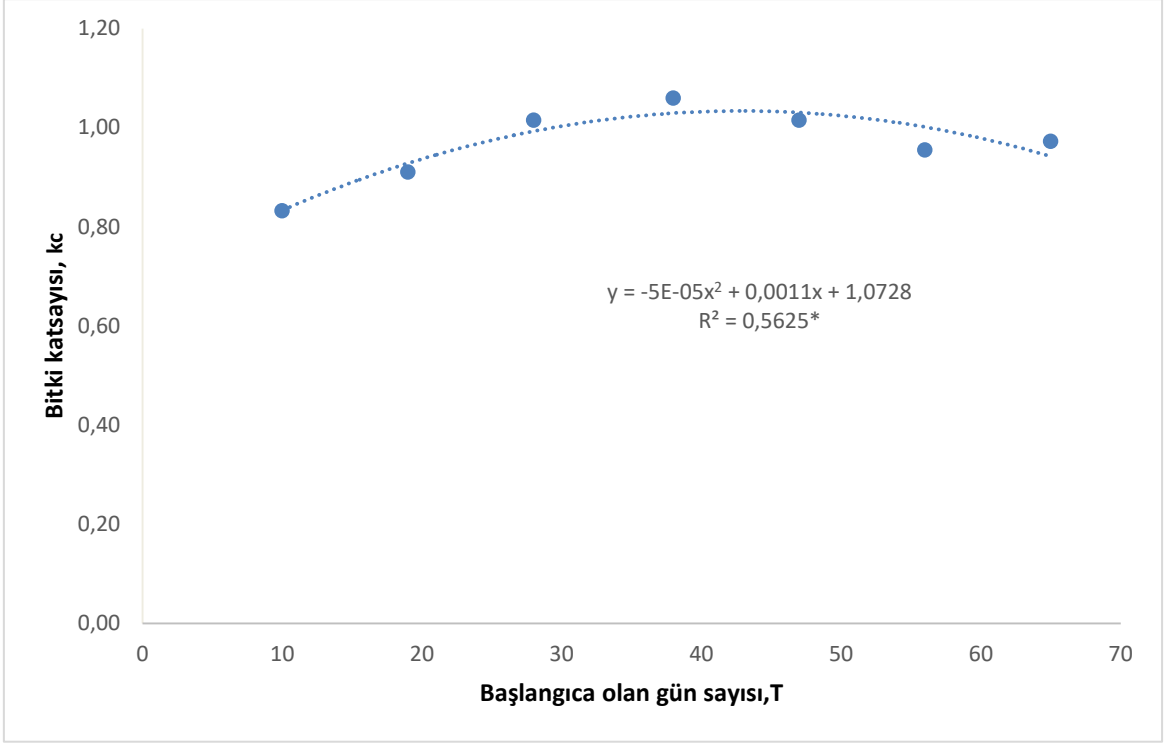
Bitki Çeşidi	Periyot	Ölçülen Bitki Su Tüketimleri (mm/gün)	Farklı Yöntemlerle hesaplanan referans bitki su tüketimi E_{t0} (mm/gün)				
			J-H	P-FAO	P-M	A-FAO	B-C
C1	21.7-31.7	4,33	3,77	5,48	5,05	6,44	5,20
	1.8-10.8	4,70	4,20	6,11	5,88	7,60	5,17
	11.8-20.8	5,07	3,61	6,16	5,52	5,20	5,00
	21.8-31.8	4,55	2,76	5,08	4,46	5,96	4,30
	1.9-10.9	4,57	3,06	4,24	4,81	5,60	4,50
	11.9-20.9	4,49	2,98	4,91	5,34	5,71	4,70
	21.9-30.9	4,76	1,19	4,18	2,98	4,48	4,90
C2	21.7-31.7	4,20	3,77	5,48	5,05	5,63	5,20
	1.8-10.8	2,71	4,20	6,11	5,88	6,65	5,17
	11.8-20.8	4,18	3,61	6,16	5,52	4,55	5,00
	21.8-31.8	3,37	2,76	5,08	4,46	5,21	4,30
	1.9-10.9	4,52	3,06	4,24	4,81	4,90	4,50
	11.9-20.9	3,47	2,98	4,91	5,34	5,00	4,70
	21.9-30.9	3,71	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

Çim çeşidi	Tahmin Yöntemi	Farkların kareler toplamı	Korelasyon Katsayısı	Mevsimlik Bitki Su Tüketimini Karşılama yüzdesi (%ET)
C₁	J-H	3,32	0,855	66
	P-FAO	0,77	0,653	112
	P-M	0,87	0,653	105
	A-FAO	2,94	0,870	128
	B-C	0,16	0,750	104
C₂	J-H	1,69	0,858	83
	P-FAO	3,20	0,701	138
	P-M	2,55	0,517	130
	A-FAO	3,72	0,473	138
	B-C	1,65	0,665	129

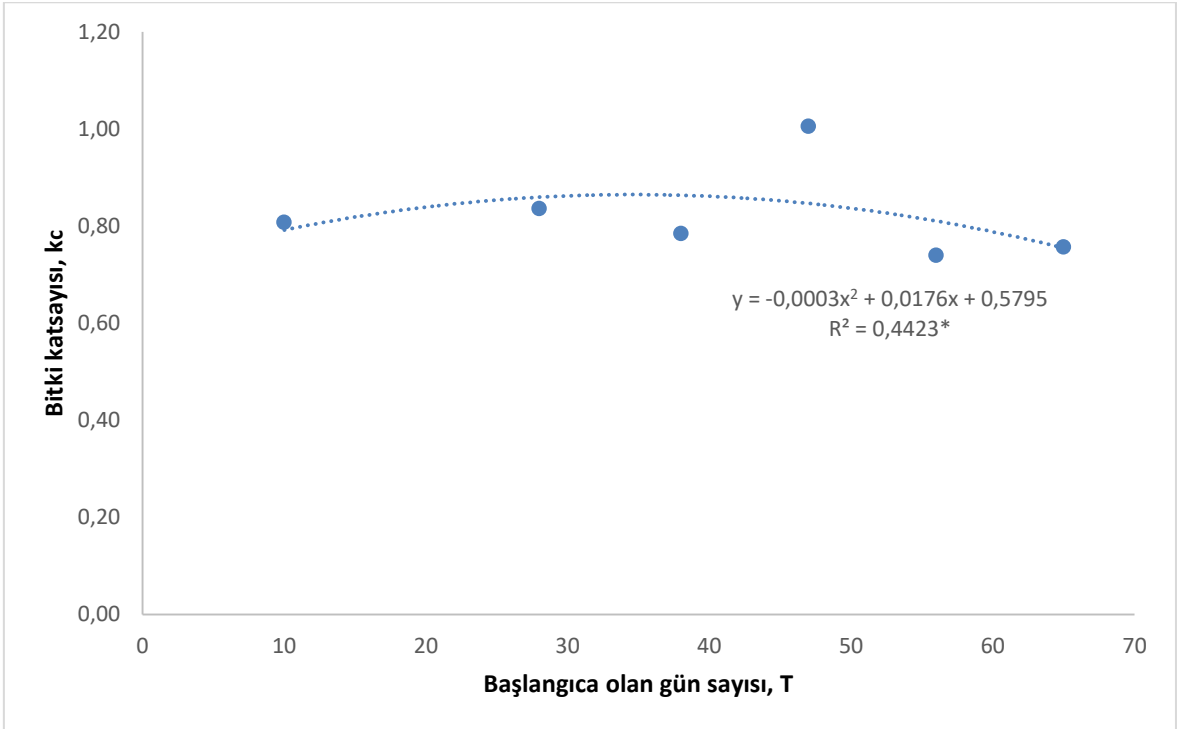
Uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliğinin belirlenmesinde dördüncü değerlendirme, ölçülen bitki su tüketimlerinin referens bitki su tüketimlerine oranlanmasıyla bulunan k_c bitki katsayılarına ilişkin korelasyon katsayısının elde edilmesi ve beşinci değerlendirme mevsimlik ortalama k_c bitki katsayısına 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 Çizelge 4.21’de görüleceği üzere en yüksek korelasyon katsayısına sahip eşitliğe ait korelasyon katsayısı dikkate alınmıştır.

En düşük kareler toplamı, 100’e en yakın mevsimlik bitki su tüketimi karşılama yüzdesi ve 1’e en yakın mevsimlik ortalama bitki katsayısı (k_c) değerleri birlikte dikkate alındığında, her iki çim çeşidinde de Blaney-Cridle yöntemi öne çıkmaktadır. Bu yöntemler için bitki katsayısı eğrileri şekil 4.11 ve şekil 4.12’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-Cridle yönteminin sağlıklı sonuçlar üretmesine sebep olmuştur. Penman-Monteith yönteminin her yöre ve iklim koşulunda kıyas bitki su tüketimi tahmini için başarıyla kullanılabileceği birçok çalışmada belirtilmiştir (Jensen vd., 1990; Allen vd., 1998; Ventura vd., 1999). Irmak vd. (2005)’nin yaptığı çalışmada da yakın sonuçlar ortaya çıkmıştır.



*: p<0.05 düzeyinde önemli

Şekil 4.11. Blaney-Cridle yönteminin (B-C) serin iklim çim karışım türünde k_c kat sayısı eğrisi



*: p<0.05 düzeyinde önemli

Şekil 4.12. Blaney-Cridle yönteminin (B-C) sıcak iklim çim karışım türünde k_c 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
C1	11	1,15	0,79	0,86	0,67	0,83
	21	1,12	0,77	0,80	0,62	0,91
	31	1,41	0,82	0,92	0,98	1,01
	42	1,65	0,90	1,02	0,76	1,06
	52	1,49	1,08	0,95	0,82	1,01
	62	1,51	0,91	0,84	0,79	0,95
	72	4,00	1,14	1,60	1,06	0,97
	Mevsimlik ortalamalar	1,76	0,92	1,00	0,81	0,97
	Eşitlik	$k_c = 0,0015T^2 - 0,0755T + 1,9828$	$k_c = 5E-05T^2 + 0,0022T + 0,7399$	$k_c = -0,0003T^2 + 0,0175T + 0,7646$	$k_c = 4E-05T^2 + 0,0025T + 0,6579$	$k_c = -5E-05T^2 + 0,0011T + 1,0728$
	Korelasyon katsayısı, r	0,730	0,7568	0,426	0,429	0,562
C2	11	1,35	0,93	1,00	0,90	0,98
	21	0,95	0,65	0,68	0,58	0,77
	31	1,07	0,63	0,70	0,85	0,77
	42	1,21	0,66	0,75	0,64	0,78
	52	1,43	1,03	0,91	0,89	0,97
	62	1,30	0,79	0,73	0,78	0,83
	72	2,85	0,81	1,14	0,87	0,69
	Mevsimlik ortalamalar	1,45	0,79	0,84	0,79	0,83
	Eşitlik	$k_c = 0,0012T^2 - 0,0608T + 1,6115$	$k_c = 5E-05T^2 + 0,0009T + 0,6152$	$k_c = 0,0003T^2 - 0,0171T + 0,885$	$k_c = 5E-05T^2 + 0,001T + 0,6285$	$k_c = -0,0003T^2 + 0,0176T + 0,5795$
	Korelasyon katsayısı, r	0,736	0,267	0,491	0,223	0,442

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Trakya yöresinde toprak altı damla sulama yöntemiyle sulanan serin ve sıcak iklim çimlerinde sulama zamanı planlaması ve çeşitlerin farklılıkların ortaya koymak amacıyla 2017 yaz döneminde yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlara dayanarak öneriler aşağıda özetlenmiştir.

Deneme koşullarında toprak altı damla sulama yöntemi ile sulanan serin ve sıcak iklim çim çeşitlerinin sulamaya başlanacak nem düzeylerine karşı gösterdikleri tepkiler istatistiksel açıdan önemlilik arz etmiştir. Serin iklim çimlerinde tüm kalite unsurları beraber 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 $S_{0.50}$ konusu önerilebilir. Bunun yanında deneme süresince $S_{0.70}$ konusunun görsel tatminin eldesi noktasında hiçbir yetersizlik belirlenmemiştir. Buradan hareketle toprak altı damla sulama yöntemiyle sulanan serin iklim çimlerinde KSTK'nın %70'i tüketildiğinde de sulamaya başlanabileceği söylenebilir.

Bezirgan 2018'in yaptığı yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan serin ve sıcak iklim çimlerinde sulama zamanı planlaması yüksek lisans tez çalışmasıyla kıyaslandığında farklı sonuçlar çıkmıştır.

Çalışma sonucunda serin iklim çimlerinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50 si tüketildiğinde sulamaya başlanması, ortalama 5 gün aralıklarla sulama yapılması, toprak nem izlemesi yapılamıyorsa ise A sınıfı kaptan olan toplam buharlaşma miktarının yaklaşık %60'ı kadar sulama suyu uygulanması önerilebilir. Sıcak iklim çimlerinde ise kullanılabilir su tutma kapasitesinin %70 si tüketildiğinde sulamaya başlanması, ortalama 10 gün aralıklarla sulama yapılması, Toprak nem izlemesi yapılamıyorsa A sınıfı kaptan olan toplam buharlaşma miktarının yaklaşık %30'u kadar sulama suyu uygulanması önerilebilir.

İki farklı çim çeşidinin önerilen konuları kıyaslandığında ise, serin iklim $S_{0.50}$ konusu 12 adet, sulama suyu miktarı 267,1 mm , bitki su tüketimi ise 343,9 mm; sıcak iklim çim bitkisinde ise, bu değerler sırasıyla $S_{0.70}$ konusu 4 adet, sulama suyu miktarı 117,1 mm, bitki su tüketimi ise 180,4 mm dir. Bu sonuçlara göre, sıcak iklim çimi serin iklim çimine göre %43 daha az sulama suyu uygulanmış ve bitki su tüketimi %52 daha az olmuştur. Kabaca; sıcak iklim çiminin, serin iklim çimine 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 işletmeciliği 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. 1994. Çim Alanlar Yapım ve Bakım Tekniği. Çevre Ltd. Sti. Yayın No:4, Bursa.
- Ahmad I, Khan MA, Qasım 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.
- Aronson LJ, Gold AJ, Hull RJ, Cisar JL (1987). Evapotranspiration of Cool-Season Turfgrasses in The Humid Northeast. *Agron. J.* 79: 901-905.
- 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.
- Avcıoğlu R, Soya H, Geren H (1999). Bazı Yeşil (Çim) Alan Buğdaygillerinin Vejetatif Tohumlukla Üretimi Üzerinde Araştırmalar, Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 3:138-142.
- 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 Fasulye, 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, Büyüktaş 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.
- 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 Evapotransirasyon 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.
- Bezirgan S, (2018). Yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan serin ve sıcak iklim çimlerinde sulama zamanı planlaması, Namık Kemal Üniv. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi, 91s, Tekirdağ.
- 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.
- Bouyoucous 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.
- Doorenbos J, Pruitt W (1977). Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage, 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.
- Erdem Y (1996). Kırklareli Koşullarında Bitki Su Tüketimi Tahmin Eşitliklerinin Karşılaştırılması. Trakya. Üniv. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi, 61s, Edirne.
- Evett S, Howell AT, Steiner JL, Cresap LL (1993). Management of Irrigation and Drainage, Div/ASCE, Utah.
- Espitkar Z, Avcioğlu R (1994). Ege Sahil Kuşağında Yeşil Alana Uygun Olabilecek Bazı Buğdaygiller Üzerinde Araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir.
- 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, Strohmman 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 Irrigation. 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 Ampirik 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 (1997). Sulama. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Genel Yayın No:174, Ders Kitapları Yayın No:52, 530ss Adana.
- 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, 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). Lipya Çimi(*Phyla nodiflora* L.) Greene Bitkisinin İzmir Koşullarında Optimum Su Gereksinimi İle Basılmaya Dayanımının Saptanması Üzerinde Araştırmalar. *Tr.J. of Agriculture and Forestry* 21:469-474, Tübitak, Ankara.
- Madison J, 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.
- 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 Bakım Tekniği. 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.
- Sönmez N, Ayyıldız M (1964). Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve Islahı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 229, Ankara.
- Şahinler Ç (1997) Peyzaj Sulama Tasarımı ve Bursa Büyükşehir Belediyesi Soğanlı Kent Parkı Uygulanması. 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, (Yayınlanmamış 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.
- 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.
- 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, (2005). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1542. 348s.Ankara.
- 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.

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

ÖZGEÇMİŞ

Havva Ayanoglu, 1987 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini aynı ilde tamamladıktan sonra, 2006 yılında kazandığı Namık Kemal Üniversitesi Gıda Teknolojisi Bölümünden 2008 yılında mezun oldu. Bir yıl özel sektör deneyimiyle birlikte okul hayatına ara verdikten sonra, 2009 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünü kazanarak 2012 yılında mezun oldu. Aynı yıl Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisansa başladı. 2013 yılından bu yana Rain Bird Otomatik Sulama Ürünleri firmasında Proje Mühendisi olarak çalışmaktadır.