

**YAĞMURLAMA SULAMA YÖNTEMİ İLE
SULANAN SERİN VE SICAK İKLİM ÇİMLERİNİN
SU TÜKETİMLERİ VE SULAMA ZAMANLARININ
BELİRLENMESİ**

Büşra TÜRK

Yüksek Lisans Tezi

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. A. Halim ORTA

T. C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YAĞMURLAMA SULAMA YÖNTEMİ İLE SULANAN SERİN VE SICAK İKLİM
ÇİMLERİNİN SU TÜKETİMLERİ VE SULAMA ZAMANLARININ
BELİRLENMESİ**

Büşra TÜRK

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. A. HALİM ORTA

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAĞMURLAMA SULAMA YÖNTEMİ İLE SULANAN SERİN VE SICAK İKLİM ÇİMLERİNİN SU TÜKETİMLERİ VE SULAMA ZAMANLARININ BELİRLENMESİ

Büşra TÜRK

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. A. Halim ORTA

Bu çalışma, Trakya koşullarında yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan serin (%30 *Lolium perenne*, %25 *Festuca rubra rubra*, %35 *Festuca arundinacea* ve %10 *Poa pratensis*) ve sıcak iklim çim türlerinde (*Cynodon spp.*), su tüketimi ve sulama zamanı belirlenmesi amacıyla, Tekirdağ-İstanbul il sınırında Gümüşyaka köyünde yer alan Silivri belediyesine ait Tarımsal Üretim ve Araştırma Merkezi (TÜRAM) deneme alanında, 2018 yılı yaz döneminde yürütülmüştür. Araştırmada, çim türleri için üç farklı sulama düzeyi, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak denenmiştir. Araştırmada uygulanan sulama konuları; etkili kök derinliğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %30'u, %50'si ve %70'i tüketildiğinde sulamalara başlanması ve eksik nemin tarla kapasitesine tamamlanması şeklinde oluşturulmuştur. Deneme sonuçlarına göre, serin iklim çim türlerinde farklı sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarları 523,5 mm – 275,3 mm; toplam bitki su tüketimi değerleri 754,8 mm – 521,9 mm; günlük bitki su tüketimi değerleri ise; 5,2 mm/gün – 3,7 mm/gün arasında, sıcak iklim çiminde ise aynı değerler 423,8 mm – 186,2 mm; 590,1 mm – 521,5 mm; 4,1 mm/gün – 3,6 mm/gün arasında değişmiştir. Çalışmada, vejetasyon yüksekliği, kalite, yüzey kaplama, renk, yeşil ot verimi ve kuru ot ağırlığı parametreleri ile ilgili ölçüm ve gözlemler yapılmıştır. Sonuç olarak, iki farklı çim türünde farklı sulama düzeylerinin, gelişim ve kalite unsurlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Yöre koşullarında sulama suyu miktarı, kalite unsurları, sulama suyu kullanım randımanı ve sulama randımanı birlikte değerlendirildiğinde, serin iklim çimlerinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'si tüketildiğinde, sıcak iklim çiminde ise kullanılabilir su tutma kapasitesinin %70'i tüketildiğinde sulamaya başlanması önerilmiştir. Deneme konularına göre hesaplanan bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin ortalaması, serin iklim çimlerinde 0,19-0,45 sıcak iklim çiminde ise 0,19-0,32 arasında değişmiş, sulama öncesindeki ortalama CWSI değerleri ise önerilen C₁S₅₀ konusunda 0,52, C₂S₇₀ konusunda 0,65 olarak bulunmuştur. Önerilen konular kıyaslandığında, sıcak iklim çiminin serin iklim çimlerine göre %63 daha az sulama suyu talep ettiği ve %28 daha az su tükettiği belirlenmiştir. Yöre koşulları için, en uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliğinin ise serin iklim çimlerinde Penman yönteminin FAO modifikasyonu (P-FAO), sıcak iklim çimi için de Penman-Monteith yöntemi (P-M) olduğu saptanmış ve bu yöntemlere ilişkin bitki katsayısı eğrileri oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Peyzaj sulaması, çim türleri, CWSI, sulama yöntemi, sulama programı

2019, 97 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

EVAPOTRANSPIRATION AND IRRIGATION SCHEDULING OF COOL AND WARM SEASON TURFGRASSES IRRIGATED WITH SPRINKLER IRRIGATION METHOD

Büşra TÜRK

Tekirdağ Namık Kemal University
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-season turfgrass species under sprinkler irrigation method. Field experiments were conducted in the experimental fields of Silivri municipality in Gümüşyaka village located between boundaries of Tekirdağ and Istanbul, during the summer of the 2018. In the study, three different irrigation strategies were applied on cool season and warm season turfgrass species. Experimental design was split-plots in randomized blocks design with three replications. In the experimental area, Bermudagrass (*Cynodon spp.*) was used as a warm season turf type and a four-part mixture (30% *Lolium perenne*, 25% *Festuca rubra rubra*, 35% *Festuca arundinacea* and 10% *Poa pratensis*) was used as cool season turf type. Irrigation scheduling was planned according to changes of available soil moisture level in root zone. Soil moisture values of 0-30 cm soil depth were used to determine the amount of irrigation water, and that of 0-60 cm soil depth were used for measuring of actual evapotranspiration. Irrigation water was applied when approximately 30%, 50% and 70% of readily available water at effective root zone of 30 cm was consumed and completed to the field capacity. For cool season turfgrass types; the total amount of irrigation water applied in different irrigation strategies varied between 523,5 mm – 275,3 mm, seasonal evapotranspiration values varied between 754,8 mm – 521,9 mm, and daily evapotranspiration values varied between 5,2 mm/day – 3,7 mm/day. As for warm season turfgrass types; same values varied between 423,8 mm – 186,2 mm; 590,1 mm – 521,5 mm; and 4,1 mm/day – 3,6 mm/day, respectively. Data on, vegetation height, quality, surface coating, color, fresh yield and dry matter yield parameters were collected in the study. In conclusion, the effect of different irrigation levels on two different turfgrasses have been determined to be statistically significant. When factors such as amount of irrigation water applied, water-use, efficiency cutting frequency and quality parameters under the region's conditions are evaluated together; it is suggested to start irrigation when approximately 50% of the available water in effective root zone is consumed for cool season turfgrass and when approximately 70% is consumed for warm season turfgrass. Average CWSI values calculated for different irrigation treatments were 0,19-0,45 for cool season turf, 0,19-0,32 for warm season turf besides, average CWSI values before irrigation application, by other words irrigation threshold for suggested treatments, C₁S₅₀ and C₂S₇₀, were 0,52 and 0,65, respectively. When suggested applications are compared, it has been determined that warm season turfgrass demands 63% less irrigation water and consumes 28% less water than cool season turfgrass. Besides, the most suitable reference evapotranspiration estimation methods under the experimental condition are Penman-FAO modification (P-FAO) and Penman-Monteith (P-M) method for cool season and warm-season turfgrass species, respectively, and crop coefficient (kc) curves have been prepared for both turfgrass species.

Keywords: Landscape irrigation, turfgrass species, CWSI, irrigation method, irrigation timing

2019, 97 pages

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİL DİZİNİ	vi
ÇİZELGE DİZİNİ	viii
SİMGELER DİZİNİ	x
ÖNSÖZ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Çim Türleri	3
2.2. Sulama Zamanı Planlaması	5
2.3. Bitki Su Tüketimi	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Araştırma alanının yeri	10
3.1.2. İklim özellikleri	10
3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya	13
3.1.4. Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması	13
3.1.5. Sulama sisteminin unsurları.....	14
3.1.6. Toprak nem ölçme aracı	16
3.1.7. Infrared Termometre	17
3.1.8. A sınıfı kabı buharlaşma.....	18
3.1.9. Çim bitkisine ait özellikler	19
3.1.9.1. İngiliz Çimi (<i>Lolium perenne</i>).....	19
3.1.9.2. Kırmızı Yumak (<i>Festuca rubra rubra</i>)	20

3.1.9.3. Kamışsı Yumak (<i>Festuca arundinacea</i>).....	20
3.1.9.4. Çayır Salkım Otu (<i>Poa pratensis</i>)	21
3.1.9.5. Köpek Dişi (Bermuda grass) (<i>Cynodon spp</i>).....	21
3.1.10. Kullanılan bilgisayar paket programları	22
3.2. Yöntem	22
3.2.1. Arazi çalışmalarında uygulanan yöntemler	22
3.2.1.1. Toprak ve su örneklerinin alınması	22
3.2.1.2. Toprağın su alma hızının belirlenmesi	23
3.2.1.3. Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesi	24
3.2.1.4. Infrared termometre ile bitki yüzey sıcaklığı ölçümleri (CWSI)	24
3.2.1.5. Deneme düzeni ve araştırma konuları	25
3.2.1.6. Sulama suyunun uygulanması	28
3.2.1.7. Tarım tekniği	28
3.2.2. Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler	29
3.2.2.1. Topraktaki nem miktarının takibi	30
3.2.2.2. Sulama zamanı, uygulanacak sulama suyu miktarı ve sulama süresinin saptanması..	30
3.2.2.3. Infrared termometre ile bitki su stres indeksi (CWSI)'nin belirlenmesi	31
3.2.2.4. Bitki su tüketiminin saptanması	31
3.2.2.5. Uygun bitki su tüketim tahmin eşitliklerinde ve bitki katsayısı eğrilerinin eldesinde kullanılan yöntemler	32
3.2.2.6. Bitki gelişim ve kalite öğelerinin belirlenmesi.....	37
3.2.2.7. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı	38
3.2.2.8. İstatistiksel analizler	38
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	39
4.1. Toprak ve Su Örnekleri Analiz Sonuçları	39
4.1.1. Toprağın fiziksel özellikleri.....	39
4.1.2. Sulama suyu analizi	39

4.1.3. Toprağın su alma hızı sonuçları	40
4.2. A Sınıfı Kaptan Ölçülen Buharlaştırma Miktarı Sonuçları.....	40
4.3. Uygulanan Sulama Suyu Miktarları ve Ölçülen Bitki Su Tüketim Sonuçları.....	40
4.4. Bitki Su Stres İndeksi (CWSI).....	53
4.5. Çim Çeşitlerinin Fenolojik Gözlemlerine İlişkin Sonuçlar	59
4.5.1. Vejetasyon yüksekliği.....	59
4.5.2. Kalite	60
4.5.3. Yüzey kaplama	61
4.5.4. Renk.....	63
4.5.5. Yeşil ot verimi	64
4.5.6. Kuru ot ağırlığı	65
4.6. Sulama Suyu Kullanım Randımanı ve Su Kullanım Randımanına İlişkin Sonuçlar	67
4.6.1. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE)	67
4.6.2. Su kullanım randımanı (WUE).....	68
4.7. Uygun Bitki Su Tüketimi Tahmin Eşitliği ve Bitki Katsayısı Eğrileri	70
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	75
6. KAYNAKLAR.....	77
ÖZGEÇMİŞ	84

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Araştırma alanının uydu görüntüleri	10
Şekil 3.2. Deneme alanında kullanılan otomatik meteoroloji istasyonu	11
Şekil 3.3. Bir deneme parselinin ayrıntısı.....	14
Şekil 3.4. Sulama sistem unsurları.....	15
Şekil 3.5. Toprak nem ölçüm aracı.....	16
Şekil 3.6. Toprak nem ölçüm aracına ilişkin kalibrasyon doğrusu ve eşitliği.....	17
Şekil 3.7. Infrared (Kızılötesi) termometre	18
Şekil 3.8. A sınıfı buharlaşma kabı	19
Şekil 3.9. Toprak örneklerinin alınması	23
Şekil 3.10. Çift silindir infiltrometre	23
Şekil 3.11. Su stresine sokulan serin iklim ve sıcak iklim çim parselleri	25
Şekil 3.12. Deneme düzeni ve araştırma konuları	27
Şekil 3.13. Sulama uygulaması.....	28
Şekil 3.14. Deneme alanında yabancı ot ile mücadele	29
Şekil 4.1. C ₁ S ₃₀ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar	43
Şekil 4.2. C ₁ S ₅₀ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar	44
Şekil 4.3. C ₁ S ₇₀ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar	44
Şekil 4.4. C ₂ S ₃₀ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar	45
Şekil 4.5. C ₂ S ₅₀ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar	46
Şekil 4.6. C ₂ S ₇₀ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar	46
Şekil 4.7. Serin ve sıcak iklim çimlerine uygulanan mevsimlik net sulama suyu miktarları (mm)	47
Şekil 4.8. Serin ve sıcak iklim çimlerinin mevsimlik bitki su tüketimi değerleri (mm)	52
Şekil 4.9. Deneme konularına göre günlük bitki su tüketimlerinin deneme boyunca değişimleri	52

Şekil 4.10. Serin iklim çimleri için alt ve üst sınır çizgileri: En yüksek ve en düşük stres koşullarında yaprak–hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a) ile buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişkiler.....	53
Şekil 4.11. Sıcak iklim çimi için alt ve üst sınır çizgileri: En yüksek ve en düşük stres koşullarında yaprak–hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a) ile buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişkiler.....	54
Şekil 4.12. C_1S_{30} konusundaki CWSI ve toprak nem değerleri.....	55
Şekil 4.13. C_1S_{50} konusundaki CWSI ve toprak nem değerleri.....	56
Şekil 4.14. C_1S_{70} konusundaki CWSI ve toprak nem değerleri.....	56
Şekil 4.15. C_2S_{30} konusundaki CWSI ve toprak nem değerleri.....	57
Şekil 4.16. C_2S_{50} konusundaki CWSI ve toprak nem değerleri.....	57
Şekil 4.17. C_2S_{70} konusundaki CWSI ve toprak nem değerleri.....	58
Şekil 4.18. Ölçüm periyodu boyunca tüm konular için ortalama CWSI değerleri.....	58
Şekil 4.19. Ölçüm periyodu boyunca tüm konular için sulama başlangıcındaki ortalama CWSI değerleri	59
Şekil 4.20. Penman yönteminin FAO modifikasyonu (P-FAO) için serin iklim çim karışım türünde kc katsayısı eğrisi	73
Şekil 4.21. Penman-Monteith yöntemi (P-M) için sıcak iklim çim türünde kc katsayısı eğrisi	73

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin bazı iklim verilerinin ortalamaları	12
Çizelge 3.2. Araştırma alanında deneme süresince ölçülen bazı iklim verilerinin onar günlük ve aylık ortalamaları	13
Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri.....	39
Çizelge 4.2. Sulama suyu analiz sonuçları	39
Çizelge 4.3. A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarları (mm)	40
Çizelge 4.4. Sulama tarihleri ve uygulanan net sulama suyu miktarları (mm)	41
Çizelge 4.4. Sulama tarihlerine göre uygulanan net sulama suyu miktarları (mm) (Devamı) .	42
Çizelge 4.5. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimleri.....	48
Çizelge 4.5. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimleri (Devamı)	49
Çizelge 4.5. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimleri (Devamı)	50
Çizelge 4.5. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimleri (Devamı)	51
Çizelge 4.6. Deneme konularına ilişkin vejetasyon yükseklikleri (cm)	60
Çizelge 4.7. Vejetasyon yüksekliklerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	60
Çizelge 4.8. Vejetasyon yüksekliklerine ilişkin ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları	60
Çizelge 4.9. Deneme konularına ilişkin kalite değerleri	61
Çizelge 4.10. Kalite değerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	61
Çizelge 4.11. Kalite değerine ilişkin ortalama değerler ve önemlilik grupları.....	61
Çizelge 4.12. Deneme konularına ilişkin yüzey kaplama değerleri	62
Çizelge 4.13. Yüzey kaplama değerine ilişkin varyans analizi sonuçları	62
Çizelge 4.14. Yüzey kaplama değerine ilişkin ortalama değerler ve önemlilik grupları	63
Çizelge 4.15. Deneme konularına ilişkin renk değerleri	64

Çizelge 4.16. Renk değerine ilişkin varyans analizi sonuçları	64
Çizelge 4.17. Renk değerine ilişkin ortalama değerler ve önemlilik grupları	64
Çizelge 4.18. Deneme konularına ilişkin yaş ot verimi değerleri (g/m^2)	65
Çizelge 4.19. Yaş ot verimine (g/m^2) ilişkin varyans analizi sonuçları	65
Çizelge 4.20. Yaş ot verimine ilişkin ortalama değerler (g/m^2) ve önemlilik grupları	65
Çizelge 4.21. Deneme konularına ilişkin kuru ot verimi değerleri (g/m^2)	66
Çizelge 4.22. Kuru ot verimine (g/m^2) ilişkin varyans analizi sonuçları	66
Çizelge 4.23. Kuru ot verimine ilişkin ortalama değerler (g/m^2) ve önemlilik grupları	67
Çizelge 4.24. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ortalama değerleri ($kg/da/mm$)	68
Çizelge 4.25. Sulama suyu kullanım randımanına ($kg/da/mm$) ilişkin varyans analizi sonuçları	68
Çizelge 4.26. Sulama suyu kullanım randımanı değerlerine ilişkin ortalama değerler ($kg/da/mm$) ve önemlilik grupları	68
Çizelge 4.27. Su kullanım randımanı (WUE) ortalama değerleri ($kg/da/mm$)	69
Çizelge 4.28. Su kullanım randımanına ($kg/da/mm$) ilişkin varyans analizi sonuçları	69
Çizelge 4.29. Su kullanım randımanına ilişkin ortalama değerler ($kg/da/mm$) ve önemlilik grupları	70
Çizelge 4.30. Ölçülen bitki su tüketimi ve bazı yöntemlerle hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri	71
Çizelge 4.31. Ölçülen bitki su tüketimi (ETc) ile referans bitki su tüketimi (ETo) arasındaki istatistiksel ilişkiler	72
Çizelge 4.32. Bitki su tüketimi tahmin eşitlikleri için elde edilen kc bitki katsayıları ve en yüksek korelasyon katsayısına sahip bitki katsayısı eşitlikleri	74

SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde
Atm	: Basınç
cm	: Santimetre
h	: Saat
dn	: Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,
dt	: Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, mm
KSTK	: Kullanılabilir su tutma kapasitesi
L	: Litre
m	: Metre
m ³	: Metreküp
mm	: Milimetre
P	: Deneme süresince düşen yağış miktarı, mm
T	: Toplam sulama süresi, h
TK	: Tarla kapasitesi, %,
SN	: Solma noktası, %
MN	: Mevcut nem, %,
γ_t	: Toprağın hacim ağırlığı, g/cm ³ ,
D	: Etkili kök derinliği, mm
CWSI	: Bitki su stres indeksi
T _c	: Bitki yüzey sıcaklığı, °C,
T _a	: Hava sıcaklığı, °C,
(T _c – T _a) _A	: Bitkide su stresinin olmadığı alt sınır,
(T _c – T _a) _Ü	: Bitkinin tamamen stres altında olduğu üst sınır
ET	: Bitki su tüketimi, mm,
I	: Toprağın su alma hızı, mm/h
I	: Uygulanan sulama suyu 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,
k _c	: Bitki katsayısı,
ET _p	: Potansiyel bitki su tüketimi, mm/gün,
C _T C ₁ , C ₂ , C _H , T _x	Amprik katsayılar (C ₂ = 7.3 °C sabit),
T	: Ortalama sıcaklık, °C,
H	: Yükseklik, m,
e ₂	: Yörede yılın en sıcak ayında ortalama maksimum sıcaklıktaki doygun buhar basıncı, mb

e_1	: 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 yansıma oranı, %,
$f_{(t)}$: Sıcaklık fonksiyonu,
$f_{(ed)}$: Buhar basıncı fonksiyonu,
$f_{(n/N)}$: Güneşlenme oranı fonksiyonu
E_p	: Kaptan ölçülen buharlaşma miktarı, mm/gün,
k_p	: Buharlaşma kabı katsayısı
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.
$IWUE$: Sulama suyu kullanım randımanı, $kg\ m^{-3}$,
WUE	: Su kullanım randımanı, $kg\ m^{-3}$,
Y	: Yeşil ot verimi, $kg\ da^{-1}$,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca üzerimde sonsuz emeği olan, 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. Yeşim Ahi, Prof. Dr. Metin Tuna 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, çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi Süleyman Bezirgan, Ziraat Yüksek Mühendisi Havva Ayanoglu ve dönem arkadaşım Çayan Öncel'e, yüksek lisans dönemim boyunca yanımda olan Seray Kuyumcu'ya, her zaman yanımda olup beni destekleyen annem Nefiye Türk'e, her sabrım tükendiğinde beni tekrar umutlandıran ve güçlü olmayı öğreten ablalarım Funda Türk Talay ve Duygu Üstün'e ve her zaman yanımda hissettiğim babam Muhammet Türk'e sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

1. GİRİŞ

Rekreasyon alanları, modern toplumun boğucu ve stres dolu yaşamdan uzaklaşması ve bireyin psikolojik olarak rahatlaması için planlanan bir arazi kullanım şeklidir. Yeşil alanların teşvik edilmesi ve kişi başına düşen yeşil alanların artırılması toplumsal gelişim açısından önem arz etmektedir (Kemnitz 1997).

Dünya Sağlık Örgütü, kentlerde kişi başına düşen yeşil alanın en az 9 m² olması gerektiği yönünde tavsiyede bulunurken, bunun en idealinin 10 ve 15 m² arasında olduğunu belirtmiştir. Türkiye’de bu standartlara sahip kentlerin son derece az olduğu, hatta bazı kentlerde kişi başına düşen yeşil alan miktarının 1 m²'ye kadar düştüğü belirtilmektedir. Oysa bu oran gelişmiş ülkelerde kişi başına ortalama 20 m²'ye kadar çıkabilmektedir (Kırdar 2013).

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 özellikler göz önünde bulundurulmaktadır (Avcıoğlu 1997). Genel olarak çim bitkisi serin iklim ve sıcak iklim çimleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Serin iklim çimlerinin su ihtiyaçları sıcak iklim çimlerine göre daha fazladır (Avcıoğlu ve ark. 2012). Ülkemizde peyzaj alanlarında yaygın olarak serin iklim çim çeşitleri kullanılmaktadır. Ancak, serin iklim çimlerinin kuraklığa olan toleransı sulama aralığını kısaltmaktadır. Kısıtlı sulama suyu kaynaklarının doğru yönetimi ve sulama ihtiyacını karşılayabilmek adına serin iklim çimlerinin yerine sıcak iklim çimlerinin tercih edilmesi doğaldır. Yaz dönemi boyunca daha az su tüketmelerine karşın yeşil renklerini koruyabilmeleri nedeniyle, kısıtlı su kaynağı koşullarında sıcak iklim çimleri tercih edilmektedir (Avcıoğlu 1997).

Nüfusun günden güne artması nedeniyle, özellikle kentsel alanlarda yeşil alan ihtiyacı artmaktadır. Kentsel yeşil alanlardan üst düzeyde faydalanılması için, planlama sürecinde çim çeşidinin belirlenmesi ve sulama düzeyinin tespiti gibi teknik konuların ciddi bir şekilde ele alınması gerekir. Bu noktada, bölge koşullarında yetiştirilebilecek serin ve sıcak iklim çimlerinin su tüketimlerinin belirlenmesi ve sulama zamanlarının planlanması, hem insan duyularını tatmin edecek yeşilin eldesi hem de su kaynaklarının doğru biçimde kullanılarak yeşil alanların sürdürülebilirliği için oldukça önemlidir (Orta 2017).

Son yıllarda küresel ısınma ve iklim değışmesiyle meydana gelen endişeler sonucunda suyun akılcı kullanımı, peyzaj alanlarında bulunan çim ve diğeri bitkiler için, uygun ve etkili sulama yöntemlerini gündeme getirmiştir. Küresel ısınmanın artarak devam etmesi ve canlılar tarafından daha da fazla hissedilmesi sonucunda, özellikle büyük kentlerde yaşanan su sorunu, suyun tasarruflu kullanımını ve mevcut su kaynaklarımızın korunmasını zorunlu kılmaktadır (Bayramoğlu 2012).

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. Sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi ise ancak, iyi planlama ve projelendirme, iyi uygulama ve iyi bir işletme ile olasıdır. Bu üç aşamada herhangi birinde yapılacak hata/hatalar işin ekonomik yapılamamasına veya yeşilin kaybolmasına neden olmaktadır (Orta 2017).

Trakya bölgesindeki yerleşim alanlarında nüfusun hızla artması nedeniyle, rekreasyon alanlarına daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Bölgede planlanan yeşil alanlarda, serin iklim çimleri tercih edilmesi sonucunda, artan bitki su tüketimine bağılı olarak su kaynakları niceliksel olarak olumsuz etkilenmektedir.

Bu araştırmada, rekreasyon alanlarının yürütülmesinde su kaynaklarının daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayacak sonuç ve önerilerin eldesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında, yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan serin ve sıcak iklim çim türlerinin, farklı sulama düzeylerindeki bitki su tüketimleri ölçülmüş ve en uygun sulama zamanı planlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, serin ve sıcak iklim çimleri su tüketimleri açısından kıyaslanmış ve en uygun sulama programı ile sürdürülebilir yeşilin yönetimi için gerekli bilgiler elde edilmiştir. Ayrıca, bitki su stres indeksi (CWSI)'nin çim bitkisini sulama zamanı planlamasında kullanım olanakları ortaya konmaya çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Dünyada ve ülkemizde uzun yıllardan beri çim türleri, sulama istekleri ve çimlerin su tüketimleri üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmaların bazıları bu bölümde özetlenmiştir.

2.1. Çim Türleri

İnsan eliyle oluşturulan yeşil alanlarda yaygın olarak kullanılan çim, dünyanın değişik iklim kuşaklarında çok çeşitli cins ve türler halinde yaygın olarak yetişebilmektedir. Ülkemizin değişik iklim bölgelerine sahip olması nedeniyle, her bölgede kullanılacak çim cins ve türleri ile ekim ve dikim zamanları, kullanılacak materyal miktarı ve bakım işlemleri önemli ayrıcalıklar göstermekte ve değişik tekniklerin uygulanması gerektirmektedir. Bu nedenle, ülkemizde kullanılabilen çimler, her ne kadar ekolojik istekleri açısından kesin kalıplar içinde tutulmasa da, iki ana başlık altında incelenebilir. Bunlar, serin-yağışlı, yani karasal iklim etkisi altındaki yörelerde kullanılabilen “Serin İklim Çim Buğdaygilleri” ile sıcak ve kurak Akdeniz iklimi etkisi altındaki bölgelerde kullanılabilen “Sıcak İklim Çim Buğdaygilleri” dir. Bu sınıflandırmada en önemli ölçüt çevre sıcaklığıdır (Avcıoğlu ve Geren 2012). Serin iklim çim buğdaygilleri için optimum büyüme-gelişme sıcaklığı 10-21°C olurken, sıcak iklim çimlerinde bu sıcaklık 15-27°C olarak ortaya çıkmaktadır (Beard 1973).

Doğru ve amaca uygun tür ve çeşit kullanımı, yalnızca kaliteli yeşil alan oluşturma açısından değil bu alanların sürdürülebilir olması açısından da büyük önem taşımaktadır (Baysal ve Karagüzel 2005). Geleneksel olarak ülkemizde çim deyince akla *Lolium perenne*, *Festuca arundinaceae*, *Festuca rubra*, ve *Poa pratensis* gibi serin iklim çim türleri gelmektedir (Avcıoğlu ve Geren 2012). Serin iklim çim türleri ile oluşturulmuş yeşil alanlarda yeşil rengi muhafaza etmek ve bitki örtüsündeki seyrelmeleri önlemek için sık sık sulama ve gübreleme yapmak gereklidir (Avcıoğlu ve Geren 2012).

Sıcak iklim çim türleri sığa ve kurağa dayanıklı olup suyu ve azotu daha verimli kullanmaktadır (Beard 1998). Bu yönleriyle daha çevrecidirler. Sıcak iklim çim türlerinin en bilinenleri Bermudagrass (*Cynodon dactylon*), Buffalograss (*Buchloë dactyloides*), Zoysiagrass (*Zoysia japonica*) türleridir. Biran ve ark. (1981), tarafından İsrail’de, 11 adet farklı çim türü kullanılarak yapılan bir çalışmada, sıcak iklim çim türlerinin su tüketiminin serin iklim grubundakilere göre %45 oranında daha düşük olduğu bulunmuştur. Ülkemizin Akdeniz bölgesinde yapılan bir araştırmada ise sıcak iklim çim bitkilerinin serin iklim çim

bitkilerine göre daha düşük bir su tüketimine sahip olduğu ve kuraklık şartlarının ortadan kalkması ile kendilerini hızlı bir şekilde yeniledikleri belirlenmiştir (Sever Mutlu ve Selim 2017).

Türk ve Alagöz (2017)'ün Isparta koşullarında 5 farklı serin iklim çimleri üzerinde yaptıkları çalışmada, çim karışımları karşılaştırıldığında; çıkış hızı, kaplama hızı, kaplama derecesi, seyrekleşme derecesi ve genel görünüm bakımından çok yıllık çimin bulunduğu karışımlarının diğer karışımlardan daha iyi performans gösterdiği ifade etmişlerdir.

Varoğlu ve ark. (2015)'nin Ege Üniversitesi'nde yapmış oldukları çalışmada elde ettikleri sonuçlara göre kaplama hızı açısından İngiliz çimi (*Lolium perenne*)'nin tüm çeşitleri en iyi kaplama hızını gösterdiğini, yaprak dokusu açısından da kamışsı yumak (*Festuca arundinaceae*) çeşitlerinin kaba bir dokuya sahip oldukları, kırmızı yumak (*Festuca rubra*) çeşitlerinin ise en ince dokuya sahip oldukları saptamışlardır. Genel görünüm özellikleri açısından, tüm mevsimler ortalaması dikkate alınarak, yine kamışsı yumak çeşitlerinin en başarılı olduğu, onu İngiliz çimi çeşitlerinin takip ettiği belirlenmiştir. Çayır salkımotu (*Poa pratensis*) ile kırmızı yumak çeşitlerinin araştırma yeri koşullarında en olumsuz sonuçları sergilediği de açıkça gözlemlenmiştir.

Kuşvuran ve Tansı (2013)'nin Adana Çukurova Üniversitesi'nde yaptıkları çalışmada çok yıllık çim (*Lolium perenne L.*)'in saf olarak ekilmesi veya karışıma belli oranda dâhil edilmesi, çayır salkımotu (*Poa pratensis L.*) ile narin tavusotunun (*Agrostis tenuis Sibth.*) ise saf olarak kullanılmamasını önermişlerdir.

Williams ve Burrus (2002), *Lolium perenne*'nin golf alanlarındaki fairwaylerde büyük oranlarda tercih edildiğini bildirmektedir. *Lolium perenne*'nin mükemmel çim kalitesi sergileyen birçok çeşidinin olduğu ve bu çeşitlerin koyu yeşil renk, yüksek gövde yoğunluğu, kabul edilebilecek sıcaklık ve kuraklık direnci ile düşük biçim ağırlıklarına adapte olabildiği de bildirilmektedir. Bunun yanında fungal hastalıklar bu çim türünde büyük problemler oluşturabilir. Bu tür hastalıklara karşı oldukça duyarlıdır. Düzenli fungusit uygulamaları gereklidir.

Bilgili ve ark (2017)'nin Bermuda çimi (*Cynodon sp.*)'ne uyguladıkları farklı azot miktarları sonucunda, artan azot dozları; çim renk ve kalitesi ile kuru ot verimlerini arttırdığını saptamışlardır. Ayrıca, 4 g/m² azot dozu uygulamasının Bermuda çim çeşidinde kabul edilebilir çim renk ve kalite değerleri verdiği gözlemlenmiştir.

Zorer ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada çim alanlarında 30 gr/m² gübre dozunun 6 farklı zamanda (6 ay süreyle, ilkbahar+yaz+sonbahar, ilkbahar+sonbahar, ilkbahar, sonbahar

ve gübresiz) bitki boyu, yeşil ot verimi, renk ve çim kalitesine olan etkilerini araştırmışlardır. En iyi gelişimin aylık ve ilkbahar + yaz + sonbahar uygulama zamanlarında olduğunu belirtmişlerdir. Azotlu gübre uygulaması yapılmadığında, özellikle ikinci yıldan itibaren çim alanın büyüme ve gelişmesi çok yavaşlamış, renk ve çim kalitesi açısından çok kötü sonuçlar gözlemlenmiştir.

Dünyanın birçok sıcak iklim bölgelerinde, diğer serin iklim çim türlerine göre üstün özellikler ortaya koyan *F.arundinacea*, bu koşullara diğer serin iklim çim türlerine nazaran çok daha iyi adapte olabilmekte, bir sıcak iklim çimi gibi davranarak kaplama açısından istenilen çim kalitesini sergileyebilmektedir (Volterrani ve Magni 2004; Patton ve Boyd 2007).

Sıcağa dayanıklılığı ile bilinen *F.arundinacea* ise, yapraklarındaki tüylülük, mum tabakası ve kalın kütikula içeren epidermisi nedeniyle, *L.perenne* kadar parlak ve çekici bir renk içermemektedir (Martiniello ve Andrea 2006; Miele ve ark. 2002; Trenholm ve ark. 2007).

Overman, Scholtz ve Taliaferro (2003), yaptıkları çalışmada, Oklahoma'da yetişen bermudagrass çim bitkisinin iki türü olan Midland ve Tifton 44'ün kuru madde verimi (Y), bitki azot alımı (Nu) ve bitki azot konsantrasyonunu (Nc) değerlendirmede kullanmışlardır. Sonuçlara göre, maksimum verimin %50'sini elde etmek için gereken azot, her iki çeşit için 92 kg/ha olarak saptanmıştır.

2.2. Sulama Zamanı Planlaması

Sulama yöntemleri belirlenmeden önce bazı parametrelerin belirlenmesi ve irdelenmesi gerekmektedir. Bunlar; arazinin şekli ve topoğrafik yapısı, iklimsel özellikler, yağış, sıcaklık, rüzgâr, toprak koşulları, bitki özellikleri ve sulama suyu gereksinimi, mevcut sulama süresi, ağaçların ve diğer nesnelere konumu, su kaynağı, su kalitesi, toprak, su ve bitki ilişkisi, maliyet olarak sıralanmaktadır.

Bitkilerin gereksinim duydukları su miktarı doğal olarak türlere göre farklılık göstermektedir. Başka bir deyişle, her türün yararlanabileceği su düzeyinin azlığına ya da aşırı miktarda bulunmasına gösterdiği tolerans sınırları aynı değildir. Diğer yandan bitkilerin suyu aldığı ortam koşulları da sudan yararlanma düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir. Dolayısıyla kullanılan bitkinin türü, doğal yetişme koşulları, bitkinin toprak-su ilişkisi ve çevresel konumun bilinmesi gerekmektedir (Sarıkoç 2007).

Emekli ve Baştuğ (2007), yılında yaptıkları çalışmada, Antalya koşullarında A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın %75'i düzeyinde sulama yapılmasının bermuda çimi için yeterli olacağı, anılan çim bitkisi için su tüketimi tahmininde kıyas bitki su tüketimi eşitliklerinin kullanılması durumunda, en iyi tahmin yöntemlerinin sırasıyla FAO Radyasyon, Orijinal Penman ve Penman-Monteith olduğunu belirtmişlerdir.

Aydınşakir ve ark. (2014), Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yaptıkları bir çalışmada, Seaspray ve TifBlair iki farklı çim çeşidini kullanılmışlar ve sulama konularını A sınıfı buharlaşma kabından yedi gün arayla elde ettikleri buharlaşmaya esas alarak oluşturmuşlardır. Araştırma sonuçlarına göre mevsimlik su tüketimi değerleri Seaspray çeşidi için 422.7-774.0 mm arasında değişirken, TifBlair çeşidi için 422.0-779.4 mm arasında değişmiştir.

Şahin ve Kara (2005), yaptıkları bir çalışmada, çim bitkisinin günlük ve mevsimlik su tüketimini belirlemek için, hem arazi denemeleri ile normal ve kısıtlı sulama koşullarında ölçüm işlemlerini gerçekleştirmiş, hem de meteorolojik verilere dayalı yöntemlerle hesaplama yapmışlardır. Elde edilen değerler yardımıyla normal ve kısıtlı sulama (Faydalı su kapasitesinin %60, %50, %40, %30'u kadar sulama suyu) koşullarındaki çim bitki katsayılarını belirlemişlerdir. Deneme sonuçlarına göre, Mayıs-Ekim aylarını kapsayan sulama döneminde normal ve kısıtlı sulama koşullarında çim bitkisi su tüketimi normal sulamada 771 mm, kısıtlı sulamalarda ise sırası ile; 657, 563 ve 459 mm olarak ölçmüşlerdir. Normal sulama koşullarında deneme ile bulunan günlük su tüketimine en yakın değerleri, meteorolojik verilere dayalı hesap yöntemlerinden Penman-Monteith yönteminin verdiğini (789.1) saptamışlar ve bitki katsayısı (kc) değerlerini 0.91-1.01 arasında bulmuşlardır.

Emekli ve ark. (2007)'nin Akdeniz Bölgesi'nde yapmış oldukları çalışmada, rekreasyon bölgelerinde yaygın olarak kullanılan Bermudagrass'ın bitki su stresi indeksini (CWSI) ve Bermudagrass'ın sulama zamanı programlaması için kızılötesi termometrenin kullanım olanaklarını incelemişlerdir. A sınıfı kap buharlaşmadan alınan değerlere göre dört farklı sulama konusunu gözlemlemişlerdir. CWSI değerlerini belirlemek için de susuz bir konu oluşturulmuştur. Toprak nemi değerlerini tansiyometre kullanılarak izlemişlerdir. Sonuç olarak, Antalya koşullarında Bermudagrass'ın 900-1186 mm/mevsim su uygulandığında başarıyla büyütülebileceğini, CWSI'nin Bermudagrass'ın sulama zamanlaması için bir kriter olarak kullanılabileceği saptamışlardır.

Jalali-Farahani ve ark. (1993)'nin yapmış oldukları çalışmada, bermudagrass çim bitkisinde amprik yöntem kullanarak belirlenen CWSI değerleri ele alındığında, mevsimsel

ortalamanın günlük sulama, iyi sulanan, hafif kuraklık ve şiddetli kuraklık içeren uygulamalarda sırasıyla 0,02, 0,16 ve 0,50 olduğunu saptamışlardır.

Stokle ve Dugas (1992), bitkilerin stomalarını su kıtlığı nedeniyle kapattıkları ve buna bağlı olarak stoma iletkenliği, ısı akışı, terleme ve buharlaşmanın soğutma etkilerinin azaldığı, kanopi sıcaklığı ve CWSI'nin iyi sulanan koşullara göre arttığını bildirmiştir.

Baştuğ ve Büyüктаş (2003), farklı sulama düzeylerinin çim bitkisi su tüketimi ve bazı kalite özelliklerine etkisini inceledikleri araştırmalarında, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın %100, 88, 75 ve 50'si düzeyinde günlük olarak sulanan serin iklim çim karışımında, en iyi görsel kalitenin buharlaşmanın %75'i düzeyinde sulanan konudan elde edildiğini bildirmişlerdir.

Bijan-zadeh ve ark. (2013)'ı, İran'daki Shiraz Üniversitesi'nde yaygın bermuda çim alanlarının (*Cynodon dactylon L. Pers.*) sulama programlarını belirlemek için CWSI yaklaşımını incelemişlerdir. 2012 ilkbahar ve yaz aylarında, dört sulama konusu (%100, %75, %50 ve %25) üzerinde çalışmışlar ve sonuç olarak, tüm sulama konuları için aylık en yüksek CWSI değerine Ağustos ayında ulaşılmış ve Eylül ayında bir miktar düşüş gözlenmiştir. Mevsimsel CWSI'nin 0,15 civarında tutulmasıyla, görsel çim kalitesinde herhangi bir kayıp olmadan uygulanan su miktarının %75'e düşürülebileceğini öngörmüşlerdir.

2.3. Bitki Su Tüketimi

Bitki yapraklarından olan terleme (transpirasyon) ve toprak yüzeyinden olan buharlaşma (evaporasyon) ile atmosfere geçen su miktarına, bitki su tüketimi (evapotranspirasyon) denir. Genellikle derinlik (mm) olarak ifade edilir (Orta 2017).

Aydınşakir ve ark. (2003)'nın Antalya yöresinde yaptıkları çalışmada hem tarla hem de mini lizimetre koşullarında en uygun çim kıyas bitki su tüketimi hesaplama yönteminin A-FAO sınıfı buharlaşma kabı yöntemi olduğunu, bunu Penman yönteminin izlediğini saptamışlardır. Ayrıca, mini lizimetre koşullarının tarla koşullarını iyi temsil etmediği sonucuna ulaşmışlardır.

Baştuğ ve Büyüктаş (2003), farklı sulama düzeylerinin çim bitkisi su tüketimi ve bazı kalite özelliklerine etkisini inceledikleri araştırmalarında, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın %100, 88, 75 ve 50'si düzeyinde günlük olarak sulanan serin iklim çim karışımında mevsimlik ortalama bitki su tüketimi değerlerinin sırasıyla 7.3, 6.6, 5.8 ve 4.3 mm/gün olduğunu bildirmişlerdir.

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

Allen ve ark. (1998), Blaney-Criddle 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 bildirmişlerdir.

Jensen ve ark. (1990), 20 farklı ETo eşitliğinin geçerliliğini araştırdıkları çalışmalarında, kurak iklim bölgelerinde en iyi tahmin yöntemlerinin sırasıyla Penman Monteith, 1982 Kimberley-Penman ve FAO Radyasyon yöntemleri olduğunu bildirmişlerdir.

Jalali-Farahani ve ark. (1993), Penman-FAO yöntemiyle hesaplanan ET miktarının %66'sı oranında, günlük olarak sulama yapılması durumunda, Bermuda çimi için kabul edilebilir görsel kalitenin bitki gelişme periyodu boyunca sürdürülebildiğini bildirmişlerdir.

Öte yandan, çim bitkisi su tüketiminin, deneysel olarak geliştirilen referans bitki su tüketimi eşitlikleri kullanılarak tahmin edilebileceği yapılan birçok araştırmada ortaya konmuştur. Ayrıca, her bir bölge için farklı ETo hesaplama yöntemleri kullanılarak en uygun yöntemin belirlenmesi veya eşitliklerin yöreye uyarlanması gerektiği belirtilmektedir (Ventura ve ark., 1999; Lecina ve ark. 2003; Temesgen ve ark. 2005; Orta 1994).

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

Kneebone ve Pepper (1984), aşırı (364 mm/hafta) sulanması durumunda Bermuda çiminin yıl boyunca 8 mm/gün su kullandığını belirlemişlerdir. Kneebone ve ark. (1992), ise çimin tipik su kullanımının 2.5-7.5 mm/gün arasında değiştiğini, en fazla 12 mm/gün olduğunu bildirmişlerdir.

Kneebone ve ark. (1992), çimin olağan su tüketiminin 2.5-7.5 mm/gün arasında değiştiğini, Carrow ve ark. (1990), ise ETC düzeylerine göre yaptıkları sınıflamada değişim aralığını 4.0-9.0 mm/gün olduğunu belirtmişlerdir.

Fry ve Butler (1989), serin iklim türleri olan kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*) ve sert yumak (*Festuca longifolia Thuill.*) çimleriyle lizimetrelerde yaptıkları çalışmada, en iyi sonuçları, 2 ve 4 gün aralıklarla ETp'nin (potansiyel ET'nin) %75 veya %100'ü düzeyindeki sulamalardan almışlardır.

Phene ve ark. (1996), çim bitkisinin su tüketimini lizimetreleri kullanarak 9.3 mm/gün olarak belirlerken, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmayı 8.9 mm/gün olarak ölçmüşlerdir.

Meyer ve Gibeault (1986), sıcak iklim çimlerinin, su muhafazası açısından serin iklim imlerinden daha büyük bir potansiyele sahip oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

Günümüzde ayrıca, gerçek ve kıyas bitki su tüketimi değerlerini, iklimsel verileri kullanarak tahmin etmek amacıyla, FAO öncülüğünde Smith (1992), tarafından geliştirilen CropWat yazılımı araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (Lashkari ve ark. 2009; Nazeer 2009; Stancalie ve ark. 2010; Banik ve ark. 2014; Bouraima ve ark. 2015, Surendran ve ark. 2015; Yahaya ve ark. 2015).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

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

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanının yeri

Deneme, Trakya yöresinde, İstanbul – Tekirdağ il sınırlarında yer alan Silivri ilçesine bağılı Gümüşyaka Mahallesi'ndeki Silivri Belediyesi'ne ait Tarımsal Üretim ve Araştırma Merkezi (TÜRAM) arazisinde gerçekleştirilmiştir. Deneme alanı, 41° 03' Kuzey enlemi ile 28° 00' Doğu boylamı üzerinde yer almaktadır. Alanın denizden olan ortalama yüksekliğı 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 1987-2017

yılları arasındaki iklim verilerinin ortalamaları ile deneme süresince ölçülen 2018 yılına ait değerler Çizelge 3.1’de verilmiştir. Uzun yıllık iklim verileri deneme alanına en yakın olan Tekirdağ Meteoroloji İstasyonu’ndan, 2018 yılı verileri, ise alanda bulunan otomatik meteoroloji istasyonundan elde edilmiştir (Şekil 3.2). Ayrıca, günlük buharlaşma değerleri deneme alanına yerleştirilen A sınıfı buharlaşma kabında ölçülmüş ve bazı iklim elemanlarının onar günlük değerleri ile birlikte Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Uzun yıllar ortalamalarına göre yıllık ortalama sıcaklık değeri 14,8 °C’dir. En soğuk ay 6,0 °C ile Ocak, en sıcak ay ise 24,8 °C ile Ağustos ayıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 643,8 mm, yıllık ortalama bağıl nem %74,0’tür.



Şekil 3.2. Deneme alanında kullanılan otomatik meteoroloji istasyonu

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin bazı iklim verilerinin ortalamaları

	İklim Verileri	Aylar												Yıllık Ortalama
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Uzun yıllar ortalamaları (1987-2017)	Ortalama Sıcaklık (°C)	5,96	6,19	8,04	12,14	16,94	21,69	24,59	24,75	20,89	16,26	11,78	7,89	14,76
	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat/gün)	3,03	3,66	4,73	6,39	8,52	10,34	11,44	10,48	7,85	5,35	3,88	2,66	78,32
	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	13,87	12,81	11,55	8,65	5,94	5,52	2,39	3,48	6,26	9,61	11,48	14,65	106,19
	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	68,73	72,14	61,12	48,46	27,50	33,20	19,96	24,10	40,77	76,25	77,00	94,61	643,83
	Ortalama Bağıl Nem (%)	78,50	77,63	75,11	72,17	72,65	69,81	67,93	69,53	71,10	76,85	78,11	78,92	74,03
	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	2,53	2,51	2,37	2,16	2,11	2,11	2,57	2,61	2,32	2,25	2,29	2,65	2,37
2018 yılı	Ortalama Sıcaklık (°C)					18,59	21,69	24,36	25,20	20,60				
	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)					80,80	65,00	39,00	1,40	120,20				
	Ortalama Bağıl Nem (%)					79,61	75,97	72,60	68,96	75,64				
	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)					1,59	1,50	1,27	2,06	1,83				

Çizelge 3.2. Araştırma alanında deneme süresince ölçülen bazı iklim verilerinin onar günlük ve aylık ortalamaları

Yıl	Ay	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Bağıl Nem (%)	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	Buharlaşma Miktarı (mm)	Yağış (mm)
2018	Mayıs					
	1-10	17,06	93,85	0,80	4,20	20,00
	10-20	17,98	76,40	1,28	48,60	12,20
	20-31	19,40	79,94	2,02	52,41	48,60
	1-31	18,59	79,61	1,59	105,21	80,80
	Haziran					
	1-10	21,23	74,48	1,46	75,25	4,00
	10-20	22,33	74,52	1,52	69,80	35,30
	20-30	21,52	78,92	1,53	45,10	25,70
	1-30	21,69	75,97	1,50	190,25	65,00
	Temmuz					
	1-10	24,06	69,91	1,28	97,40	6,60
	10-20	24,67	66,76	1,35	84,65	0,80
	20-31	24,33	80,37	1,17	39,40	31,60
	1-31	24,36	72,60	1,27	221,45	39,00
	Ağustos					
	1-10	25,84	71,32	2,19	91,93	0,60
	10-20	24,93	65,65	2,07	97,15	0,60
	20-31	24,85	69,84	1,94	94,15	0,20
	1-31	25,20	68,96	2,06	283,23	1,40
Eylül						
1-10	23,36	73,95	1,51	61,9	45,00	
10-20	20,72	76,09	1,66	4,20	58,20	
20-30	17,91	76,87	2,33	-	17,00	
1-30	20,60	75,64	1,83	66,10	120,20	

3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya

Silivri Belediyesi Tarımsal Üretim ve Araştırma Merkezi (TÜRAME) toprakları genellikle killi bünye sınıfındadır. Ayrıca, araştırmanın yürütüldüğü alanda; taban suyu, tuzluluk ve sodyumluk gibi sorunlar bulunmamaktadır. Eğim, doğudan batıya doğru %2 ile %7 arasında değişmektedir.

3.1.4. Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması

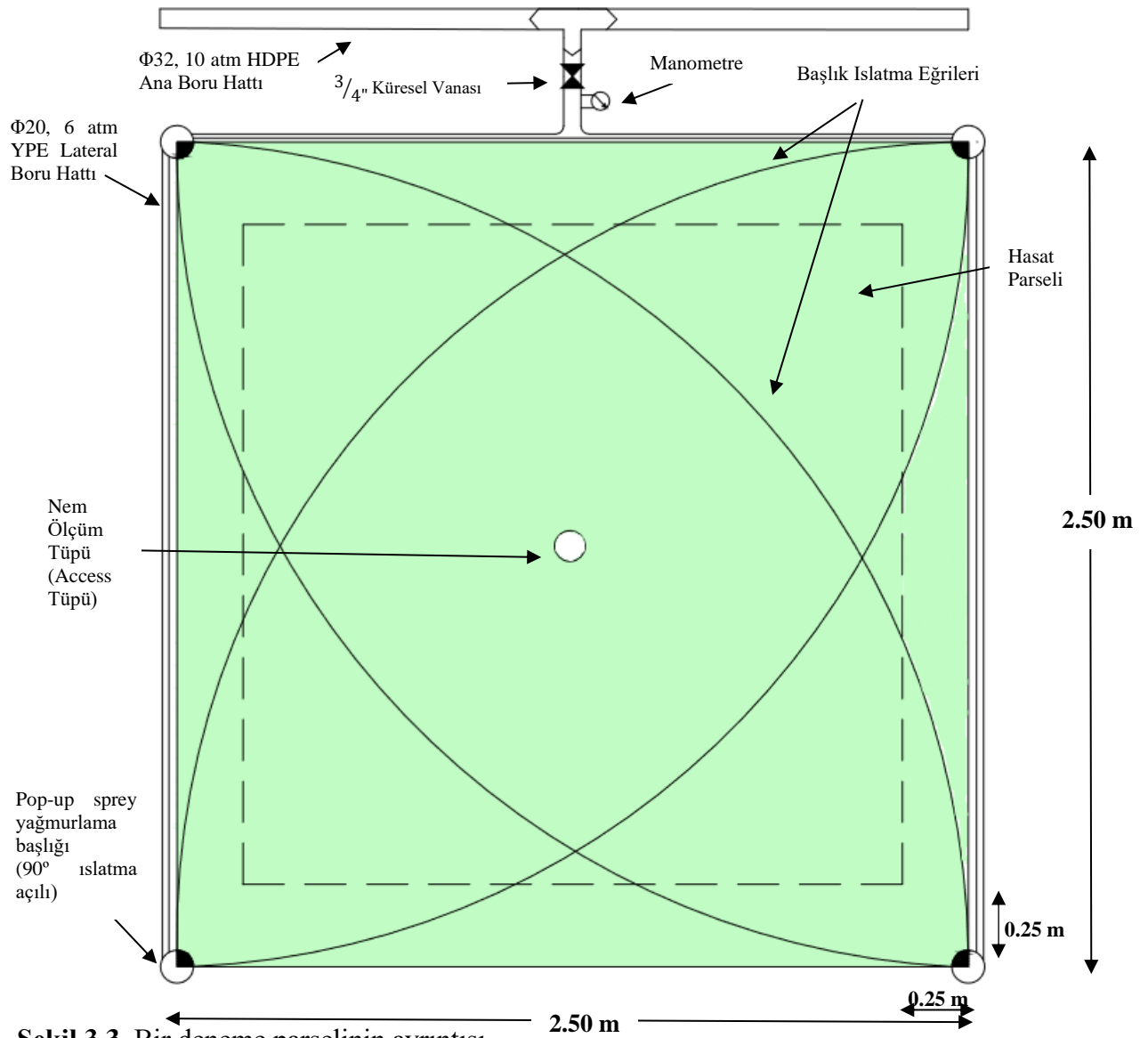
Denemede kullanılan sulama suyu, TÜRAME arazisinin yanında bulunan göletten alınarak, 186 m uzaklıkta 10 m³ hacmine sahip iki adet su deposuna basılmaktadır. Depodan

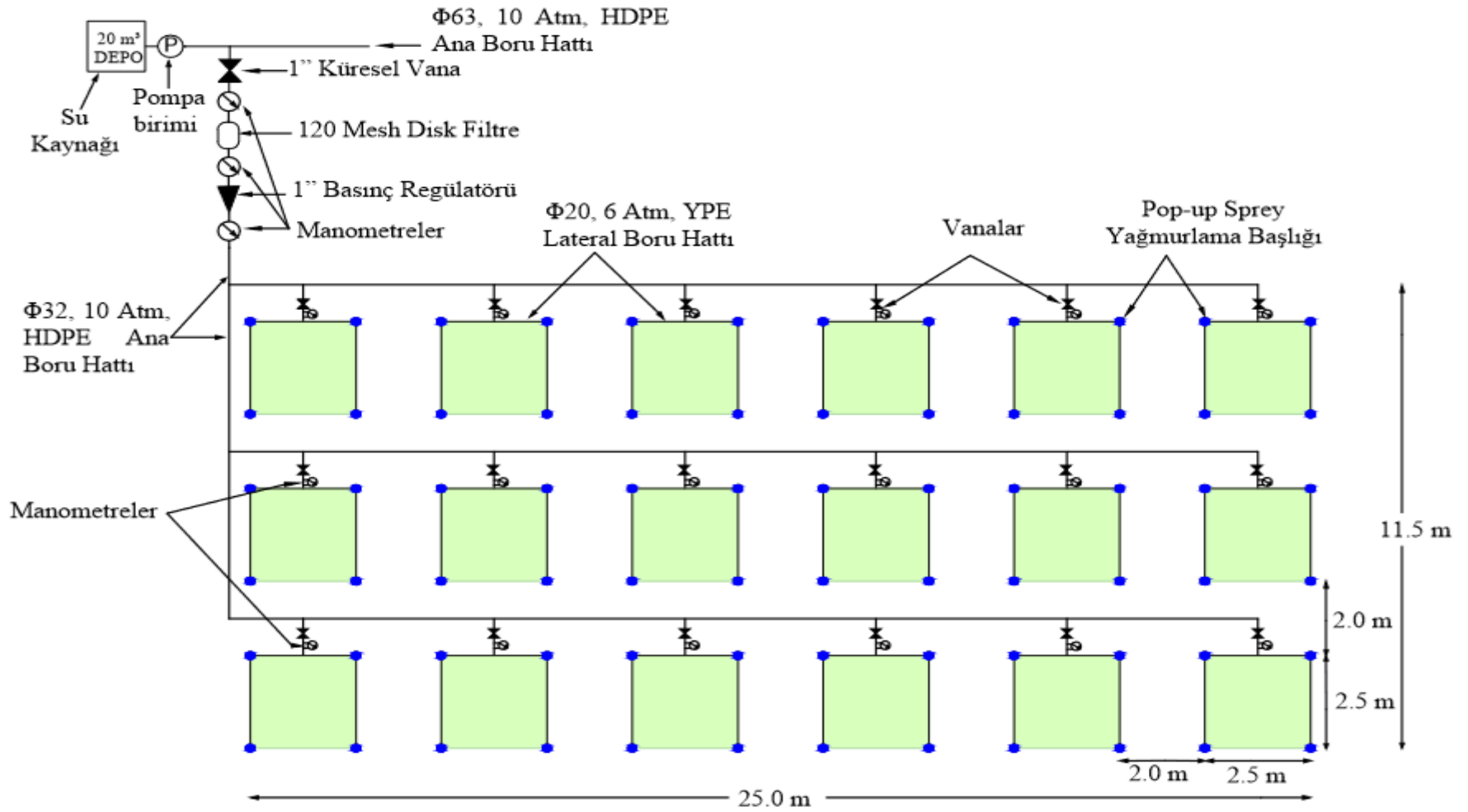
7.5 HP'lik motopomp yardımıyla alınan su, 280 m'lik Ø63 PE boru hattı ile 6 atm basınç yaratacak biçimde deneme alanına iletilmiş, basınç regülatörü aracılığıyla istenen basınca düşürüldükten sonra parsellere verilmiştir.

3.1.5. Sulama sisteminin unsurları

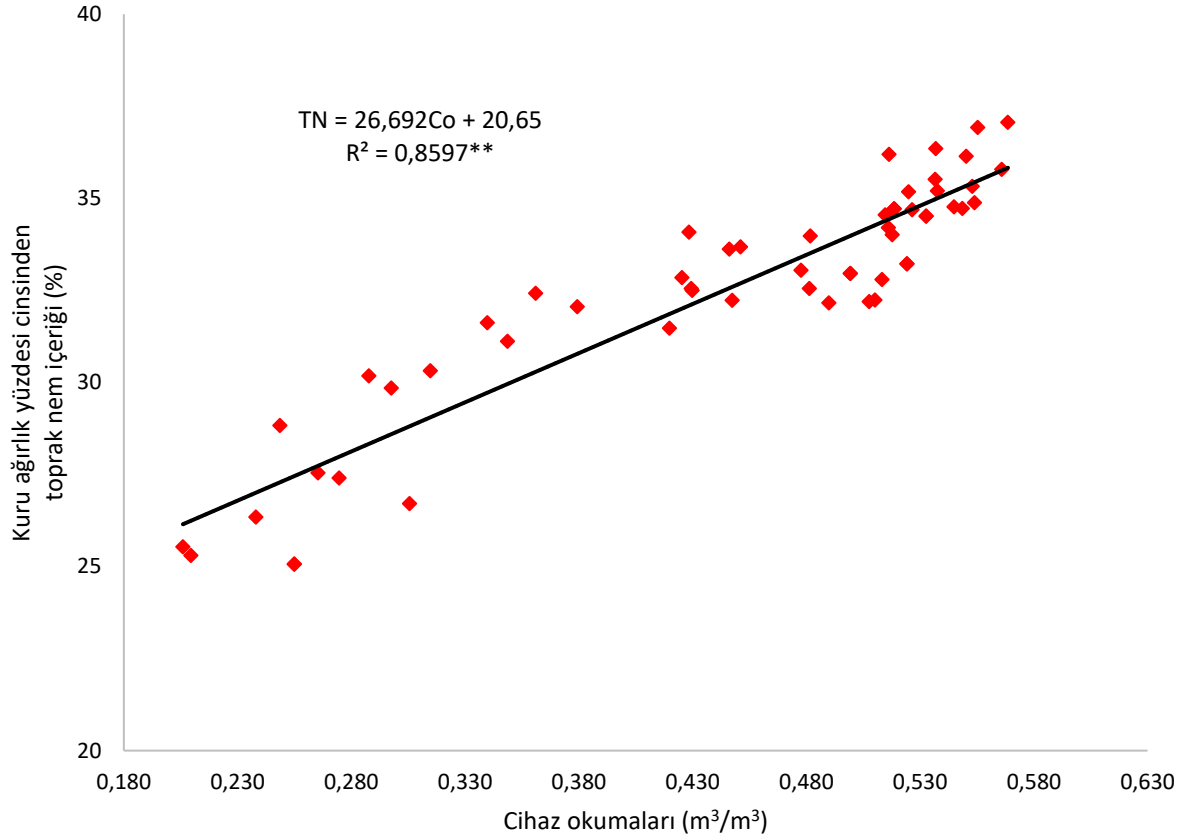
Sulama suyu parselde, her parselin köşelerine yerleştirilen, 90° ıslatma açılı 4 adet pop-up tipi sprej yağmurlama başlığı ile verilmiştir (Şekil 3.3). Her bir başlığın 2,1 atm işletme basıncında, ıslatma yarıçapı 2,50 m, debisi ise 87,25 L/h'tir.

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





Şekil 3.4. Sulama sistem unsurları



** : 0.01 düzeyinde önemli

Şekil 3.6. Toprak nem ölçüm aracına ilişkin kalibrasyon doğrusu ve eşitliği

3.1.7. Infrared Termometre

Infrared (kızılötesi) termometre temassız sıcaklık ölçüm aracıdır. Bu araç, nesnenin yüzeyinden yayılan kızılötesi enerji miktarını ölçerek nesnenin yüzey sıcaklığını belirlemektedir (Fluke Comp. 2005). Bitkiler terledikçe yaprak sıcaklığı azalmakta ve hava sıcaklığının altına düşmektedir. Taç-hava sıcaklığı farkından ve psikrometrik ölçümlerden yararlanılarak bitki su stres indeksi (CWSI) belirlenmektedir (Jackson 1982). Anılan yöntemde, ölçümler sırasında bitkiye temas edilmediğinden, bitkilere zarar verilmemekte, hızlı ve doğru ölçümler yapılabilmektedir (Zipoli 1990). Çevreden, bitkinin fenolojik durumundan ve topraktaki nem eksikliğinden etkilenen bitki tacı sıcaklığı portatif infrared termometre (IRT) ile ölçülebilmektedir. Bu çalışmada, F8e model 574 hassas portatif infrared termometre (IRT), serin ve sıcak iklim çimlerinin yüzey sıcaklığını ölçmek için kullanılmıştır (Şekil 3.7). İki adet AA pil ile çalışan kızılötesi termometre bitki yüzeyinin minimum ve maksimum sıcaklıklarını ölçerek ortalama sıcaklık değerini göstermektedir.

Araç, 8-14 μ dalga boyundaki ışınları algılayan filtrelerle sahip olup, emissivite katsayısı 0.98, görüş açısı (FOV) 3°'dir. Ölçüm aralığı -30 ile +900 °C olan IRT, hedef alanı

tespit etmek için 3 noktalı lazer gönderimi yaparak, 23-25 °C çalışma ortam sıcaklıklarında $\pm\% 0,75$ hata ile okuma alabilmektedir (Fluke Comp. 2005).



Şekil 3.7. Infrared (Kızılötesi) termometre

3.1.8. A sınıfı kabı buharlaşma

Araştırmada, günlük buharlaşma değerlerinin ölçülmesinde standart A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır. Araç; 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 sağlanmıştır. Kap içerisindeki suyun, hayvanlar tarafından içilmesini önlemek amacıyla kabın üzeri küçük delikli tel bir örtü ile kapatılmıştır. A sınıfı buharlaşma kabında gerçekleşen buharlaşma miktarı, her gün aynı saatte (09:00), 127,5 mm çapındaki ölçekli kap aracılığıyla ölçülmüştür (Yıldırım ve Madanoğlu 1985).



Şekil 3.8. A sınıfı buharlaşma kabı

3.1.9. Çim bitkisine ait özellikler

Araştırmada, serin iklim çimi olarak 4'lü tür kullanılmıştır. Karışım; %30 *Lolium perenne*, %25 *Festuca rubra rubra*, %35 *Festuca arundinacea*, %10 *Poa pratensis* çeşitlerinden oluşmaktadır. Sıcak iklim çim bitkisi olarak da Köpek dişi (Bermudagrass) (*Cynodon spp.*) kullanılmıştır.

3.1.9.1. İngiliz Çimi (*Lolium perenne*)

Taze yeşil renkte yapraklara sahip olan *Lolium perenne* çim türü, hafif killi ve besin maddelerince zengin topraklarda ve yağışlı iklim bölgelerinde iyi gelişim sağlar. Hızlı gelişmesi nedeniyle sık biçim ihtiyacı duyulur. Ayrıca, bol yaprak teşkil etmesi, basılmaya dayanıklı oluşu, tohum temininin kolay sağlanması, *Lolium perenne*'nin gerek saf halde ve gerekse karışımlarda yüksek oranda kullanılmasına sebep olmaktadır (Orçun 1979).

Koyu yeşil yaprakları tüysüz ve parlaktır. Çok kardeşlenen bir bitki olduğundan, uygun bir şekilde ekilen ve bakımı yapılan İngiliz çimi bir üniform bitki örtüsü oluşturur. İngiliz çimi park ve bahçeler, spor alanları, karayolları refüjlerinde ve değişik amaçlı çim

alanların tesisinde kullanılır. Tohumla üretilir ve oldukça iri olan tohumları kolayca çimlenir. Hızlı gelişmesi, alanı kolayca kapatması nedeniyle karışımdaki *Poa sp.*, *Festuca sp.*, ve *Agrostis sp.* gibi türleri 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 yıpranan alanlar için ideal bir bitki olarak kabul edilir (Açıkgöz 1993).

İngiliz çimi genel olarak çok yıllık bir bitki olarak kabul edilir. Bazı çeşitler, yazları nemli ve serin, kışları ılıman geçen bölgelerde daha uzun ömürlüdür. Çok yıllık çimler esas olarak, serin-nemli iklimlerin, kışları sert olmayan ve serin-nemli yazlara sahip bulunan yörelere adapte olmuştur. Sıcaklığın aşırı yüksek veya düşük olmaması koşuluyla, çok yıllık olan ömrü daha da uzayan türün önemli bir eksiği, sıcaklığa olan dayanıksızlığıdır. Kışın gölgeye dayanıklılığı da iyi olan tür, çok değişik toprak tiplerine adapte olabilir ancak, nötr veya hafif asit yapıdaki yüksek verimli topraklarda en iyi performansını göstermektedir. Aşırı su birikimleri ve tuzluluk ise önemli sorunlar yaratabilmektedir (Avcıoğlu 1997).

3.1.9.2. Kırmızı Yumak (*Festuca rubra rubra*)

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

Kırmızı yumak çim türü, koyu yeşil renkte, ince yapılı, üniform ve oldukça kaliteli bir çim örtüsü meydana getirmesi ile tanınır. Kuvvetli köksapları ile kısa sürede yayılır. Çimlenme ve gelişmesi *Poa* türlerinden hızlı, *Lolium* türlerinden biraz daha yavaştır. Nemli ve serin bölgelerde iyi gelişir. Soğuğa iyi, sıcağa karşı orta derecede dayanıklıdır. Gölge şartlarda çok iyi gelişir. Basılmaya ve çiğnenmeye karşı dayanımı ortadır. Yaş, zayıf drenajlı topraklarda iyi gelişemez. Tuzluluğa dayanımı zayıftır. Tınlı ve asit toprakları (pH=5.5-6.5) sever. Gölge alanlarda diğer türlerle yapılan karışımlarda kısa sürede baskın hale geçer. Bu üstün özellikleri yanında, ağır kullanılan futbol sahaları için uygun değildir. Azotlu gübrelemeye ve sulamaya ihtiyacı fazla değildir (Açıkgöz 1993).

3.1.9.3. Kamışsı Yumak (*Festuca arundinacea*)

Festuca arundinacea çim türü, ıslak veya kuru, asitli veya alkali topraklarda da yetişebilmektedir. Fakat verimli ve su düzeni iyi olan topraklarda en iyi gelişimi sağlar. Üstün

kaliteli bir çim örtüsü meydana getirmediği halde çiğnenmeye karşı dayanıklı olduğu için spor sahalarının, oyun parklarının, hava alanlarının ve çiğnenen diğer sahaların yeşillendirilmesinde kullanılır (Tosun 1966).

Kamışsı yumak çim türü, koyu yeşil renkli yapraklara sahiptir. Çok sık yapıda dolgun bir çim örtüsü oluşturur. Her türlü toprağa uyum sağlayabilir ve toprak seçiciliği pek yoktur. Çok az gübreleme ve sulama şartlarına rağmen yüksek kalitede çim örtüsü oluşturur. Kurağa ve susuzluğa çok dayanıklıdır (Altan 1989). Uzun boylu, kaba yapılı, kalın ve sert yapraklıdır. Yumak şeklinde gelişir ve derin köklüdür. Soğuğa ve gölge koşullara ise orta derece dayanıklıdır. Derin biçimden zarar görür (Oral 1998). Rizom oluşturarak gelişir. Hızlı bir gelişim evresinden sonra yavaşlayarak gelişmesini sürdürür. Kökü 120 cm'e kadar derine erişebilir. Çok yüksek sıcaklıkta çim dokusu tek düzeliğini kaybeder. Biçim yüksekliği ise 4 cm'den kısa olmamalıdır (Korkut 2007).

3.1.9.4. Çayır Salkım Otu (*Poa pratensis*)

Poa pratensis çim türü, drenajı bozuk ve asitli toprakları sevmez. En iyi geliştiği topraklar verimli, su düzeni uygun ve nötr (pH 6-7) reaksiyon gösteren topraklardır. Tohumla çoğaltılır (Tosun 1966). Orta uzunluktaki toprak altı sürünücü gövdeleri ile yukarıya doğru yumak oluşturarak gelişir, bu sayede dip kaplama özelliği yüksektir. Karışımlarda kullanılarak çiğnenmeye karşı dayanıklılığı artırır (Altan 1989). Bu çim türünün yaprakları tipik kayık şeklinde, tüysüz, mavi-yeşil renklidir. Çimlenme ve sürme hızının yavaş olması nedeniyle tesisi oldukça zordur. Gölgeye çok dayanıklı değildir. Tam güneş ışığı alan veya yarı gölge bölgelere ekilmelidir (Açıkgöz 1993).

Poa pratensis, daha çok kısa kök boğazına yakın boğum rizomları ile tanınır. Yaprakları dar ve orta genişliktedir (2-5 mm). *Poa pratensis* çok yıllık ve uzun ömürlüdür. Ortalama 40-60 cm kadar boylanabilir. Kumlu, kil topraklar ve ılıman iklim en iyi yetişme ortamıdır. Soğuğa oldukça dayanıklı olup, yeşil rengini daima korur, sürekli kuraklıklarda direnme devresine girer ve ilk nemlerde yeniden canlılık gösterir. Bu yüzden kuraklığa dayanıklı çim türleri arasında yer alır. Kurak dönemlerde sulanma yapılması şartı ile yeşil örtü sürekliliği sağlanır (Uluocak 1994).

3.1.9.5. Köpek Dişi (Bermuda grass) (*Cynodon spp*)

Ülkemizde Bermuda grass olarak da bilinen Köpek dişi çim türü, gölgelik yerlerde, asit karakterli, drenajı bozuk ve fakir topraklarda gelişemez. Her ne kadar kurağa dayanıklı ise de iyi bir çim örtüsü oluşturabilmesi için sulanmalı ve kısa biçilmesi gereklidir. Alçak boylu

büyüdüğü ve toprak yüzüne yayılım gerçekleştirdiği için yeşil saha tesisinde kullanılan önemli bir bitkidir. Üretilmesi daha çok vejetatif kısımları ile olur (Tosun 1966).

Akdeniz iklimi olan bölgelerin ince yapraklı, sık bir çim türüdür. Çok uzun rizom ve stolonları vardır. Her türlü toprakta ve bakımda yetişebilir, fazla boylanmaz. Erozyonu olan alanlarda da kullanılır. Serin iklim bölgelerinde kullanıldığında, sonbahar başından ilkbahara kadar sarı bir örtü oluşturur, ilkbaharda havaların ısınmaya başlamasıyla yeni taze sürgünler oluşturur. 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 yeniden sürgün vererek yapraklanır. Basılmaya ve çiğnenmeye dayanıklıdır. Özellikle sadece yaz aylarında kullanılabilen ve bakımı yapılan yazlık villalar, parklar ve otellerde ideal bir çimdir (Altan 1989).

3.1.10. Kullanılan bilgisayar paket programları

Araştırmada, istatistiksel analizlerin yapılması ve çeşitli denklemlerin eldesinde Microsoft Excel ve JMP 5.0.1, uydu görüntülerinin alınmasında ise Google Earth Pro paket programları kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Bu bölümde, araştırma alanı toprakları ve sulama suyunun analizleri, dikkate alınarak sulama uygulamaları, deneme düzeni ve bitki su tüketim fonksiyonlarının belirlenmesi için gerçekleştirilen işlemler hakkında bilgi verilmiştir.

3.2.1. Arazi çalışmalarında uygulanan yöntemler

3.2.1.1. Toprak ve su örneklerinin alınması

Denemelere başlamadan önce, araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri ve verimlilik analizlerini belirlemek amacıyla alanda 60 cm derinliğine kadar bir adet toprak profili açılarak 0-30 ve 30-60 toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 3.9). Bozulmamış toprak örneklerinden hacim ağırlığı ve tarla kapasitesi, bozulmuş örneklerden 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 örnek alınmıştır.



Şekil 3.9. Toprak örneklerinin alınması

3.2.1.2. Toprağın su alma hızının belirlenmesi

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



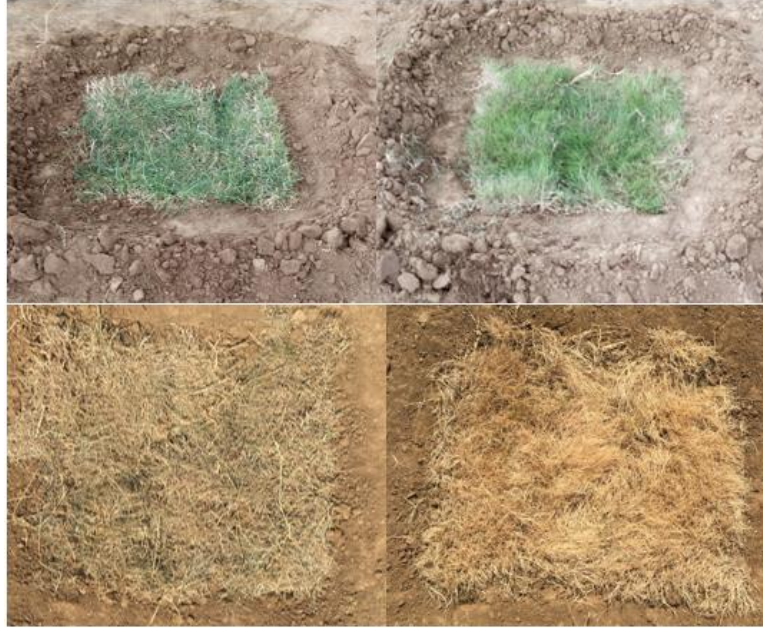
Şekil 3.10. Çift silindir infiltrometre

3.2.1.3. Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesi

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

3.2.1.4. Infrared termometre ile bitki yüzey sıcaklığı ölçümleri (CWSI)

Bölüm 3.1.7'de belirtildiği gibi, toprak yüzeyini IRT'nin görüş alanı dışında tutmak için, araç yatayla 30-40°'lik bir açı yapacak şekilde bitki yüzeyine 20-50 cm uzaklıktan yöneltilerek taç sıcaklığı ölçümleri yapılmıştır. Ölçmelere, örtme derecesi %80-85'e ulaştığında başlanmıştır. Taç sıcaklığı (Tc) ölçümleri, havanın tamamen açık olduğu veya bulutların güneşi engellemediği koşullarda, saat 11:00-14:00 arasında, her saat başında, 45 gün boyunca sulamalardan önce ve sonra, ölçümleri kısıtlamayan her gün yapılmıştır. Ölçümler doğu-batı-kuzey-güney doğrultusunda 4 açıdan yapılmış ve her bir parsel için günlük toplam 16 değer ortalama alınarak ortalama taç sıcaklığı bulunmuştur (Orta ve ark. 2004). Ayrıca, her iki çim çeşidinde de üst baz çizgisini belirlemek amacıyla, 30.06.2018 tarihinde parsel kenarlarından 0.50x0.50 m boyutlarında toprağıyla birlikte alınan çimler kuru alana yerleştirilmiştir (Şekil 3.11). Bu bitkilerde hiç sulanmaksızın maksimum stres yaratılmış ve 01-09 Temmuz tarihleri arasında, 10:00-16:00 saat aralığında, her saat başında bitki yüzey sıcaklığı ölçülmüştür. Serin iklim çimi 9 Temmuz tarihinde tamamen kurumuş ve ölçümler sonlandırılmıştır.



Şekil 3.11. Su stresine sokulan serin iklim ve sıcak iklim çim parselleri

3.2.1.5. 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. Denemeler; her biri 6,25 m² olmak üzere 18 adet parselde, toplam 112,5 m² alanda yürütülmüştür (Şekil 3.12). 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 türleri (Ana konular):

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

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

Sulama başlangıç düzeyleri (Alt konular):

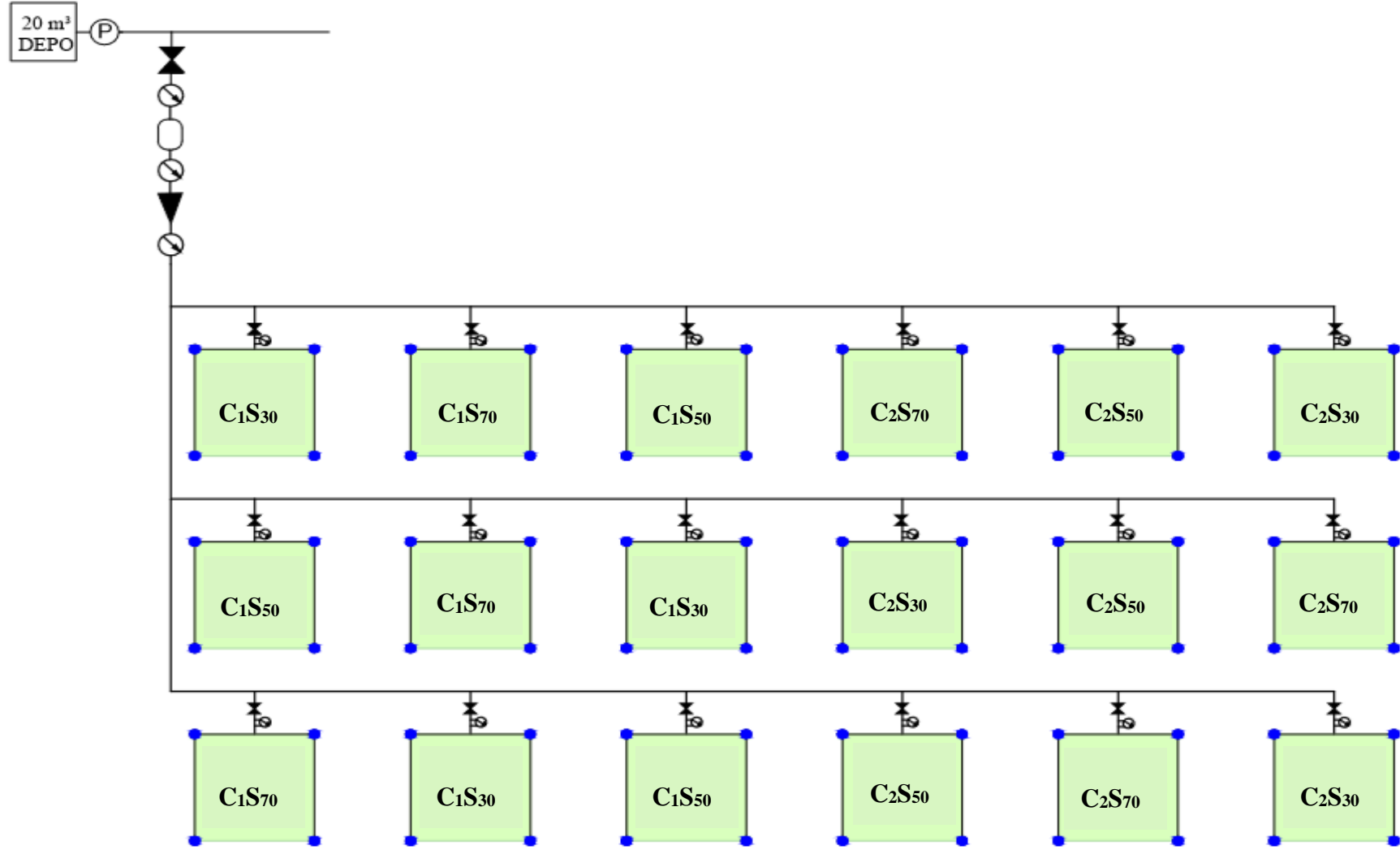
S₃₀: Kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %30'u tüketildiğinde sulamaya başlama

S₅₀: Kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %50'si tüketildiğinde sulamaya başlama

S₇₀: Kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %70'i tüketildiğinde sulamaya başlama

Toplam 287,5 m² olan alanda, deneme konuları parsellere rastgele dağıtılmıştır (Düzgüneş 1963, Yurtsever 1984). Her bir deneme parselinin boyutu 2,50 x 2,50 m; toplam

alanı 6,25 m²'dir. Tüm kenarlardan 0,25 cm kenar etkisi göz önüne alınarak hasat parseli dışında bırakılmıştır. Böylece, hasat parseli boyutları 2,25 x 2,25 m olmak üzere toplan 5,06 m²'dir (Şekil 3.3).



Şekil 3.12. Deneme düzeni ve araştırma konuları

3.2.1.6. Sulama suyunun uygulanması

Sulama suyunun parsellere uygulanması amacıyla, parsel kenarlarına lateral boru hatları döşenmiş ve her köşeye bir adet olmak üzere toplam 4 adet pop-up sprey yağmurlama başlığı yerleştirilmiştir. Başlıkların ıslatma açıları 90°, 2,1 atm işletme basıncındaki atış mesafeleri 2,5 m ve toplam debileri ise 349 L/h'tir. Sulama suyu miktarının sağlıklı uygulanabilmesi için, parsel girişlerine yerleştirilen manometreler yardımıyla işletme basıncının sürekli 2,1 atm olması sağlanmıştır (Şekil 3.13).

Sulama zamanının belirlenmesinde, topraktaki nem değerleri esas alınmıştır. Bu değişimle TDR cihazı ile izlenmiştir. Uygulanacak sulama suyu miktarları, çimin etkili kök derinliği olan 30 cm'lik toprak katmanı dikkate alınarak belirlenmiş ve tarla kapasitesine ulaşacak kadar su verilmiştir.



Şekil 3.13. Sulama uygulaması

3.2.1.7. Tarım tekniği

2017 yılındaki araştırmacılar tarafından, sıcak iklim çim türü olan Bermudagrass araziye, 30 x 30 cm aralıklarla fide olarak 05.05.2017 tarihinde dikilmiştir. Serin iklim çim türleri (%30 *Lolium perenne*, %25 *Festuca rubra rubra*, %35 *Festuca arundinacea*, %10 *Poa pratensis*) ise her bir parsel için 50 g/m² tohum gelecek şekilde serpmeye yöntemi ile 07.05.2017 tarihinde ekilmiştir (Bezirgan 2018). Mevcut parsellerde ve parsel dışında bulunan

yabancı ot mücadelesi 2018 Nisan ayında başlamış ve çalışma süresince devam etmiştir. Ayrıca, yabancı otlar ile herbisit (Tordon101, 116,3 g/l Picloram + 451,4 g/l 2,4D asetic asit) uygulaması yöntemiyle mücadele edilmiştir. Bunun için 18 litrelik bir sırt pompası kullanılmıştır. Kullanılan yabancı ot ilacının olası yan etkilerini azaltmak için ilaçlama sabah erken saatlerde ya da akşam geç saatlerde ve rüzgârsız koşullarda yapılmıştır. Deneme süresince gerçekleşen ekstrem hava şartlarından dolayı bitkilerin belirli bölümlerinde pas hastalığı belirtileri görülmüş ve ilaçlama yapılarak (Roxen 25WP, %25 Tebuconazole) yayılması engellenmiştir (Şekil 3.14). Sulama dönemine başlamadan önce her parselle 15 g/m² gelecek şekilde üre gübrelemesi yapılmıştır.



Şekil 3.14. Deneme alanında yabancı ot ile mücadele

Deneme süresince, bitkiler 10-15 cm yüksekliğe geldiğinde 5 cm yükseklikten biçilmiştir. Biçimler her üç sulama düzeyinde de başta vejetasyon yüksekliği olmak üzere, çevresel faktörler ve iklim koşulları dikkate alınarak belli aralıklarla yapılmıştır. Biçimlerde 4,5 HP gücünde, benzinli HLM 530 CS motora sahip, çelik gövdeli, döner bıçaklı ve 58 L sepet hacmi olan çim biçme makinası kullanılmıştır.

3.2.2. Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler

Toprağın, sulama uygulamalarında kullanılacak fiziksel özelliklerini saptamak amacıyla 0-30, 30-60 cm toprak derinliklerinden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan bozulmuş toprak örneklerinden solma noktası ve bünye belirlenmiştir. Toprak bünyesi hidrometre metodu ile sınıflandırma üçgeninden yararlanılarak saptanmıştır (Bouyoucous 1951, Millard ve ark. 1966). Bozulmamış toprak örneklerinden ise hacim

ağırlığı ve tarla kapasitesi değerleri belirlenmiştir (Sönmez ve Ayyıldız 1964). Ayrıca Ayyıldız (1990)'da verilen esaslara göre sulama suyu kalite analizleri yapılmıştır.

3.2.2.1. Topraktaki nem miktarının takibi

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

Ölçümler ile belirlenen 0-30 cm toprak derinliğindeki değerler, uygulanacak sulama suyunun belirlenmesinde, 0-60 cm toprak derinliğindeki değerler ise bitki su tüketiminin belirlenmesinde kullanılmıştır.

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

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

Toprak nemi ölçümlerine, 2 Mayıs 2018 tarihinde başlanmış ve 24 Eylül 2018 tarihine 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).

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

Eşitlikte;

dn : 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.

Daha sonra, mm cinsinden hesaplanan sulama suyu parsel alanı ($6.25 m^2$) ile çarpılarak hacim (L) birimine çevrilmiş, bulunan değer toplam parsel debisine (349 L/h)

bölünerek su uygulama süresi saat (h) cinsinden hesaplanmıştır. Sulamalarda su uygulama randımanı 0.85 olarak alınmıştır.

3.2.2.3. Infrared termometre ile bitki su stres indeksi (CWSI)'nin belirlenmesi

Bitki su stresi (CWSI)'nin belirlenmesinde deneysel yaklaşım olarak bilinen Idso modeli kullanılmıştır (Idso ve ark. 1981, Gardner ve ark. 1992). Bu amaçla, su stresine sokulmayan deneme konularında yapılan IRT ölçümlerinden belirlenen $(T_c - T_a)$ ile araştırma alanında bulunan meteoroloji istasyonundan alınmış VPD değerlerinin doğrusal regresyonu ile alt sınır çizgisi, hiç sulanmaksızın maksimum su stresine sokulan parsellerden alınan ölçümlerden yararlanılarak üst sınır çizgisi eşitliği elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen temel grafiklerden yararlanarak her bir parsel son günlük $(T_c - T_a)$ ve VPD değerleri aşağıdaki eşitlikte yerine konularak CWSI değerleri belirlenmiştir.

$$CWSI = \frac{[(T_c - T_a) - (T_c - T_a)_{\bar{u}}]}{[(T_c - T_a)_A - (T_c - T_a)_{\bar{u}}]} \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

T_c : Taç sıcaklığı, °C,

T_a : Hava sıcaklığı, °C,

$(T_c - T_a)_A$: Bitkide su stresinin olmadığı alt sınır,

$(T_c - T_a)_{\bar{u}}$: Bitkinin tamamen stres altında olduğu üst sınır değerlerini göstermektedir.

3.2.2.4. Bitki su tüketiminin saptanması

Bitki su tüketimi, 10 günlük periyotlar için 60 cm toprak derinliğindeki nem azalması yöntemine göre hesaplanmıştır. Bu amaçla, her ayın 10.; 20.; 30. ya da 31. günleri alet ile yapılan nem ölçmelerine ek olarak, her bir konudan burgu yardımı ile bozulmuş toprak örnekleri alınmış ve gravimetrik yöntem ile nem değerleri belirlenmiştir (Güngör ve Yıldırım 1989). Periyot başlangıcında 60 cm toprak katmanındaki nem miktarına, periyot boyunca uygulanan sulama suyu ve varsa yağış miktarı eklenerek elde edilen toplamdan; periyot sonunda 60 cm toprak katmanında ölçülen nem değeri çıkartılarak bitki su tüketimi hesaplanmıştır. Elde edilen değerler 10 ya da 11 güne bölünerek ortalama günlük bitki su tüketimi belirlenmiştir (Orta 1994).

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

$$ET = I + P + Cp - Dp \pm Rf \pm \Delta S \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

ET : Bitki su tüketimi, mm,

- I : Uygulanan sulama suyu miktarı, mm,
P : Deneme süresince düşen yağış miktarı, mm,
Cp : Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı, mm,
Dp : Sulama ve yağıştan sonra meydana gelen derine sızma kayıpları, mm,
Rf : Deneme parsellerine giren veya çıkan yüzey akış miktarı, mm,
ΔS : Ölçülen dönem için toprak nem içeriğinde oluşan değişim, mm dir.

Deneme alanında taban suyu bulunmadığı, parsel içerisinde gerçekleşebilecek yüzey akışa müsaade edilmediği ve kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı varsayılarak Cp ve Rf değerleri ihmal edilmiştir (Kanber 1997).

3.2.2.5. Uygun bitki su tüketim tahmin eşitliklerinde ve bitki katsayısı eğrilerinin eldesinde kullanılan yöntemler

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

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

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).

$$ET = k_c \cdot ET_o \quad (3.5)$$

Bu eşitlikte;

- ET : Bitki su tüketimi, mm/gün,
k_c : Bitki katsayısı,
ET_o : Potansiyel bitki su tüketimi, mm/gün'dür.

Kısa periyotlu potansiyel bitki su tüketiminin tahmininde **JENSEN-HAISE YÖNTEMİ** oldukça sağlıklı sonuçlar vermektedir. Bu yöntemle potansiyel bitki su tüketiminin tahmini aşağıdaki eşitliklerle yapılmaktadır (Jensen 1973).

$$ET_p = C_T(T - T_x)R_s \quad (3.6)$$

$$C_t = \frac{1}{c_1 + c_2 c_H} \quad (3.7)$$

$$C_1 = 38 - \left(\frac{2H}{305}\right) \quad (3.8)$$

$$C_H = \frac{50}{e_2 - e_1} \quad (3.9)$$

$$T_x = -2.5 - 0,14(e_2 - e_1) - \frac{H}{550} \quad (3.10)$$

Bu eşitliklerde;

ET_p : Potansiyel bitki su tüketimi, mm/gün,

C_T C_1 , C_2 , C_H , T_x Amprik 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 YÖNTEMİNİN FAO MODİFİKASYONU** ile referans bitki su tüketimi aşağıdaki eşitliklerden yararlanarak tahmin edilmektedir.

$$ET_o = c[W.R_n + (1 - W).f_{(u)}. (e_a - e_d)] \quad (3.11)$$

$$e_d = e_a \frac{RH}{100} \quad (3.12)$$

$$f_{(u)} = 0.27 \left(1 + \frac{u_2}{100}\right) \quad (3.13)$$

$$R_n = R_{n_s} - R_{n_e} \quad (3.14)$$

$$R_s = (0.25 + 0.50 \frac{n}{N})R_a \quad (3.15)$$

$$R_{n_e} = (1 - \alpha)R_s \quad (3.16)$$

Bu eşitliklerde;

ET_o : Referens 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_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
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:

$$ET_o = \frac{\delta}{\delta + \gamma^*} (R_n - G) \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma^*} \frac{900}{T + 275} u_2 (u_a - u_d) \quad (3.17)$$

$$\delta = \frac{4098 e_a}{(T + 273.3)^2} \quad (3.18)$$

$$\lambda = 2.501 - (2.361 \times 10^{-3}) T \quad (3.19)$$

$$\gamma = 0.0016286 \frac{P}{\lambda} \quad (3.20)$$

$$\gamma^* = \gamma (1 + 0.34 u_2) \quad (3.21)$$

$$R_n = R_{n_s} - R_{n_l} \quad (3.22)$$

$$R_{n_s} = 0.75R_s \quad (3.23)$$

$$R_{n_1} = 2.451f_{(T)}f_{(e_d)}f_{\left(\frac{n}{N}\right)} \quad (3.24)$$

$$R_s = \left(0.25 + 0.50\frac{n}{N}\right)R_s \quad (3.25)$$

$$e_d = e_a \frac{RH}{100} \quad (3.26)$$

$$u_2 = u_z \left(\frac{z}{Z}\right)^{0.2} \quad (3.27)$$

Bu eşitliklerde;

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

BUHARLAŞMA KAPLARINDAN yararlanarak referens bitki su tüketimi;

$$ET_o = E_p \cdot k_p \quad (3.28)$$

eşitliği ile belirlenmektedir. Bu eşitlikte;

ET_o : Referens bitki su tüketimi, mm/gün,

E_p : Kaptan ölçülen buharlaşma miktarı, mm/gün,

k_p : Buharlaşma kabı katsayısı

değerlerini göstermektedir.

Yukarıdaki eşitliklerdeki k_p katsayıları, iki farklı çevre koşulu için Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından tanımlanmış ve bu katsayılarla ilişkin değerler bir çizelgede toplanmıştır.

Doorenbos ve Pruitt (1977)'den alınmış **BLANEY-CRIDDLE YÖNTEMİNİN** eşitliği aşağıdaki gibidir.

$$ET_o = c \cdot f \quad (3.29)$$

$$f = p(0.46t + 8) \quad (3.30)$$

Eşitlikte;

ET_o : Referens bitki su tüketimi, mm/gün,

p : Yıllık ortalama güneşlenme süresi yüzdesi, %,

f : İklim faktörü,

t : Ortalama sıcaklık, °C,

c : Minimum oransal nem, güneşlenme süresi ve rüzgar tahminlerine bağlı bir düzeltme faktörü.

Eşitliğin çözümü için gerekli olan sıcaklık (t), gündüz rüzgârı (u_2) ve minimum oransal nem (RH_{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) değerleri Doorenbos ve Pruitt (1977)'den alınmıştır.

Araştırmada çim bitkisinin su tüketimi belirlemeleri ve referens bitki su tüketimi hesaplamaları, sulama konularına başlanması (02.05.2018) ile denemenin sona erdirildiği tarih (24.09.2018) arasındaki 146 günlük periyot için yapılmıştır.

Referens bitki su tüketimi ile gerçek bitki su tüketimi arasındaki ilişki 10 günlük periyotlar için belirlenmiştir. Çalışmada hata kareler ortalaması (RMS) en düşük, korelasyon katsayısı en yüksek (r) ve mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (%ET) 100'e en yakın olan referens bitki su tüketimi tahmin yöntemi veya yöntemlerinin daha sağlıklı sonuçlar verdiği varsayılmıştır (Orta 1994, Berk ve Efe 1995).

3.2.2.6. Bitki gelişim ve kalite öğelerinin belirlenmesi

Farklı sulama uygulamalarının bitkinin gelişimi, kalitesi üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Bu amaçla, vejetasyon yüksekliği, kalite, yüzey kaplama, renk, yeşil ot verimi ve kuru ot ağırlığı değerleri, aşağıda açıklandığı biçimde, gözlemler ve ölçümler ile belirlenmiştir.

Vejetasyon yüksekliği

Biçimler öncesinde, her parselde gelişigüzel seçilen 10 ayrı bölgenin, toprak yüzeyinden bitki örtüsünün en uç noktasına kadar olan kısmı ölçülerek, ortalama bitki örtüsü yüksekliği cm cinsinden belirlenmiştir. Bu işlem bütün parsellerde belirli aralıklarla uygulanmış ve ortalama bitki boyu 10-15 cm'ye ulaştığında 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 belli aralıklarla parselin genel olarak renginin görsel olarak belirlenmesi amacıyla, 1-9 ölçeğine göre (1: Sarı, 9: koyu yeşil) çim rengi saptanmıştır (Brede ve Duich 1984, Avcıoğlu 1997).

Yeşil ot verimi

Her parselde biçim sonrası elde edilen yeşil ot zaman geçirilmeden hassas terazide tartılmış, elde edilen değer g/m^2 cinsinden kaydedilmiştir (Brede ve Duich 1984, Avcıoğlu 1997).

Kuru ot ağırlığı

Biçim sonrası, her parselden 500 g (bunun çıkmadığı durumlarda elde edilen otun tamamı) yeşil ot örneği alınarak kese kâğıtlarına konulmuş ve bünyesindeki fazla suyun uzaklaşması için açıkta bir süre bekletilmiştir. Daha sonra, 78 °C'de, 24 saat süreyle kurutma dolabında tutularak hassas terazide tartılmış ve elde edilen değer g/m^2 cinsinden saptanmıştır (Brede ve Duich 1984, Avcıoğlu 1997).

3.2.2.7. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı

Deneme konulara uygulanan sulama suyu, ölçülen bitki su tüketimi ve hasat verimlerine göre, her bir konu için sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımı ile saptanmıştır (Zhang ve ark. 2004).

$$IWUE = \frac{Y}{I} \quad (3.31)$$

$$WUE = \frac{Y}{ET} \quad (3.32)$$

Eşitliklerde;

IWUE : Sulama suyu kullanım randımanı, $kg\ m^{-3}$,

WUE : Su kullanım randımanı, $kg\ m^{-3}$,

Y : Yeşil ot verimi, $kg\ da^{-1}$,

I : Uygulanan sulama suyu miktarı, mm,

ET : Ölçülen bitki su tüketimi, mm'dir.

3.2.2.8. İstatistiksel analizler

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

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

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

4.1. Toprak ve Su Örnekleri Analiz Sonuçları

4.1.1. Toprağın fiziksel özellikleri

Araştırma, 2018 yılının yaz döneminde gerçekleştirilmiştir. Deneme alanındaki toprağın fiziksel özelliklerine ilişkin bünye sınıfı, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1’den izleneceği gibi, tüm katmanlarda toprak bünye sınıfı killi tındır. Kullanılabilir su tutma kapasitesi değeri 0-30 cm toprak katmanı için 41,1 mm, 0-60 cm toprak katmanı için ise 79,6 mm’dir.

4.1.2. Sulama suyu analizi

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

Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Toprak Katmanı (cm)	Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi (KSTK)	
			(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)
0-30	CL	1,64	27,93	137,4	19,59	96,3	8,34	41,1
30-60	CL	1,63	27,95	136,6	20,08	98,1	8,87	38,5
0-60				274,0		194,4		79,6

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	T2A1

4.1.3. Toprağın su alma hızı sonuçları

Alanda 2017 yılında yapılan çift silindir infiltrometre ölçümleri sonucunda, toprağın gerçek su alma hızı 9,4 mm/h bulunmuştur (Bezirgan 2018, Ayanoğlu 2019). Denemenin yürütüldüğü 2018 yılında tekrarlanan ölçümlerde de aynı sonuç elde edilmiştir.

4.2. A Sınıfı Kaptan Ölçülen Buharlaşma Miktarı Sonuçları

Deneme süresince, A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelge 4.3'ten izleneceği gibi, 2 Mayıs 2018 ile 24 Eylül 2018 tarihleri arasında ölçülen toplam buharlaşma miktarı 874,8 mm'dir. En yüksek buharlaşma, ortalama 9,7 mm/gün ile 1-10 Temmuz ve 11-20 Ağustos tarihleri arasındaki periyotta gerçekleşmiştir.

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

Aylar	Günler	Buharlaşma Miktarları (mm)
Mayıs 2018	2-10	4,2
	11-20	48,6
	21-31	52,4
Haziran 2018	1-10	75,3
	11-20	69,8
	21-30	45,1
Temmuz 2018	1-10	97,4
	11-20	84,7
	21-31	47,4
Ağustos 2018	1-10	91,9
	11-20	97,2
	21-31	94,7
Eylül 2018	1-13	6,1
	14-24	0,0
Toplam	2/5 – 24/9	874,8

4.3. Uygulanan Sulama Suyu Miktarları ve Ölçülen Bitki Su Tüketim Sonuçları

Deneme konularına uygulanacak sulama suyu miktarları, yöntem kısmında açıklandığı gibi, 30 cm etkili kök derinliğindeki toprak nem değerlerinin günlük ölçümlerinden yararlanılarak belirlenmiştir. Her gün aynı saatte (09:00) PR2 Probe-HH2 Soil Moisture Meter toprak nem ölçüm aracı ile ölçülen mevcut nemin, her bir deneme konusu için izin verilen değere düşüp düşmediği kontrol edilmiş ve sulama yapılması gereken parsellere tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulanmıştır. Elde edilen değerler Çizelge 4.4'te verilmiştir. Her bir konu için sulama tarihi, sulama başlangıcındaki nem düzeyi ve uygulanan sulama suyu miktarını gösteren grafikler Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da görülmektedir. Sulama başlangıcında tüm parsellerdeki nemi tarla kapasitesine çıkarmak için her parsele, 7-18 Mayıs tarihleri arasında 50 mm sulama suyu verilmiştir.

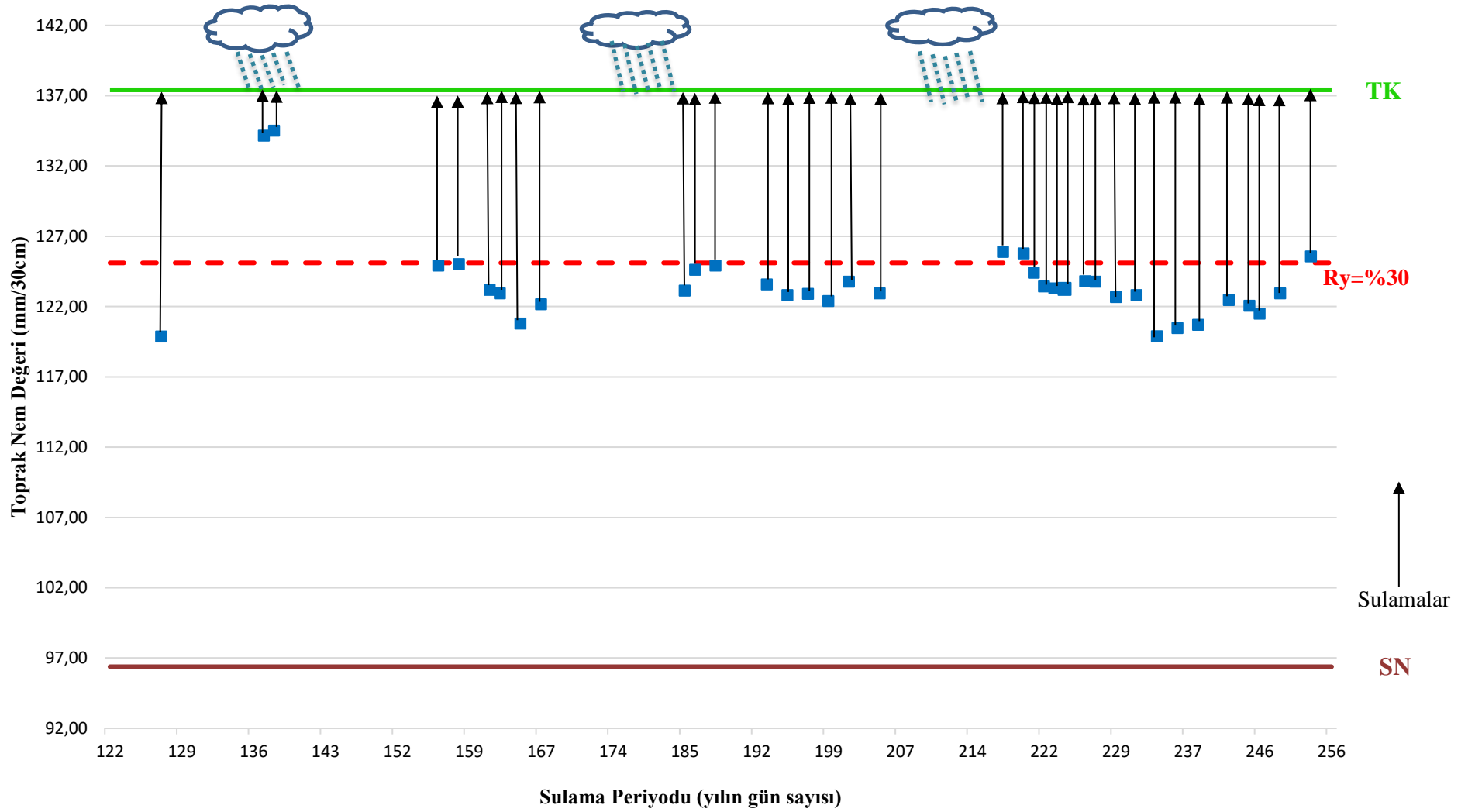
Sulama konularına ise 23 Mayıs 2018 tarihinde başlanabilmektedir. Çizelge 4.4'ten izleneceği gibi, serin iklim çimlerinin S₃₀ konusuna deneme süresince 36 sulamada toplam 523,5 mm, S₅₀ konusuna 23 sulamada toplam 506,0 mm, S₇₀ konusuna 11 sulamada toplam 275,3 mm sulama suyu uygulanmıştır. Anılan değerler sıcak iklim çiminde (Bermudagrass), S₃₀ konusunda 31 sulama ile toplam 423,8 mm, S₅₀ konusunda 20 sulama ile toplam 368,2 mm, S₇₀ konusunda 8 sulama ile toplam 186,2 mm olarak belirlenmiştir. Sonuçlardan görüldüğü gibi, serin iklim çimine uygulanan sulama suyu miktarları konulara göre, sıcak iklim çiminden %48-23 oranında daha fazladır (Şekil 4.7). Ayrıca, her iki çim çeşidinde de S₃₀ konularına uygulanan sulama sayıları ve sulama suyu miktarları en yüksek, S₇₀ konularına uygulananlar ise en düşük olmuştur. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; sıcak iklim çiminin (Bermudagrass), serin iklim çimlerine göre daha seyrek aralıklarla sulandığı ve daha az sulama suyu istediği, bunun yanında; tüm çeşitlerde, S₃₀ konularında, bitkinin su stresine girmemesinden dolayı daha çok su tükettiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Sulama tarihleri ve uygulanan net sulama suyu miktarları (mm)

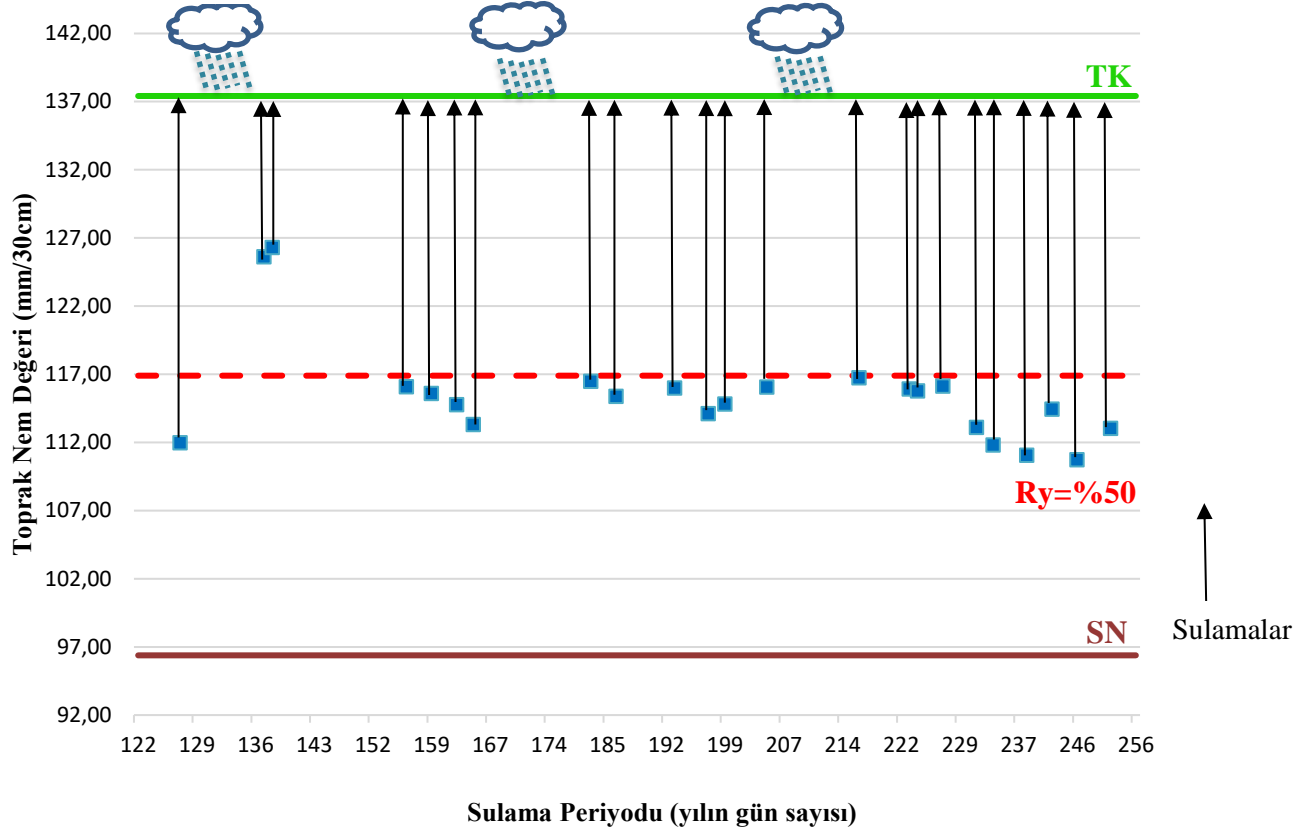
Tarih	Serin İklim Çim Türleri			Sıcak İklim Çimi		
	C ₁ S ₃₀	C ₁ S ₅₀	C ₁ S ₇₀	C ₂ S ₃₀	C ₂ S ₅₀	C ₂ S ₇₀
7.5	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
17.5	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
18.5	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
23.5	-	-	-	12,4	-	-
24.5	-	-	-	13,6	-	-
3.6	-	-	-	12,8	-	-
5.6	12,5	21,3	-	-	-	-
6.6	-	-	-	12,9	-	-
7.6	12,4	-	-	-	-	-
8.6	-	21,8	-	13,2	-	-
9.6	-	-	-	-	18,2	-
10.6	14,2	-	-	13,2	-	-
11.6	14,5	22,7	-	12,7	17,8	-
13.6	16,6	24,1	28,8	13,9	18,2	-
16.6	19,3	-	-	18,4	-	-
2.7	-	20,9	-	-	19,6	-
4.7	14,3	-	-	-	-	-
5.7	12,8	22,1	28,7	-	21,4	-
6.7	-	-	-	14,5	-	-
7.7	12,5	-	-	-	-	-
8.7	-	-	-	-	-	-
12.7	13,9	21,4	-	13,9	18,6	-

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

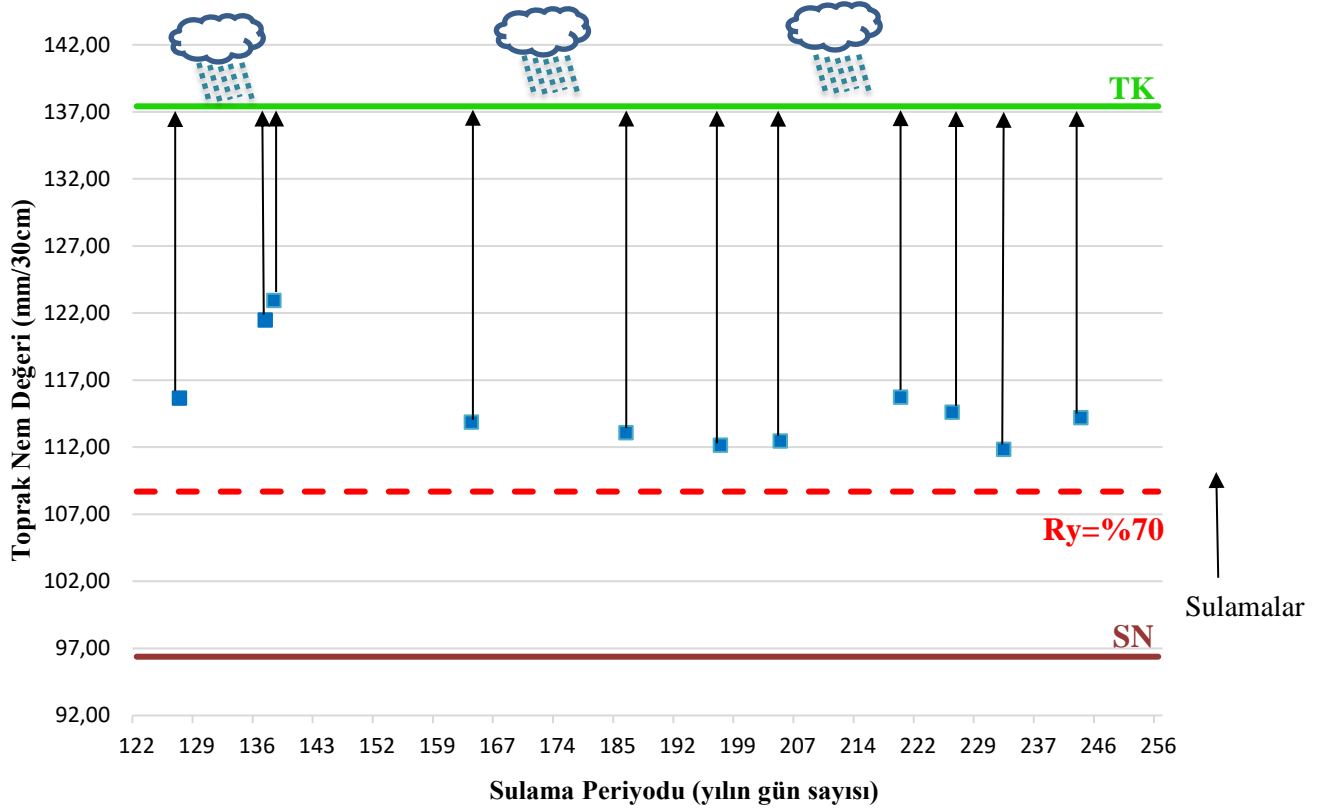
14.7	14,6	-	-	12,4	-	-
16.7	14,5	23,3	29,6	12,5	19,0	25,3
18.7	15,0	-	-	14,2	18,0	-
19.7	-	20,5	-	-	-	-
20.7	13,7	-	-	13,6	18,8	-
21.7	-	-	28,8	-	-	-
23.7	14,5	21,4	-	13,1	-	-
6.8	11,5	21,2	-	-	11,0	-
7.8	-	-	-	7,5	-	-
8.8	11,7	-	24,3	-	-	-
9.8	12,8	-	-	-	-	-
10.8	14,0	-	-	-	-	-
11.8	14,1	21,5	-	11,2	-	-
12.8	14,2	21,7	-	-	-	-
13.8	-	-	-	11,2	21,2	32,2
14.8	13,6	-	27,2	-	-	-
15.8	12,7	21,3	-	-	-	-
16.8	-	-	-	12,4	17,7	-
17.8	14,8	-	-	-	-	-
19.8	14,6	24,3	-	14,0	17,6	-
20.8	-	-	-	-	-	25,6
22.8	18,0	-	29,0	15,0	-	-
23.8	-	26,0	-	-	19,1	-
24.8	17,0	-	-	-	-	-
25.8	-	-	-	15,6	-	-
27.8	16,7	26,4	-	14,4	-	-
30.8	14,9	22,9	-	13,3	20,5	27,0
1.9	15,4	-	28,9	14,7	-	-
3.9	15,9	26,7	-	-	-	-
4.9	-	-	-	14,0	21,0	-
5.9	14,5	-	-	-	-	-
7.9	-	24,4	-	13,2	-	26,2
8.9	11,9	-	-	-	20,8	-
Toplam	523,5	506,0	275,3	423,8	368,2	186,2



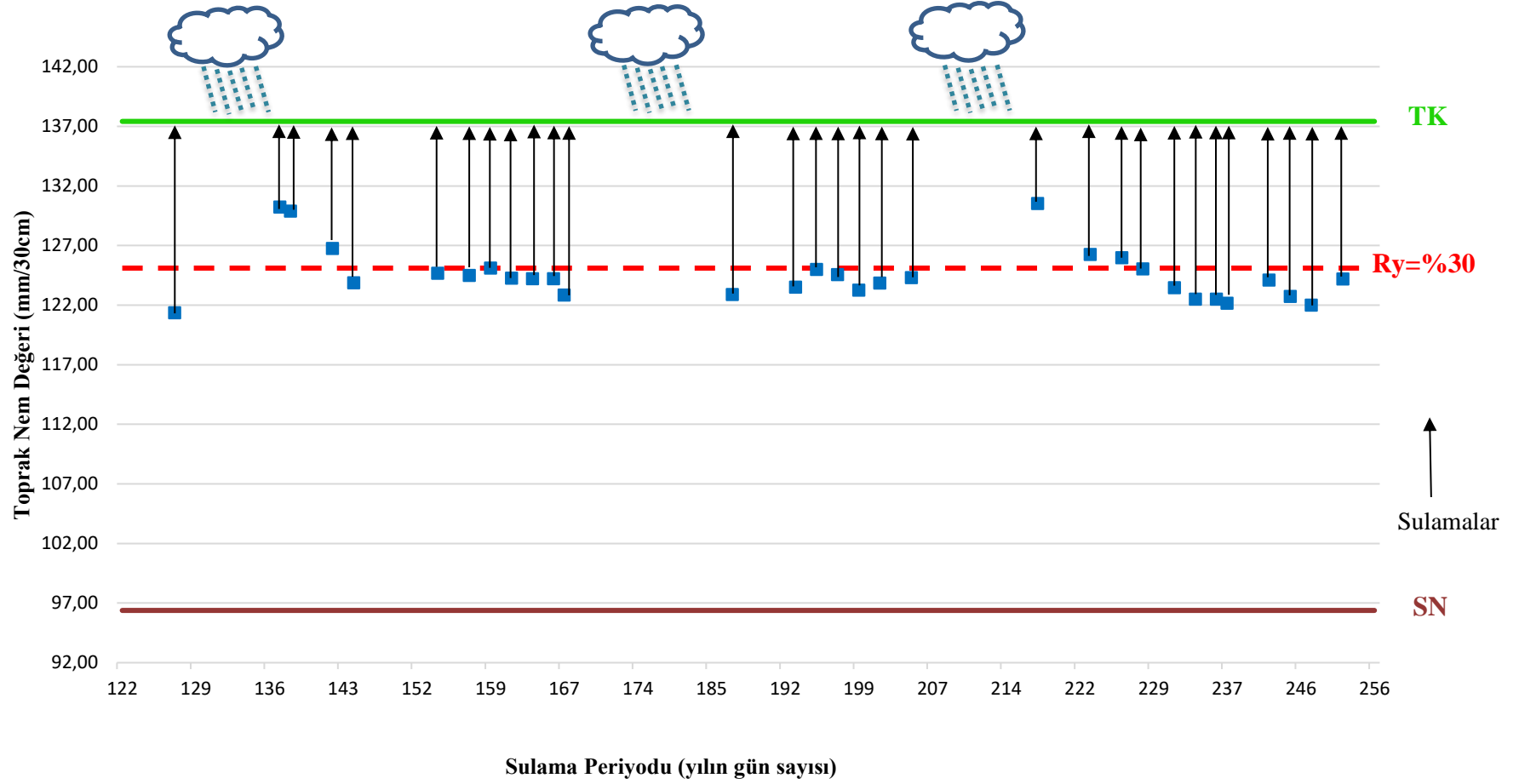
Şekil 4.1. C₁S₃₀ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



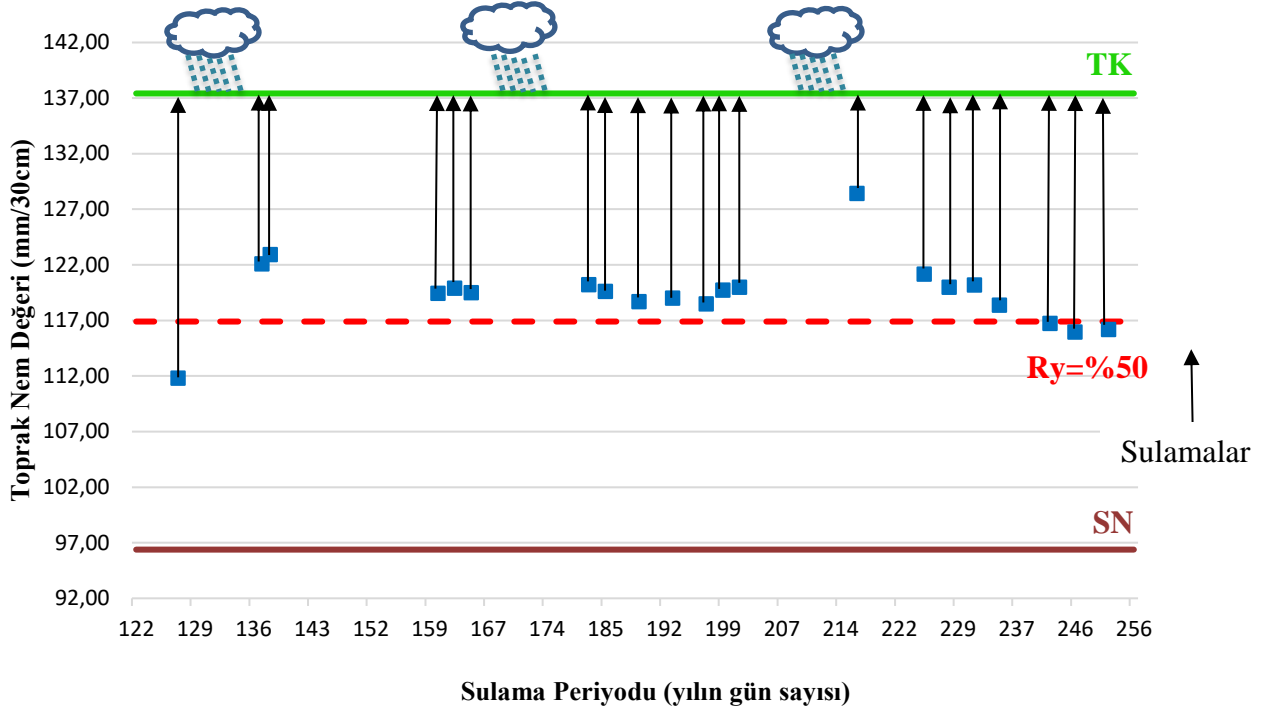
Şekil 4.2. C₁S₅₀ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



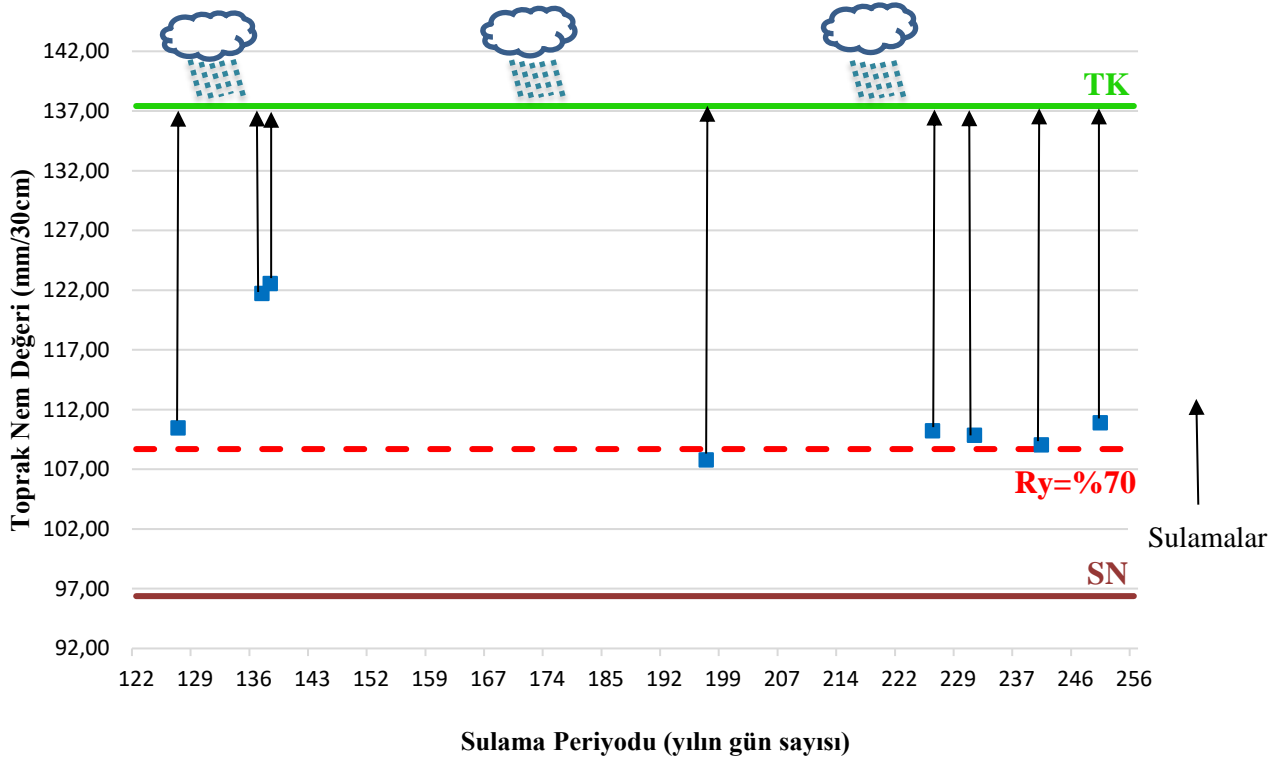
Şekil 4.3. C₁S₇₀ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



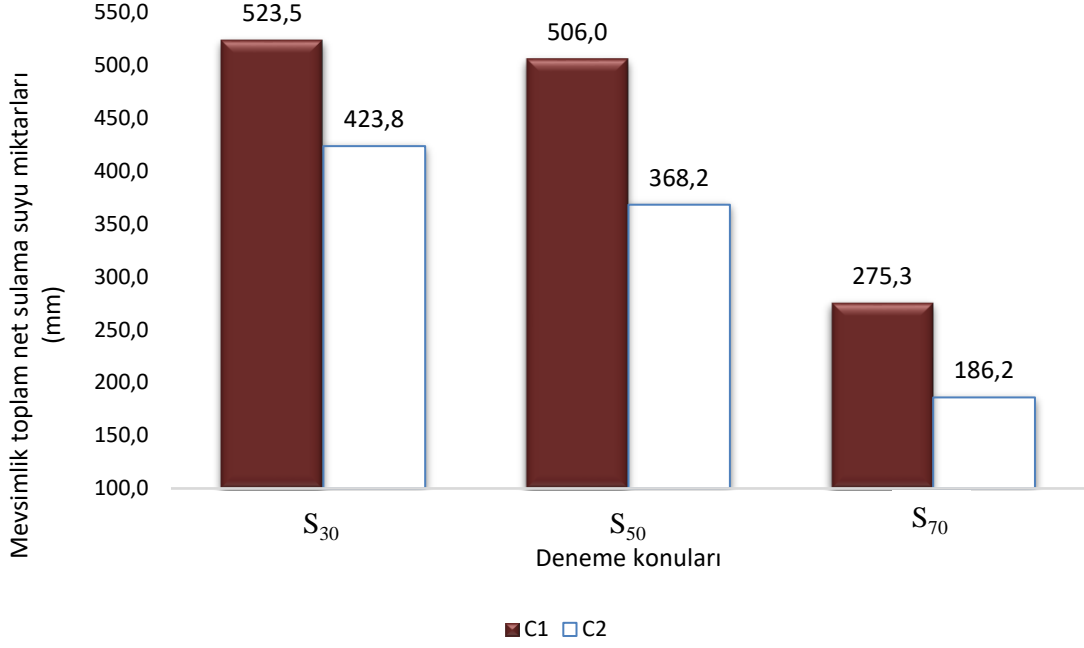
Şekil 4.4. C₂S₃₀ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



Şekil 4.5. C₂S₅₀ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



Şekil 4.6. C₂S₇₀ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



Şekil 4.7. Serin ve sıcak iklim çimlerine uygulanan mevsimlik net sulama suyu miktarları (mm)

Deneme süresince 60 cm toprak katmanı dikkate alınarak, ölçülen yağış miktarı, uygulanan sulama suyu miktarı ve 10 günlük periyotlarda toprak nem değişimine göre hesaplanan bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.5, Şekil 4.8 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 gözlemlenmiştir. Bu gözlemler, her gün aynı saatte TDR ile yapılırken on günde bir gravimetrik yöntemle de yapılarak sonuçların daha sağlıklı olması sağlanmıştır. Bu şekilde bitki su tüketimi, önce 10 günlük periyotlar için hesaplanmış, daha sonra ortalaması alınarak günlük bitki su tüketimi belirlenmiştir. Bitki su tüketimi hesaplarında, 60 cm toprak derinliğinde ölçülen nem miktarına, periyot boyunca ölçülen yağış ve uygulanan sulama suyu miktarı eklenmiş ve toplamdan, periyot sonunda yine 60 cm derinlikte ölçülen nem miktarı ve var ise derine sızma çıkartılmıştır. Deneme alanında bulunan tüm parsellere sulama dönemi başlangıcında eşit biçimde 50 mm su verilmiş ve mevcut nem tarla kapasitesine çıkartılmıştır. Ayrıca, yağıştan dolayı 10 günlük dönemin başlangıcında belirlenen tarla kapasitesi üzerindeki değerleri fazlası derine sızma olarak hesaplanmış ve 10 günlük bitki su tüketimi değerleri buna göre belirlenmiştir.

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

Konu	Tarih	Toprak Nemi (mm/60cm)	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Derine Sızma (mm)	Toplam Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Bitki Su Tüketimi (mm/gün)
C ₁ S ₃₀	2.5	270,0	20,0	20,0	-	35,2	4,4
	10.5	274,8	12,2	30,0	-	43,0	4,3
	20.5	274,0	48,6	0,0	-	46,2	4,2
	31.5	276,4	4,0	39,1	-	71,0	7,1
	10.6	248,5	35,3	50,4	-	65,0	6,5
	20.6	269,2	25,7	0,0	-	58,0	5,8
	30.6	236,9	6,6	39,6	-	43,0	4,3
	10.7	240,1	0,8	71,7	-	40,0	4,0
	20.7	272,6	31,6	14,5	-	48,4	4,4
	31.7	270,3	0,6	50,0	-	75,0	7,5
	10.8	245,9	0,6	83,9	-	81,0	8,1
	20.8	249,4	0,2	66,6	-	84,7	7,7
	31.8	231,5	88,6	57,6	-	55,9	4,3
	13.9	321,8	15,2	0,0	47,8	8,3	0,8
	24.9	280,9					
Toplam		-10,9	290,0	523,5	-47,8	754,8	5,2
C ₁ S ₅₀	2.5	268,4	20,0	20,0	-	33,6	4,2
	10.5	274,8	12,2	30,0	-	45,0	4,5
	20.5	272,0	48,6	0,0	-	48,4	4,4
	31.5	272,2	4,0	43,2	-	57,0	5,7
	10.6	262,4	35,3	46,8	-	58,0	5,8

Çizelge 4.5. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimleri (Devamı)

	20.6	286,5					
	30.6	251,2	25,7	0,0	12,5	48,5	4,9
	10.7	257,8	6,6	43,0	-	43,0	4,3
	20.7	282,9	0,8	65,3	-	41,0	4,1
	31.7	291,9	31,6	21,4	8,9	35,1	3,2
	10.8	252,7	0,6	21,2	17,9	43,1	4,3
	20.8	280,1	0,6	88,8	-	62,0	6,2
	31.8	284,2	0,2	75,4	6,1	65,4	5,9
	13.9	357,6	88,6	51,1	10,2	56,1	4,3
	24.9	289,2	15,2	0,0	83,6	0,0	0,0
	Toplam	-20,8	290,0	506,0	-139,2	636,0	4,4
C ₁ S ₇₀	2.5	268,7					
	10.5	269,5	20,0	20,0	-	39,2	4,9
	20.5	265,7	12,2	30,0	-	46,0	4,6
	31.5	267,0	48,6	0,0	-	47,3	4,3
	10.6	231,0	4,0	0,0	-	40,0	4,0
	20.6	248,1	35,3	28,8	-	47,0	4,7
	30.6	232,8	25,7	0,0	-	41,0	4,1
	10.7	237,1	6,6	28,7	-	31,0	3,1
	20.7	241,4	0,8	29,6	-	26,1	2,6
	31.7	268,8	31,6	28,8	-	33,0	3,0
	10.8	250,7	0,6	24,3	-	43,0	4,3
	20.8	233,0	0,6	27,2	-	45,5	4,6
	31.8	209,4	0,2	29,0	-	52,8	4,8
			88,6	28,9	-	29,9	2,3

Çizelge 4.5. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimleri (Devamı)

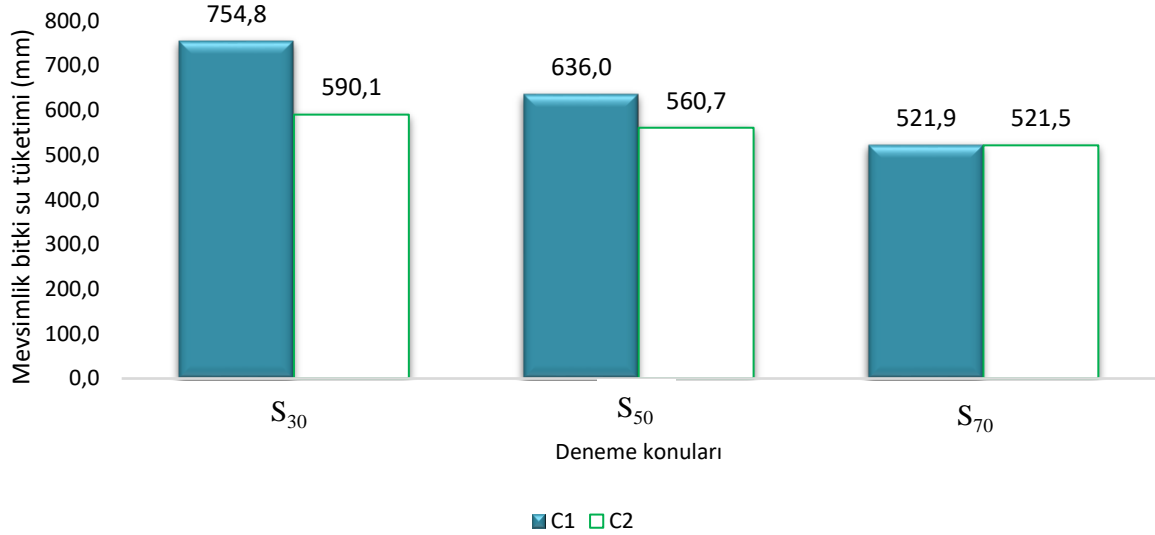
	13.9	297,0	15,2	0,0	23,0	0,1	0,0	
	24.9	289,1						
	Toplam	-20,4	290,0	275,3	-23,0	521,9	3,7	
C ₂ S ₃₀	2.5	267,5	20,0	20,0	-	39,2	4,9	
	10.5	268,3	12,2	30,0	-	48,0	4,8	
	20.5	262,5	48,6	25,9	-	61,8	5,6	
	31.5	275,2	4,0	38,9	-	44,5	4,4	
	10.6	273,6	35,3	58,3	-	67,1	6,7	
	20.6	300,1	25,7	0,0	26,1	33,2	3,3	
	30.6	266,5	6,6	14,5	-	22,6	2,3	
	10.7	265,0	0,8	66,6	-	55,9	5,6	
	20.7	276,5	31,6	13,1	-	47,6	4,3	
	31.7	273,6	0,6	7,5	-	31,7	3,2	
	10.8	250,0	0,6	48,7	-	26,0	2,6	
	20.8	273,3	0,2	58,3	-	41,7	3,8	
	31.8	290,1	88,2	42,0	16,1	70,6	5,4	
	13.9	334,0	15,2	0,0	60,0	0,2	0,0	
	24.9	289,0						
		Toplam	-21,5	290,0	423,8	-100,2	590,1	4,1
	C ₂ S ₅₀	2.5	263,1	20,0	20,0	-	36,0	4,5
10.5		267,1	12,2	30,0	-	46,0	4,6	
20.5		263,3	48,6	0,0	-	48,4	4,4	
31.5		263,5	4,0	18,2	-	42,9	4,3	
10.6		242,8	35,3	36,0	-	42,6	4,3	

Çizelge 4.5. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimleri (Devamı)

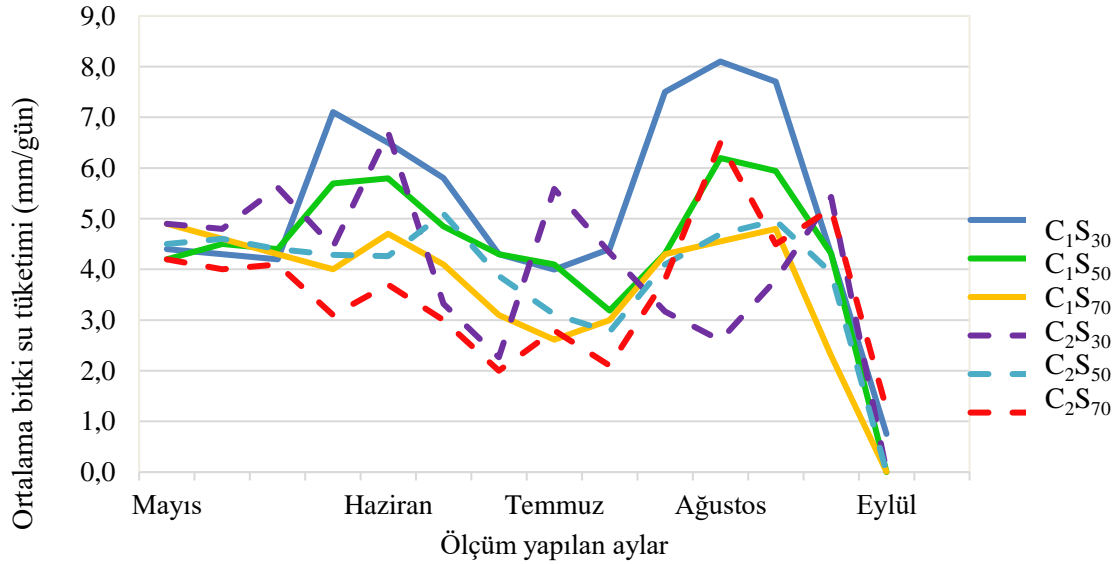
	20.6	271,5					
			25,7	0,0	-	51,0	5,1
	30.6	246,2					
			6,6	41,6	-	38,7	3,9
	10.7	255,7					
			0,8	73,4	-	31,1	3,1
	20.7	298,8					
			31,6	0,0	24,8	30,5	2,8
	31.7	275,1					
			0,6	10,9	-	41,0	4,1
	10.8	245,6					
			0,6	56,5	-	47,0	4,7
	20.8	255,7					
			0,2	39,7	-	54,6	5,0
	31.8	241,0					
			88,6	41,9	-	51,1	3,9
	13.9	320,4					
			15,2	0,0	46,4	0,0	0,0
	24.9	289,4					
	Toplam	-26,3	290,0	368,2	-71,2	560,7	3,9
C ₂ S ₇₀	2.5	265,3					
			20,0	20,0	-	33,6	4,2
	10.5	271,7					
			12,2	30,0	-	40,0	4,0
	20.5	273,9					
			48,6	0,0	-	45,1	4,1
	31.5	277,4					
			4,0	0,0	-	31,0	3,1
	10.6	250,4					
			35,3	0,0	-	37,0	3,7
	20.6	248,7					
			25,7	0,0	-	30,0	3,0
	30.6	244,4					
			6,6	0,0	-	20,0	2,0
	10.7	231,0					
			0,8	25,3	-	28,0	2,8
	20.7	229,1					
			31,6	0,0	-	23,1	2,1
	31.7	237,6					
			0,6	0,0	-	38,0	3,8
	10.8	200,2					
			0,6	57,8	-	65,0	6,5
	20.8	193,6					
			0,2	27,0	-	49,5	4,5

Çizelge 4.5. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimleri (Devamı)

	31,8	171,3					
	13,9	218,5	88,6	26,2	-	67,6	5,2
	24,9	220,0	15,2	0,0	-	13,7	1,2
	Toplam	45,3	290,0	186,2	0,0	521,5	3,6



Şekil 4.8. Serin ve sıcak iklim çimlerinin mevsimlik bitki su tüketimi değerleri (mm)



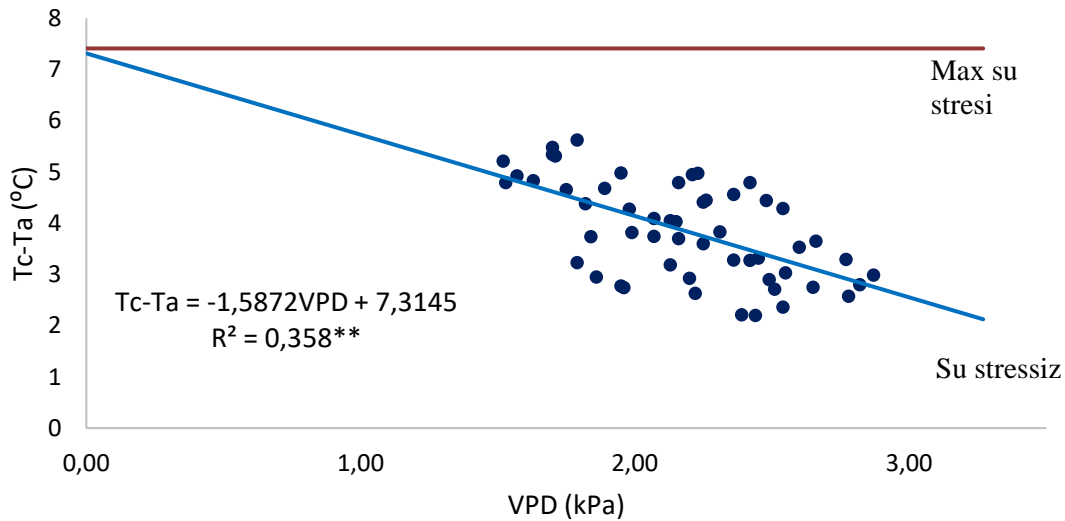
Şekil 4.9. Deneme konularına göre günlük bitki su tüketimlerinin deneme boyunca değişimleri

Çizelge 4.5, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'dan izlenebileceği gibi, deneme konularının; yaklaşık 5 aylık yaz periyodunca olan toplam bitki su tüketimleri 754,8 mm ile 521,5 mm,

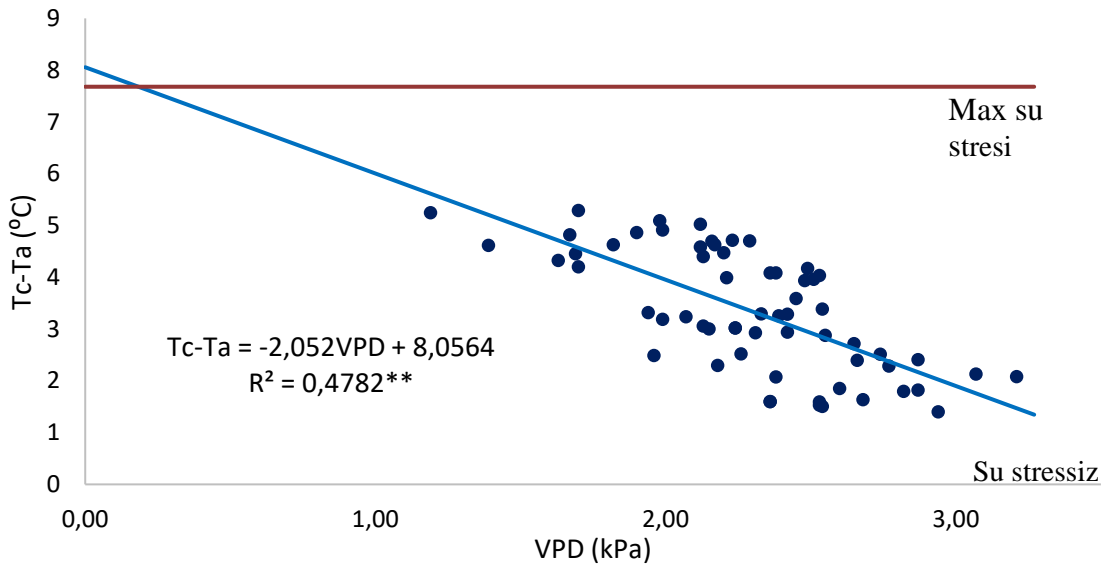
günlük bitki su tüketimleri ise 5,2 mm/gün ile 3,6 mm/gün arasında değişmiştir. En yüksek günlük ve mevsimlik bitki su tüketimi, serin iklim çimlerinde; bitkinin su stresine sokulmadığı, sık aralıklarla hafif sulamaların yapıldığı C₁S₃₀ konusunda, en düşük günlük ve mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ise sıcak iklim çiminin; bitkinin strese sokularak seyrek aralıklarla sulamaların yapıldığı C₂S₇₀ konusunda gözlemlenmiştir. S₇₀ konusunda çim türlerine uygulanan sulama suyu miktarları arasında %32 civarında fark var iken, mevsimlik su tüketimlerinin eşit çıkması, düşen yoğun yağışların derine sızmaksızın bitki tarafından kullanılmasına bağlanabilir. Diğer konulardaki bitki su tüketimleri sıcak iklim çimlerinde serin iklim çimlerine göre %22 düzeyinde daha düşük olmuştur.

4.4. Bitki Su Stres İndeksi (CWSI)

Araştırmada, bitki su stresi indeksi değerlerinin eldesi için gerekli olan alt ve üst sınır çizgilerinin belirlenmesinde, serin ve sıcak iklim çimleri için bitkilerin su stresine sokulmadığı S₃₀ konuları ile, 3.2.1.4. bölümünde de bahsedildiği gibi, sulama suyu uygulaması yapılmayarak maksimum su stresinin yaratıldığı 0,50x0,50 m'lik parseller dikkate alınmıştır. Serin ve sıcak iklim çimlerinin en yüksek ve en düşük su stresi koşullarında elde edilen üst ve alt sınır değerlerini gösteren ilişki Şekil 4.10 ve Şekil 4.11' de verilmiştir. Üst baz değerleri; serin iklim çim türleri için 7,41 °C, sıcak iklim çim için ise 7,68 °C olmuştur. Alt baz çizgileri için elde edilen denklemler ve belirtme katsayıları ilgili şekillerde görülmektedir (Şekil 4.10 ve Şekil 4.11).



Şekil 4.10. Serin iklim çimleri için alt ve üst sınır çizgileri: En yüksek ve en düşük stres koşullarında yaprak-hava sıcaklığı farkı (Tc-Ta) ile buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişkiler



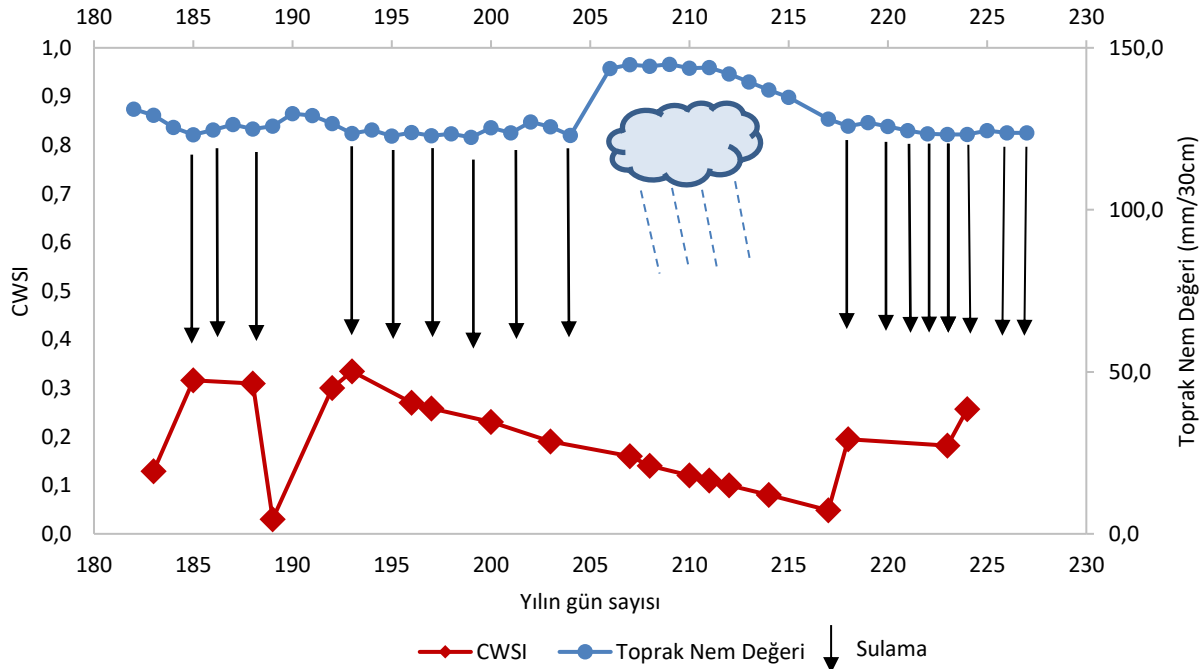
Şekil 4.11. Sıcak iklim çimi için alt ve üst sınır çizgileri: En yüksek ve en düşük stres koşullarında yaprak–hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a) ile buhar basıncı açığı (VPD) arasındaki ilişkiler

Araştırma konularından alınan infrared termometre ölçümleri ile Şekil 4.10 ve 4.11’de görülen alt-üst sınır çizgilerinden yararlanılarak elde edilen CWSI değerlerinin değişimi Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16 ve Şekil 4.17’ de verilmiştir. İnfrared termometre (IRT) ölçümleri, 1 Temmuz 2018 ile 15 Ağustos 2018 tarihleri arasında havanın bulutlu ve yağışlı olmadığı günlerde yapılmıştır. Hesaplanan CWSI değerlerinden 0-1 aralığında olmayanlar dikkate alınmamıştır (Idso ve ark. 1981 ve Gardner ve Shock 1989). Alderfasi ve Nielsen (2001)’ de açıklandığı üzere, uygulamada bu aralığın dışına çıkan çok sayıda değer elde edilebilmektedir. Bu durumun infrared termometre okumaları sırasında gerçekleştirilecek okuma hatalarından ve denklemlerin eldesinde yararlanılan VPD’ ye ilişkin ölçüm hatalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

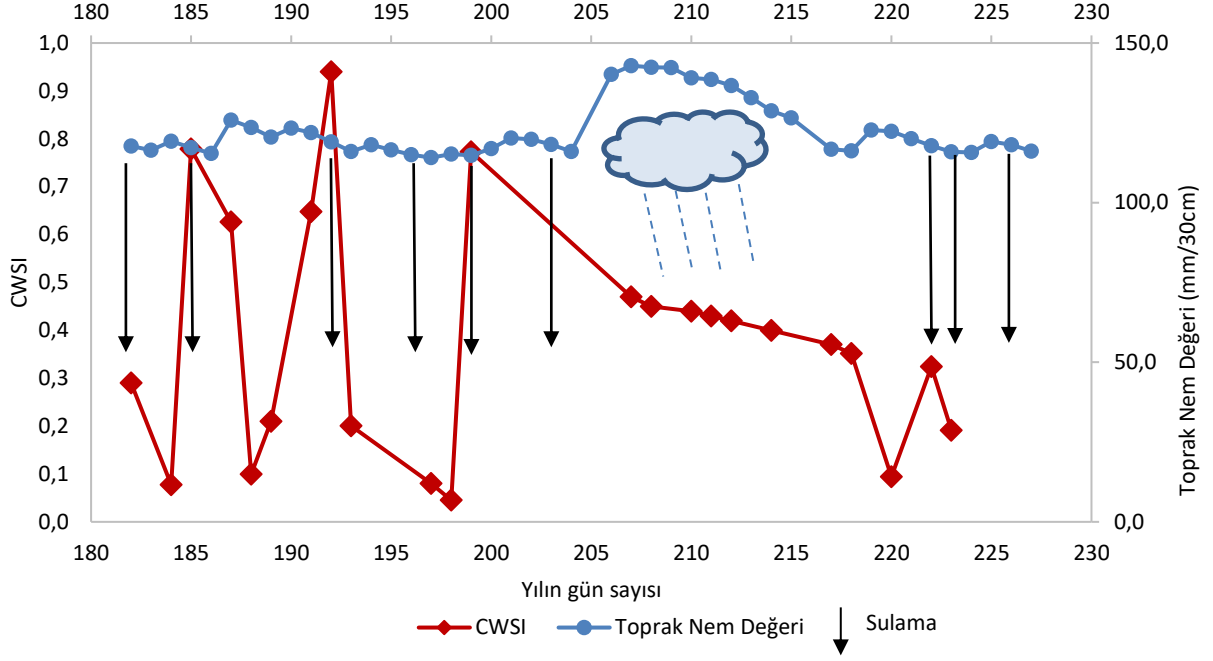
Grafikler incelendiğinde, tüm sulama konularında 30 cm etkili kök derinliğindeki nem değeri azaldığında CWSI değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Ayrıca, infrared termometre ölçümlerinin yapıldığı süre boyunca elde edilen ortalama CWSI değerleri Şekil 4.18’de verilmiştir. Şekilden izleneceği gibi, serin iklim çiminde S_{30} , S_{50} ve S_{70} sulama düzeylerine göre ortalama CWSI değerleri sırasıyla 0,19, 0,38, 0,45 aynı değerler sıcak iklim çiminde ise sırasıyla 0,19, 0,32, 0,32 olarak görülmektedir. Her iki çim çeşidinde de sulama düzeylerine göre CWSI değerleri karşılaştırıldığında S_{30} konusunun en düşük, S_{70} konusunun ise en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, S_{50} ve S_{70} konularında sıcak iklim çiminin değişmeyen bir CWSI değeri sergilerken, serin iklim çim türlerinin sıcak iklim çim türüne

göre daha yüksek CWSI değerlerine sahip olması bu türlerin sıcak iklim çimine göre su stresine daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Bunun yanında, sulama öncesindeki CWSI değerleri dikkate alınarak elde edilen ortalamaları Şekil 4.19’da verilmiştir. İlgili şekilden izlenildiği gibi, sulama başlangıcındaki CWSI ortalamaları sulama konuları arasında ciddi farklılıklar gösterirken, çim türleri arasında oldukça yakın değerler göstermiştir. Benzer bir çalışma Oncel (2018) tarafından yapılmış ve sulama öncesindeki CWSI değerleri sulama konuları arasındaki gibi, çim türlerinde de farklılık göstermiştir. Bu iki çalışma arasındaki farklılık sulama yönteminin özelliklerine bağlanabilir. Sonuç olarak, CWSI değerlerinin sulama zamanı planlamasında kullanılması olası görülmektedir.

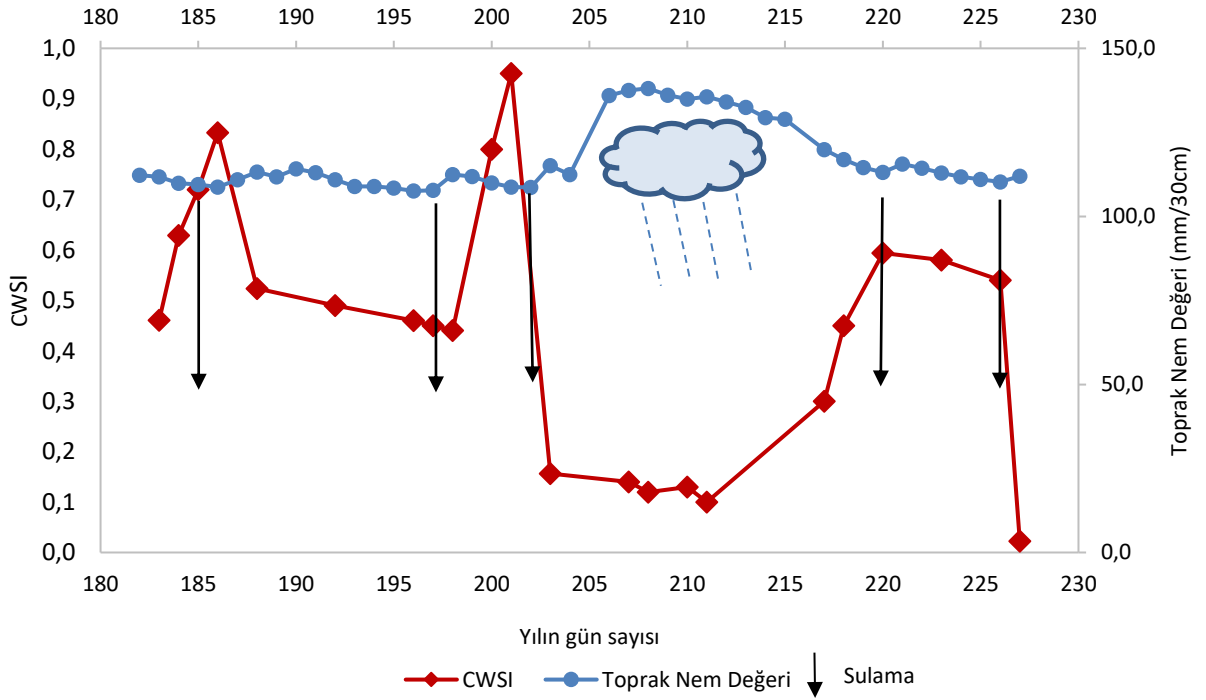
Jalali-Farahani ve ark (1994), bermudagrass çim çeşidinin su stres indeksi (CWSI) değerlerinin, Tucson kentinde sulamaya başlaması için 0,16 olması gerektiğini bildirmiştir. Emekli ve ark. (2007), Antalya kentinde bermudagrass çim çeşidini sulamaya başlamak için CWSI değerinin 0,10 olması gerektiğini belirtmiştir. (Bijanzadeh ve ark. 2013), Shiraz kentindeki bermudagrass çim bitkisinin kalitesini korumak için CWSI değerini 0,15 olarak saptamıştır. Yukarıda da takip edilebileceği gibi, sıcak iklim çimleri hakkında bazı CWSI çalışmaları mevcuttur, ancak literatürde beklenen serin iklim çimlerinde CWSI çalışmaları bulunamamıştır (Martin 1990).



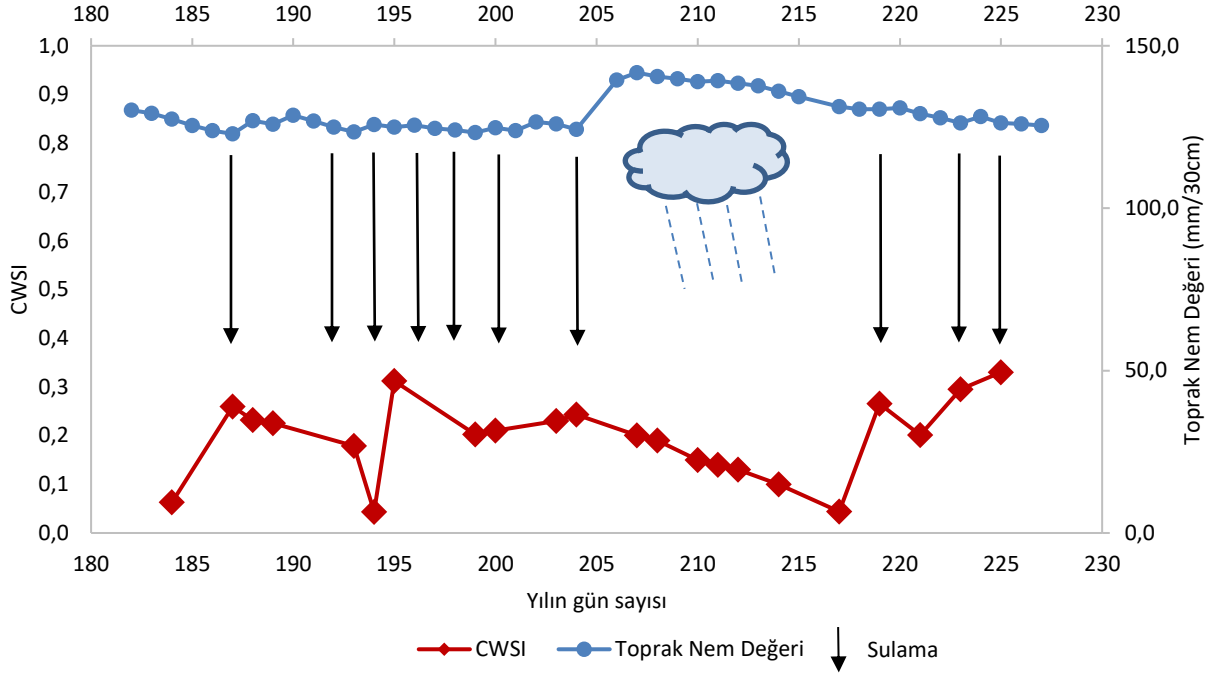
Şekil 4.12. C₁S₃₀ konusundaki CWSI ve toprak nem değerleri



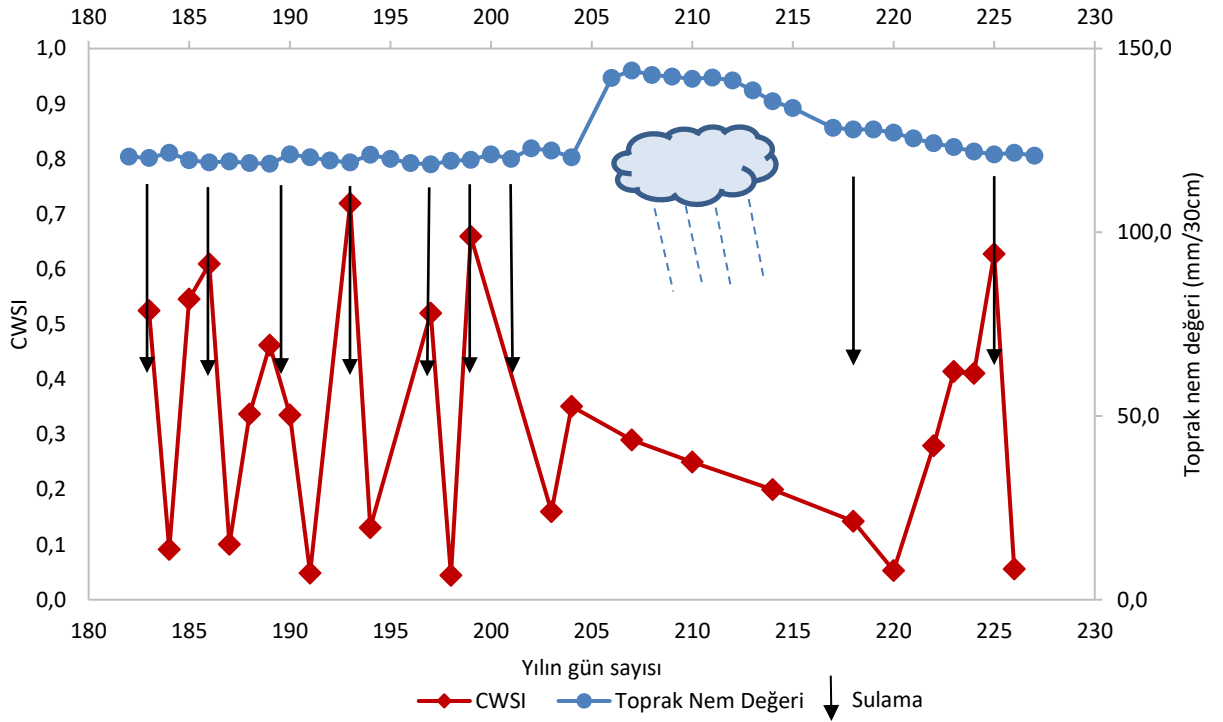
Şekil 4.13. C₁S₅₀ konusundaki CWSI ve toprak nem değerleri



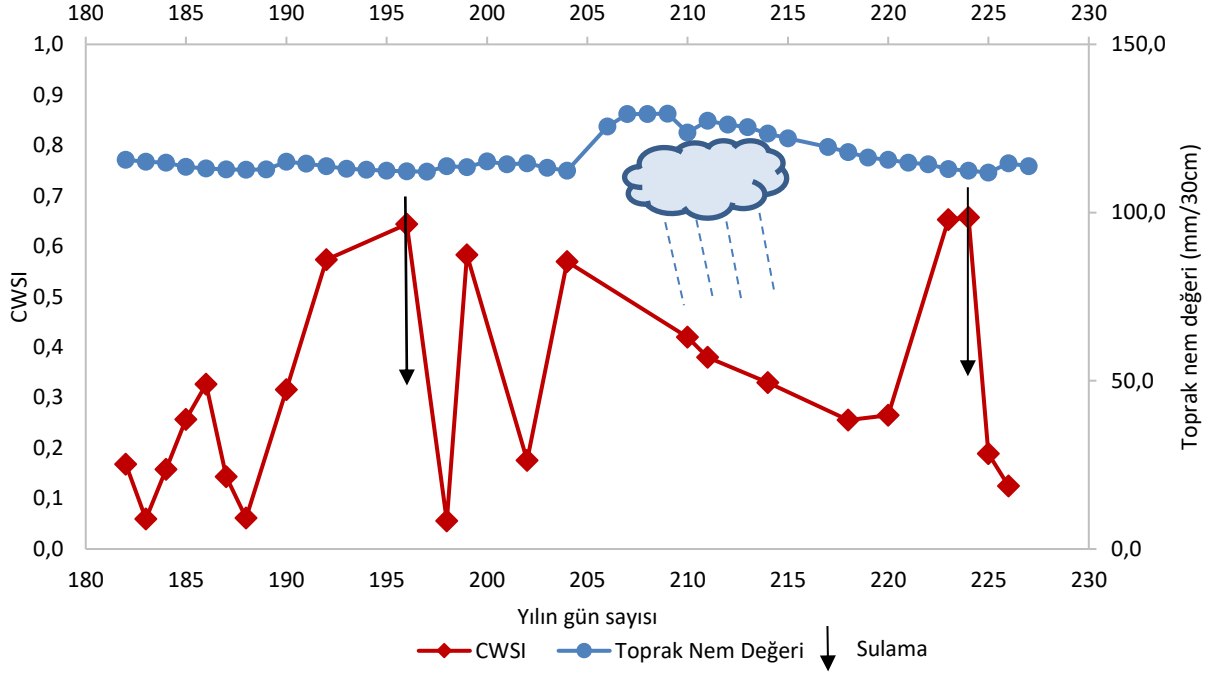
Şekil 4.14. C₁S₇₀ konusundaki CWSI ve toprak nem değerleri



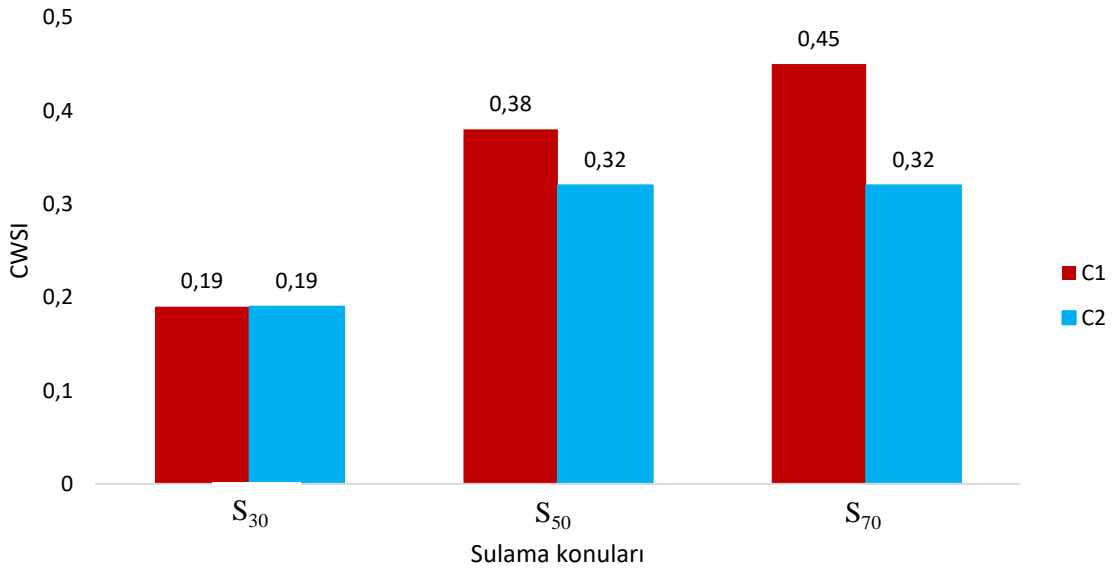
Şekil 4.15. C₂S₃₀ konusundaki CWSI ve toprak nem değerleri



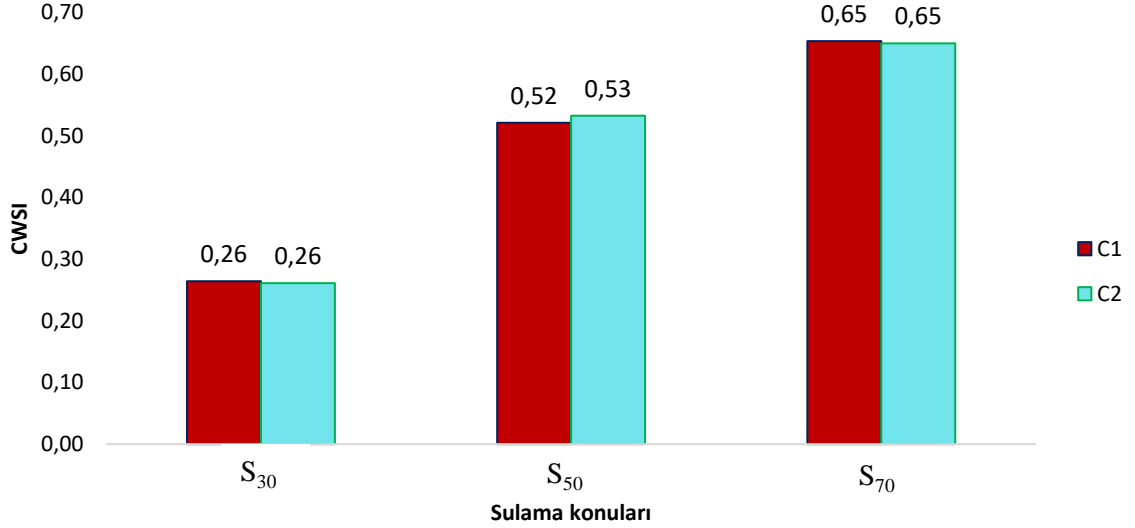
Şekil 4.16. C₂S₅₀ konusundaki CWSI ve toprak nem değerleri



Şekil 4.17. C₂S₇₀ konusundaki CWSI ve toprak nem değerleri



Şekil 4.18. Ölçüm periyodu boyunca tüm konular için ortalama CWSI değerleri



Şekil 4.19. Ölçüm periyodu boyunca tüm konular için sulama başlangıcındaki ortalama CWSI değerleri

4.5. Çim Çeşitlerinin Fenolojik Gözlemlerine İlişkin Sonuçlar

Serin ve sıcak iklim çim çeşitlerinin fenolojik gözlemlerine dayanarak vejetasyon yüksekliği, kalite, yüzey kaplama ve renk parametrelerine ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, kuru ot ve yeşil ot verimleri de belirlenmiştir.

4.5.1. Vejetasyon yüksekliği

Serin ve sıcak iklim çim türlerinin vejetasyon yüksekliklerine ait değerler Çizelge 4.6'da görülmektedir. İlgili çizelgeden de izleneceği gibi, gerek çim türleri arasında gerekse sulama konuları arasında vejetasyon yüksekliği açısından farklılıklar olduğu gözlemlenmektedir. C₁ konularında vejetasyon yükseklikleri 14,5 cm ile 11,3 cm arasında değişirken, C₂ konularında bu değerler 11,5 cm ile 9,8 cm arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında ise her iki çim türünde de S₃₀ konularında en yüksek değerler elde edilmiştir.

Bu farklılıkların düzeyini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi ve LSD (Least Significant Difference) testi sonuçları Çizelge 4.7 ve 4.8'de özetlenmiştir. Çizelge 4.7 incelendiğinde, bloklar arasında önemli düzeyde fark bulunmamış ancak çim türleri ve sulama konuları arasında $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. TürxSulama düzeyinde interaksiyon önemli çıkmadığı için sulama düzeyleri açısından önemlilik düzeyleri belirlenememiştir. Ancak, türler ortalaması karşılaştırıldığında serin iklim çimlerinin sıcak iklim çimine göre suyu bulduğunda daha hızlı büyüdüğü ve daha fazla ot ürettiği bunun sonucunda daha sık biçim gerektirdiği söylenebilir. Madison ve Hagan (1962), Biran ve ark.

(1981), Fry ve Butler (1989), Feldhake ve ark. (1983)-(1984)'de biçim yüksekliğinin artmasıyla çimin su kullanımının arttığını söylemişlerdir. Çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. Deneme konularına ilişkin vejetasyon yükseklikleri (cm)

Türler	Sulama Düzeyi	1. Blok	2. Blok	3. Blok	Ortalama
C ₁	S ₃₀	13,3	13,0	14,5	13,6
	S ₅₀	11,8	13,3	12,8	12,6
	S ₇₀	11,3	12,8	13,8	12,6
C ₂	S ₃₀	11,4	11,3	11,5	11,4
	S ₅₀	11,0	10,3	10,8	10,7
	S ₇₀	10,5	9,8	10,8	10,3

Çizelge 4.7. Vejetasyon yüksekliklerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değerleri
Tekrarlama	2	2.174	1.087	1.031
Tür	1	20.480	20.480	19.412*
Hata-1	2	2.110	1.055	
Sulama düzeyi	2	3.444	1.722	6.513*
Tür x Sulama düzeyi	2	0.093	0.047	0.176
Hata	8	2.116	0.264	
Genel	17	30.418	1.789	

*:0.05 düzeyinde önemli, **:0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.8. Vejetasyon yüksekliklerine ilişkin ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Tür	Sulama Düzeyleri			Ortalama
	S ₃₀	S ₅₀	S ₇₀	
C ₁	13.60	12.63	12.63	12.96 a
C ₂	11.40	10.70	10.37	10.82 b
Ortalama	12.50 a	11.67 b	11.50 b	
LSD ($P \leq 0.05$)	Tür: 2.083 Sulama düzeyi: 0.685 Tür x Sulama düzeyi: -			

4.5.2. Kalite

Araştırmada 3.2.2.6 bölümünde detaylarıyla açıklandığı üzere deneme konuları için belirlenen kalite değerleri Çizelge 4.9'da görülmektedir. Çizelgeden de izleneceği gibi, gerek çim türleri arasında gerekse sulama konuları arasında kalite açısından farklılıklar olduğu gözlemlenmektedir. C₁ konularında kalite 5,2 ile 8,7 değerleri arasında değişirken, C₂ konularında bu değerler 8,5 ile 8,8 arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında serin iklim türlerinde 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 4.10 ve 4.11’de özetlenmiştir. Çizelge 4.10 incelendiğinde, bloklar arasında önemli düzeyde fark görülmezken, çim türleri, sulama konuları ve TürxSulama interaksyonu arasında $P \leq 0,01$ düzeyinde istatistiksel açıdan önemli farklar gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre sulamaya başlanacak nem düzeylerinin serin iklim çim türlerinde kaliteyi önemli düzeyde etkilediği, sıcak iklim çim türünde ise bu etkinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı söylenebilir. Bu nedenle C_1S_{30} ve C_2 konuları birinci grupta yer almış, C_1S_{50} konusu ikinci grubu, C_1S_{70} konusu ise üçüncü grubu oluşturmuştur. Tüm bu bulgular ışığında, serin iklim türlerinde sulamalara kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30’u tüketildiğinde sıcak iklim çiminde ise %70’i tüketildiğinde başlanması önerilebilir.

Çizelge 4.9. Deneme konularına ilişkin kalite değerleri

Türler	Sulama Düzeyi	1. Blok	2. Blok	3. Blok	Ortalama
C_1	S_{30}	8,5	8,5	8,7	8,6
	S_{50}	5,6	5,6	5,5	5,6
	S_{70}	5,2	5,3	5,2	5,2
C_2	S_{30}	8,7	8,5	8,5	8,6
	S_{50}	8,8	8,7	8,8	8,8
	S_{70}	8,5	8,5	8,6	8,5

Çizelge 4.10. Kalite değerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değerleri
Tekrarlama	2	0.004	0.002	0.333
Tür	1	21.125	21.125	3168.750**
Hata-1	2	0.013	0.007	
Sulama düzeyi	2	9.748	4.874	626.643**
Tür x Sulama düzeyi	2	10.570	5.285	679.500**
Hata	8	0.062	0.008	
Genel	17	41.523	2.443	

** : 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.11. Kalite değerine ilişkin ortalama değerler ve önemlilik grupları

Tür	Sulama Düzeyleri			Ortalama
	S_{30}	S_{50}	S_{70}	
C_1	8.567 a	5.567 b	5.233 c	6.456 b
C_2	8.567 a	8.767 a	8.533 a	8.622 a
Ortalama	8.567 a	7.167 b	6.883 c	
LSD ($P < 0.01$)	Tür: 0.382 Sulama düzeyi: 0.171 Tür x Sulama düzeyi: 0.245			

4.5.3. Yüzey kaplama

Araştırmanın 3.2.2.6. bölümünde detaylarıyla açıklandığı üzere deneme konuları için belirlenen yüzey kaplama değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Değerlere bakıldığında C_2 çim

türünde sulama konularının bir farklılık oluşturmadığı, C₁ türlerinde ise 8,8 ile 5,8 arasında değişen farklılıklar olduğu görülmektedir. C₁ türlerinde en yüksek değer olan 8,8 S₃₀ konusunda, en düşük değer olan 5,8 ise S₇₀ konusundan elde edilmiştir.

Farklı konuların parsellerdeki yüzey kaplama üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.13 ve 4.14’de görülmektedir. Çizelge 4.13 incelendiğinde, bloklar arasında önemli düzeyde fark bulunmamış ancak çim türleri, sulama konuları ile TürxSulama interaksiyonu arasında P≤0,01 düzeyinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Çizelge 4.14’den de görüleceği gibi, üç farklı sulama konusu C₂ çim türünde herhangi bir farklılık yaratmamış ve hepsi birinci grupta yer almıştır. C₁ çim türlerinde ise S₃₀ konusu ikinci, S₅₀ konusu üçüncü, S₇₀ 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 türünün, sulama konularından etkilenmeksizin, C₁ türlerine göre daha istenen bir yüzey kaplama oluşturduğu gözlemlenmiştir. C₁ türlerinde ise en iyi yüzey kaplamayı S₃₀ konusu sağlamıştır. Sonuç olarak, yüzey kaplama açısından sıcak iklim çiminin serin iklim çim türlerine göre çok daha fazla avantajlı olduğu ve sulamaya başlanacak nem düzeylerinden bağımsız olarak istenen düzeyde bir yüzey örtüsü oluşturduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. Deneme konularına ilişkin yüzey kaplama değerleri

Türler	Sulama Düzeyi	1. Blok	2. Blok	3. Blok	Ortalama
C ₁	S ₃₀	8,8	8,8	8,8	8,8
	S ₅₀	6,8	6,7	6,8	6,8
	S ₇₀	6,0	5,8	5,9	5,9
C ₂	S ₃₀	9,0	9,0	9,0	9,0
	S ₅₀	9,0	9,0	9,0	9,0
	S ₇₀	9,0	9,0	9,0	9,0

Çizelge 4.13. Yüzey kaplama değerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değerleri
Tekrarlama	2	0.008	0.004	1.000
Tür	1	15.309	15.309	3936.571**
Hata-1	2	0.008	0.004	
Sulama düzeyi	2	6.648	3.324	2393.200**
Tür x Sulama düzeyi	2	6.648	3.324	2393.200**
Hata	8	0.011	0.0013	
Genel	17	28.631	1.684	

** : 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.14. Yüzey kaplama değerine ilişkin ortalama değerler ve önemlilik grupları

Tür	Sulama Düzeyleri			Ortalama
	S ₃₀	S ₅₀	S ₇₀	
C ₁	8.800 b	6.767 c	5.900 d	7.156 b
C ₂	9.000 a	9.000 a	9.000 a	9.000 a
Ortalama	8.900 a	7.883 b	7.450 c	
LSD (P≤0.01)	Tür: 0.292 Sulama düzeyi: 0.072 Tür x Sulama düzeyi: 0.098			

4.5.4. Renk

Araştırmanın 3.2.2.6 bölümünde detaylarıyla açıklandığı üzere, deneme konuları için belirlenen renk değerleri Çizelge 4.15’te izlenmektedir. Çizelgeden de izleneceği gibi, gerek çim türleri arasında gerekse sulama konuları arasında renk açısından farklılıklar olduğu gözlemlenmektedir. C₁ konularında renk değerleri 8,1 ile 5,6 arasında değişirken C₂ konularında bu değerler 5,8 ile 5,4 arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında ise C₁ çim türlerinde S₃₀, C₂ çim türünde ise S₇₀ konularında en yüksek değerler elde edilmiştir.

Bu farklılıkların düzeyini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.16 ve 4.17’de özetlenmiştir. Bloklar arasında önemli düzeyde fark bulunmamış ancak çim türleri, sulama konuları ile TürxSulama interaksiyonu arasında istatistiksel açıdan P≤0,01 düzeyinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir (Çizelge 4.16). Başka bir deyişle konular arasındaki farklar, çim türleri ve sulamaya başlanacak nem düzeylerinden ileri gelmiştir. Bu sonuçlara göre yapılan LSD testinden elde edilen gruplara bakıldığında, ilk grubu C₁S₃₀, ikinci grubu C₁S₅₀, üçüncü grubu ise C₁S₇₀ ve C₂ çim türünün tüm konuları oluşturmuştur. Bu bulgular ışığında, serin iklim çimlerinin strese girmeksizin sulandığı S₃₀ konusunda en yoğun yeşil rengi sunduğu, S₅₀ konusunun bir alt grupta yer almasına karşın sıcak iklim çiminden daha etkin bir yeşile sahip olduğu, bitkinin su stresine girdiği S₇₀ konusunda ise yeşil rengin çok önemli düzeyde kaybolduğu tespit edilmiştir.

Sıcak iklim çiminde ise sulama düzeylerinde farklılık gözlenmemiştir başka bir deyişle bu çim türünde renk parametresi sulama konularından C₁ türlerinde olduğu gibi etkilenmemiştir.

Çizelge 4.15. Deneme konularına ilişkin renk değerleri

Türler	Sulama Düzeyi	1. Blok	2. Blok	3. Blok	Ortalama
C ₁	S ₃₀	8,0	8,1	8,0	8,0
	S ₅₀	7,6	7,5	7,8	7,6
	S ₇₀	5,6	5,6	5,9	5,8
C ₂	S ₃₀	5,7	5,6	5,5	5,6
	S ₅₀	5,6	5,8	5,4	5,6
	S ₇₀	5,7	5,8	5,8	5,8

Çizelge 4.16. Renk değerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değerleri
Tekrarlama	2	0.004	0.002	0.048
Tür	1	9.680	9.680	207.429**
Hata-1	2	0.093	0.047	
Sulama düzeyi	2	3.988	1.994	130.509**
Tür x Sulama düzeyi	2	5.410	2.705	177.055**
Hata	8	0.122	0.015	
Genel	17	19.298	1.135	

** : 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.17. Renk değerine ilişkin ortalama değerler ve önemlilik grupları

Tür	Sulama Düzeyleri			Ortalama
	S ₃₀	S ₅₀	S ₇₀	
C ₁	8.033 a	7.633 b	5.700 c	7.122 a
C ₂	5.600 c	5.600 c	5.767 c	5.656 b
Ortalama	6.817 a	6.617 a	5.733 b	
LSD (P≤0.01)	Tür: 1.011 Sulama düzeyi: 0.239 Tür x Sulama düzeyi: 0.335			

4.5.5. Yeşil ot verimi

Araştırmanın 3.2.2.6 bölümünde detaylarıyla açıklandığı biçimde belirlenen yeşil ot verimleri Çizelge 4.18’de görülmektedir. Çizelgeden de izleneceği gibi, farklılıklar daha ziyade C₁ türlerinde ortaya çıkmıştır. C₁ konularında yeşil ot verim değerleri 162,1 ile 65,2 g/m² arasında değişirken C₂ konularında bu değerler 181,3 ile 128,7 g/m² arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında ise C₁ ve C₂ çim türlerinde S₃₀, konularında en yüksek değerler, C₁ çim türlerinde S₇₀, C₂ çim türünde ise S₅₀ konusunda en düşük değerler elde edilmiştir.

Bu farklılıkların düzeyini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.19 ve 4.20’de özetlenmiştir. Bloklar arasında önemli düzeyde fark bulunmamış ancak, çim türleri arasında istatistiksel açıdan P≤0,05, sulama konuları ile TürxSulama interaksyonu arasında ise istatistiksel açıdan P≤0,01 düzeyinde önemli farklılıklar

gözlemlenmiştir (Çizelge 4.19). Başka bir deyişle, konular arasındaki farklar çim türleri ve sulamaya başlanacak nem düzeylerinden ileri gelmiştir.

Bu sonuçlara göre yapılan LSD testinden elde edilen gruplara bakıldığında, ilk grubu C₁S₃₀, C₂ çim türünün tüm konuları, ikinci grubu C₁S₅₀ ve C₁S₇₀ konuları oluşturmuştur. Bu bulgular ışığında, serin iklim çim türlerinde C₁S₃₀, sıcak iklim çim türü için tüm sulama düzeyleri, en yüksek verimi göstermiş, serin iklim çim türlerinde sulama düzeyleri S₅₀ ve S₇₀ konularından ise daha az verim elde edilmiştir. Başka bir deyişle, üretilen yeşil ot miktarı C₂ türünde sulama düzeyi ile değişmemesi ve C₁ türlerinin S₃₀ konusu ile aynı olmuştur.

Çizelge 4.18. Deneme konularına ilişkin yaş ot verimi değerleri (g/m²)

Türler	Sulama Düzeyi	1. Blok	2. Blok	3. Blok	Ortalama
C ₁	S ₃₀	162,1	160,2	158,1	160,1
	S ₅₀	83,7	78,5	77,1	79,7
	S ₇₀	66,3	65,2	65,2	65,6
C ₂	S ₃₀	177,4	160,2	134,4	157,3
	S ₅₀	181,3	141,7	128,7	150,6
	S ₇₀	148,8	158,8	155,5	154,4

Çizelge 4.19. Yaş ot verimine (g/m²) ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değerleri
Tekrarlama	2	849.951	424.976	1.708
Tür	1	12450.420	12450.420	50.037*
Hata-1	2	497.653	248.827	
Sulama düzeyi	2	8715.498	4357.749	29.453**
Tür x Sulama düzeyi	2	7176.360	3588.180	24.252**
Hata	8	1183.656	147.957	
Genel	17	30873.538	1816.090	

*:0.05 düzeyinde önemli, **:0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.20. Yaş ot verimine ilişkin ortalama değerler (g/m²) ve önemlilik grupları

Tür	Sulama Düzeyleri			Ortalama
	S ₃₀	S ₅₀	S ₇₀	
C ₁	160.133 a	79.767 b	64.567 b	101.489 b
C ₂	157.333 a	150.567 a	154.367 a	154.089 a
Ortalama	158.733 a	115.167 b	109.467 b	
LSD (P<0.05, P<0.01)	Tür: 31.997 Sulama düzeyi: 23.561 Tür x Sulama düzeyi: 33.324			

4.5.6. Kuru ot ağırlığı

Araştırmanın 3.2.2.6 bölümünde detaylarıyla açıklandığı üzere, deneme konuları için belirlenen kuru ot ağırlığı değerleri Çizelge 4.21’de izlenmektedir. Çizelgeden de izleneceği gibi, gerek çim türleri gerekse sulama konuları arasında kuru ot ağırlığı açısından farklılıklar

olduğu gözlemlenmektedir. C_1 konularında kuru ot ağırlığı değerleri 47,0 ile 21,6 g/m^2 arasında değişirken C_2 konularında bu değerler 63,9 ile 37,4 g/m^2 arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında ise C_1 ve C_2 çim türlerinde S_{30} , konularında en yüksek değerler, C_1 çim türlerinde S_{70} , C_2 çim türünde ise S_{50} konusunda en düşük değerler elde edilmiştir.

Bu farklılıkların düzeyini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.22 ve 4.23'te özetlenmiştir. Bloklar arasında önemli düzeyde fark bulunmamış ancak, çim türleri ve sulama konuları arasında istatistiksel açıdan $P \leq 0,05$, TürxSulama interaksyonu arasında ise istatistiksel açıdan $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir (Çizelge 4.22). Başka bir deyişle konular arasındaki farklar, çim türleri ve sulamaya başlanacak nem düzeylerinden ileri gelmiştir.

Bu sonuçlara göre yapılan LSD testinden elde edilen gruplara bakıldığında, C_2S_{70} konusu ilk grubu oluştururken, C_1S_{70} konusu son grupta kalmıştır. Farklı sulama düzeyleri sıcak iklim çiminde serin iklim çimlerine göre daha az etkili olmuştur. Bunun yanında, Çizelge 4.28 ve 4.22 birlikte incelendiğinde görüleceği gibi, serin iklim çimlerinde bitkinin su içeriği sulama programı ile önemli düzeyde değişmiş, bu değişim sıcak iklim çiminde daha düşük olmuştur.

Çizelge 4.21. Deneme konularına ilişkin kuru ot verimi değerleri (g/m^2)

Türler	Sulama Düzeyi	1. Blok	2. Blok	3. Blok	Ortalama
C_1	S_{30}	47,0	34,2	40,3	40,5
	S_{50}	32,3	27,2	29,7	29,7
	S_{70}	26,9	21,6	25,6	24,7
C_2	S_{30}	56,4	49,9	60,8	55,7
	S_{50}	45,2	37,4	59,6	47,4
	S_{70}	59,3	63,9	62,3	61,8

Çizelge 4.22. Kuru ot verimine (g/m^2) ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değerleri
Tekrarlama	2	175.148	87.574	1.984
Tür	1	2450.000	2450.000	55.499*
Hata-1	2	88.290	44.145	
Sulama düzeyi	2	272.671	136.336	6.358*
Tür x Sulama düzeyi	2	433.053	216.527	10.098**
Hata	8	171.536	21.442	
Genel	17	3590.698	211.218	

*:0.05 düzeyinde önemli, **:0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.23. Kuru ot verimine ilişkin ortalama değerler (g/m²) ve önemlilik grupları

Tür	Sulama Düzeyleri			Ortalama
	S ₃₀	S ₅₀	S ₇₀	
C ₁	40.500 cd	29.733 de	24.700 e	31.644 b
C ₂	55.700 ab	47.400 bc	61.833 a	54.978 a
Ortalama	48.100 a	38.567 b	43.267 ab	
LSD (P≤0.05, P≤0.01)	Tür: 13.477 Sulama düzeyi: 6.165 Tür x Sulama düzeyi: 12.686			

4.6. Sulama Suyu Kullanım Randımanı ve Su Kullanım Randımanına İlişkin Sonuçlar

Serin ve sıcak iklim çim türlerinin sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanına ilişkin sonuçlar ve istatistiksel analiz ile belirlenen önemlilik grupları aşağıda verilmiştir.

4.6.1. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE)

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları, ölçülen bitki su tüketimi değerleri ve elde edilen yaş ot verimlerinin, eşitlik 3.31’de yerine konulması ile hesaplanan sulama suyu kullanım randımanı sonuçları Çizelge 4.24’ te verilmiştir. C₁ çim türleri konularında IWUE değerleri 0,31 ile 0,15 kg/da/mm arasında değişirken C₂ çim türü konularında bu değerler 0,85 ile 0,32 kg/da/mm arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında ise, C₁ çim türlerinde S₃₀, C₂ çim türünde ise S₇₀ konularında en yüksek değerler, C₁ çim türlerinde S₅₀ C₂ çim türünde ise S₃₀ konularında en düşük değerler elde edilmiştir.

Bu farklılıkların düzeyini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.25 ve 4.26’da özetlenmiştir. Çim türleri, sulama düzeyleri ve TürxSulama interaksiyonu arasında istatistiksel açıdan P≤0,01 düzeyinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir (Çizelge 4.25). Başka bir deyişle konular arasındaki farklar, çim türleri ve sulamaya başlanacak nem düzeylerinden ileri gelmiştir.

Bu sonuçlara göre yapılan LSD testinden elde edilen gruplara bakıldığında ilk grubu C₂S₇₀, son grubu C₁S₅₀ konusu oluşturmaktadır. Çizelge 4.26’da açıkça görüldüğü gibi, sıcak iklim çimlerinin sulama suyu kullanım randımanı serin iklim çimlerine göre daha yüksektir. Ayrıca, sulama konuları açısından bakıldığında da, S₇₀ konu ortalamaları ilk grubu oluşturmuştur. Ne var ki serin iklim çim türlerinde S₃₀ konusu en üst grupta kalmıştır. Başka bir deyişle, sıcak iklim çim türünde en yüksek sulama suyu kullanım randımanı S₇₀, serin iklim türlerinde ise S₃₀ konusunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.24. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ortalama değerleri (kg/da/mm)

Türler	Sulama Düzeyi	1. Blok	2. Blok	3. Blok	Ortalama
C ₁	S ₃₀	0,31	0,31	0,30	0,31
	S ₅₀	0,17	0,16	0,15	0,16
	S ₇₀	0,24	0,24	0,24	0,24
C ₂	S ₃₀	0,42	0,38	0,32	0,37
	S ₅₀	0,49	0,38	0,35	0,41
	S ₇₀	0,80	0,85	0,84	0,83

Çizelge 4.25. Sulama suyu kullanım randımanına (kg/da/mm) ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değerleri
Tekrarlama	2	0.004	0.002	1.829
Tür	1	0.400	0.400	338.438**
Hata-1	2	0.002	0.001	
Sulama düzeyi	2	0.209	0.105	77.621**
Tür x Sulama düzeyi	2	0.212	0.106	78.709**
Hata	8	0.011	0.0014	
Genel	17	0.847	0.050	

** : 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.26. Sulama suyu kullanım randımanı değerlerine ilişkin ortalama değerler (kg/da/mm) ve önemlilik grupları

Tür	Sulama Düzeyleri			Ortalama
	S ₃₀	S ₅₀	S ₇₀	
C ₁	0.307 bc	0.160 d	0.240 cd	0.236 b
C ₂	0.373 b	0.407 b	0.830 a	0.537 a
Ortalama	0.340 b	0.283 b	0.535 a	
LSD (P≤0.05, P≤0.01)	Tür: 0.162 Sulama düzeyi: 0.071 Tür x Sulama düzeyi: 0.102			

4.6.2. Su kullanım randımanı (WUE)

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları, hesaplanan bitki su tüketimi değerleri ve elde edilen birim alan verimlerinin, eşitlik 3.32'de yerine konulması ile hesaplanan su kullanım randımanı sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir. C₁ konularında WUE değerleri 0,21 ile 0,12 kg/da/mm arasında değişirken C₂ konularında bu değerler 0,32 ile 0,23 kg/da/mm arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında ise C₁ çim türlerinde S₃₀, C₂ çim türünde ise S₇₀ konularında en yüksek değerler, C₁ ve C₂ çim türlerinde S₃₀ ve S₅₀, konularında en düşük değerler elde edilmiştir.

Bu farklılıkların düzeyini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.28 ve 4.29'da özetlenmiştir. Bloklar arasında önemli düzeyde fark bulunmamış ancak, çim türleri ve TürxSulama interaksyonu arasında istatistiksel açıdan

$P \leq 0,01$, sulama düzeyleri ise istatistiksel açıdan $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir (Çizelge 4.28).

Bu sonuçlara göre yapılan LSD testinden elde edilen gruplara bakıldığında ilk grubu C₂ çim türünün tüm konuları, ikinci grubu C₁S₃₀, son grubu ise grubu C₁S₅₀, C₁S₇₀ konuları oluşturmaktadır. Bu bulgulara göre, sıcak iklim çiminin tüm konuları sulama düzeylerinden etkilenmeksizin serin iklim çimlerine göre, daha etkin bir su kullanım randımanı sergilemiştir. Serin iklim çim türlerinde ise S₃₀ konusu diğer konulara göre daha yüksek WUE değerine sahip olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, IWUE ve WUE değerleri birlikte değerlendirildiğinde, serin iklim çim türlerinin suyu sevdiği, strese girmektesizin sulandığında etkin bir su kullanıcısı olduğu, aksi halde bitkinin yaşamsal faaliyetleri zayıfladığından su tüketim randımanının da düştüğü, sıcak iklim türünde ise bitkinin su stresine daha dayanıklı olduğu, stres koşullarında yaşamsal faaliyetlerini önemli düzeyde bozulmadığı bu nedenle, her koşulda randımanlı bir su kullanıcısı olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.27. Su kullanım randımanı (WUE) ortalama değerleri (kg/da/mm)

Türler	Sulama Düzeyi	1. Blok	2. Blok	3. Blok	Ortalama
C ₁	S ₃₀	0,21	0,21	0,21	0,21
	S ₅₀	0,13	0,12	0,12	0,13
	S ₇₀	0,13	0,12	0,12	0,13
C ₂	S ₃₀	0,30	0,27	0,23	0,27
	S ₅₀	0,32	0,25	0,23	0,27
	S ₇₀	0,29	0,30	0,30	0,30

Çizelge 4.28. Su kullanım randımanına (kg/da/mm) ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değerleri
Tekrarlama	2	0.002	0.001	1.756
Tür	1	0.070	0.070	98.772**
Hata-1	2	0.001	0.0005	
Sulama düzeyi	2	0.006	0.003	7.164*
Tür x Sulama düzeyi	2	0.011	0.006	13.575**
Hata	8	0.003	0.000375	
Genel	17	0.094	0.0055	

** : 0.01 düzeyinde önemli, * : 0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.29. Su kullanım randımanına ilişkin ortalama değerler (kg/da/mm) ve önemlilik grupları

Tür	Sulama Düzeyleri			Ortalama
	S ₃₀	S ₅₀	S ₇₀	
C ₁	0.210 b	0.123 c	0.123 c	0.152 b
C ₂	0.267 a	0.267 a	0.297 a	0.277 a
Ortalama	0.238 a	0.195 b	0.210 b	
LSD (P≤0.05, P≤0.01)	Tür: 0.124 Sulama düzeyi: 0.027 Tür x Sulama düzeyi: 0.053			

4.7. Uygun Bitki Su Tüketimi Tahmin Eşitliği ve Bitki Katsayısı Eğrileri

Deneme süresince iki farklı çim türleri için her bir sulama konusundan elde edilen günlük ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Ayrıca, on günlük periyotlar için deneme alanında yer alan otomatik meteoroloji istasyonundan alınan iklim elemanlarından yararlanılarak, Blaney-Criddle yöntemi (B-C), A sınıfı kap buharlaşması yönteminin FAO modifikasyonu (A-FAO), Penman yöntemin FAO modifikasyonu (P-FAO), Penman-Monteith yöntemi (P-M) ve Jensen-Haise yöntemi (J-H) ile referens bitki su tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.5'te görülen iki çim türü için her bir sulama konusundan elde edilen günlük bitki su tüketimi değerlerinin ortalaması alınarak belirlenen günlük bitki su tüketimi değerleri (ET_c) ve farklı yöntemlerle hesaplanan referens bitki su tüketimi (ET_o) değerleri Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliğinin belirlenmesinde ilk değerlendirme, ölçülen bitki su tüketimi değerleri ile değinilen tahmin eşitlikleri kullanılarak hesaplanan referens bitki su tüketim değerleri arasındaki farkların kareler toplamı alınarak yapılmıştır. İkinci değerlendirmede ise ölçülen bitki su tüketimleri ile hesaplanan referens bitki su tüketimleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayısı dikkate alınmıştır. Üçüncü değerlendirmede mevsimlik bitki su tüketimi karşılama yüzdesi (%ET), 100'e en yakın olan değer dikkate alınmıştır. Hesaplanan değerler ve sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.30. Ölçülen bitki su tüketimi ve bazı yöntemlerle hesaplanan referens bitki su tüketimi değerleri

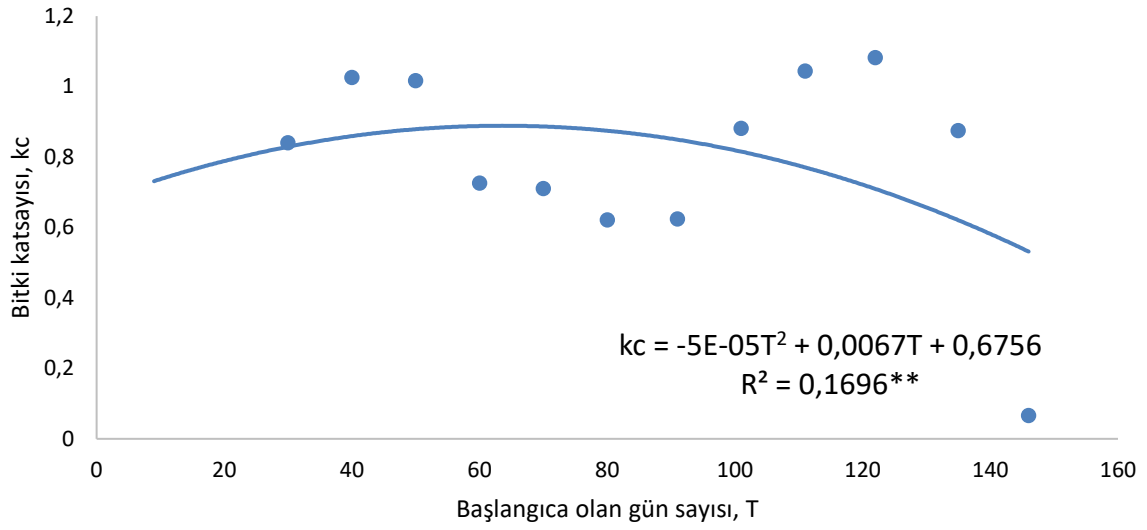
Bitki Türü	Periyot	Ölçülen Bitki Su Tüketimi (ET _c) (mm/gün)	Farklı Yöntemlerle hesaplanan referens bitki su tüketimi (ET _o) (mm/gün)				
			B-C	A-FAO	P-FAO	P-M	J-H
C ₁	2.5-10.05	4,50	2,90	0,34	4,02	2,55	1,65
	11.5-20.5	4,47	4,15	3,89	4,21	2,84	3,00
	21.5-31.5	4,30	3,40	4,19	5,12	2,98	3,08
	1.5-10.6	5,60	3,20	6,02	5,46	3,09	4,48
	11.6-20.6	5,67	5,05	5,58	5,57	3,19	4,25
	21.6-30.6	4,93	3,80	3,61	6,79	3,31	2,90
	1.7-10.7	3,90	5,10	6,82	5,49	3,44	4,18
	11.7-20.7	3,57	5,00	5,93	5,74	3,56	4,00
	21.7-31.7	3,53	5,30	3,79	5,67	3,76	4,06
	1.8-10.8	5,37	7,10	6,44	6,09	4,07	4,74
	11.8-20.7	6,30	6,50	6,80	6,03	4,32	4,62
	21.8-31.8	6,13	5,50	6,63	5,67	3,89	4,08
	1.9-13.9	3,63	4,35	5,29	4,15	3,41	2,82
	14.9-24.9	0,13	4,80	0,00	4,02	2,80	2,90
C ₂	2.5-10.05	4,53	2,90	0,34	4,02	2,55	1,65
	11.5-20.5	4,47	4,15	3,89	4,21	2,84	3,00
	21.5-31.5	4,70	3,40	4,19	5,12	2,98	3,08
	1.5-10.6	3,93	3,20	6,02	5,46	3,09	4,48
	11.6-20.6	4,90	5,05	5,58	5,57	3,19	4,25
	21.6-30.6	3,80	3,80	3,61	6,79	3,31	2,90
	1.7-10.7	2,73	5,10	6,82	5,49	3,44	4,18
	11.7-20.7	3,83	5,00	5,93	5,74	3,56	4,00
	21.7-31.7	3,07	5,30	3,79	5,67	3,76	4,06
	1.8-10.8	3,70	7,10	6,44	6,09	4,07	4,74
	11.8-20.7	4,60	6,50	6,80	6,03	4,32	4,62
	21.8-31.8	4,43	5,50	6,63	5,67	3,89	4,08
	1.9-13.9	4,83	4,35	5,29	4,15	3,41	2,82
	14.9-24.9	0,40	4,80	0,00	4,02	2,80	2,90

Çizelge 4.31. Ölçülen bitki su tüketimi (ET_c) ile referens bitki su tüketimi (ET_o) arasındaki istatistiksel ilişkiler

Konu	Tahmin yöntemi	Farkların kareler toplamı	Korelasyon katsayısı	Mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (%ET)
C ₁	B-C	3,00	0,70	106
	A-FAO	2,73	0,08	105
	P-FAO	2,24	0,88	119
	P-M	2,90	0,88	75
	J-H	2,48	0,58	81
C ₂	B-C	3,78	0,77	122
	A-FAO	4,44	0,23	122
	P-FAO	3,79	0,88	137
	P-M	1,63	0,89	87
	J-H	2,09	0,68	94

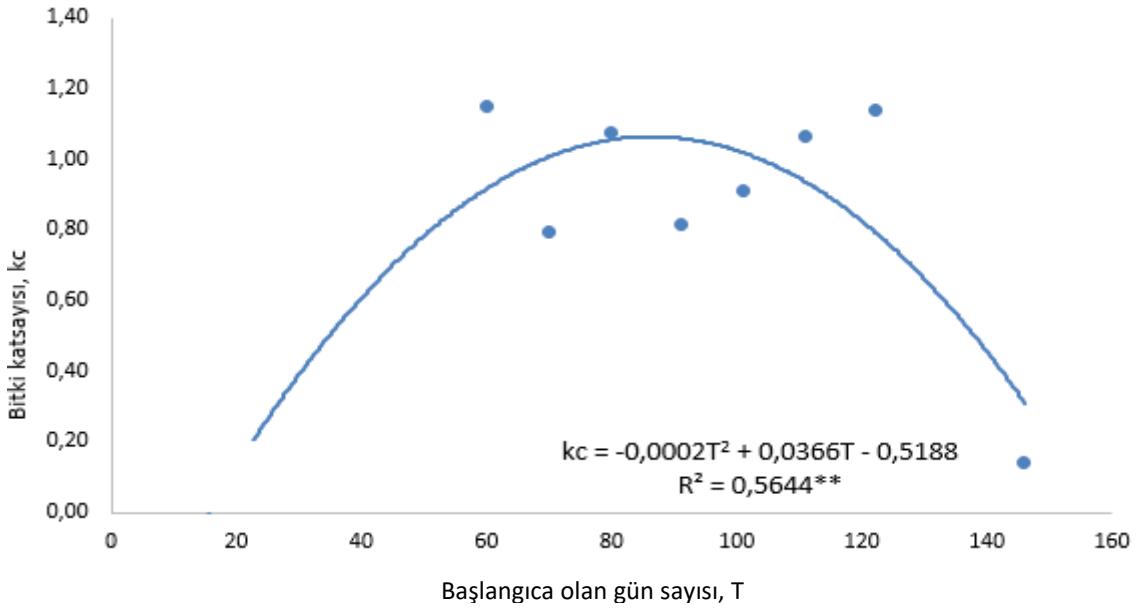
Bu üç değer birlikte dikkate alındığında, serin iklim çimlerinde Penman yöntemin FAO modifikasyonu (P-FAO), sıcak iklim çiminde ise Penman-Monteith yönteminin (P-M) daha sağlıklı sonuçlar vereceği söylenebilir (Çizelge 4.31).

Bunun yanında, ölçülen bitki su tüketimlerinin referans bitki su tüketimlerine oranlanmasıyla bulunan kc değerleri, periyot başlangıcına olan gün sayısının işlevi biçiminde grafiklenmiş, eşitlikleri elde edilmiş ve korelasyon katsayıları belirlenerek Şekil 4.20, 4.21 ve Çizelge 4.32’de verilmiştir. Allen ve ark. (1998), Blaney-Criddle yönteminin kıyas bitki su tüketimini hesaplamada hassas olmadığını, rüzgar hızının düşük ve hava neminin kısmen yüksek olduğu dönemler için kıyas bitki su tüketimini yüksek hesaplayabildiğini belirtmişlerdir. Belirtilenin aksine deneme koşullarında rüzgar hızının yüksek olması Blaney-Criddle yönteminin sağlıklı sonuçlar üretmesine sebep olmuştur. Penman-Monteith yönteminin her yöre ve iklim koşulunda kıyas bitki su tüketimi tahmini için başarıyla kullanılabileceği birçok çalışmada ortaya konmuştur (Jensen ve ark. 1990; Allen ve ark. 1998; Ventura ve ark. 1999). Irmak ve ark. (2005)’nin yaptığı çalışmada da yakın sonuçlar ortaya çıkmıştır.



** : 0,01 düzeyinde önemli

Şekil 4.20. Penman yöntemin FAO modifikasyonu (P-FAO) için serin iklim çim karışım türünde kc katsayısı eğrisi



** : 0,01 düzeyinde önemli

Şekil 4.21. Penman-Monteith yöntemi (P-M) için sıcak iklim çim türünde kc katsayısı eğrisi

Çizelge 4.32. 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				
		B-C	A-FAO	P-FAO	P-M	J-H
C ₁	9	1,55	13,39	1,12	1,76	2,72
	19	1,08	1,15	1,06	1,57	1,49
	30	1,26	1,03	0,84	1,44	1,39
	40	1,75	0,93	1,03	1,81	1,25
	50	1,12	1,01	1,02	1,78	1,33
	60	1,30	1,37	0,73	1,49	1,70
	70	0,76	0,57	0,71	1,13	0,93
	80	0,71	0,60	0,62	1,00	0,89
	91	0,67	0,93	0,62	0,94	0,87
	101	0,76	0,83	0,88	1,32	1,13
	111	0,97	0,93	1,04	1,46	1,36
	122	1,12	0,93	1,08	1,58	1,50
	135	0,84	0,69	0,87	1,07	1,29
	146	0,06	0,00	0,07	0,10	0,09
	Mevsimlik ortalamalar	1,00	1,74	0,84	1,32	1,28
Eşitlik	$kc = 7E-05T^2 - 0,0126T + 1,3493$	$kc = -3E-05T^2 + 0,0017T + 1,0562$	$kc = -5E-05T^2 + 0,0067T + 0,6756$	$kc = 7E-05T^2 - 0,0119T + 1,7407$	$kc = 0,0002T^2 - 0,0254T + 2,065$	
Korelasyon katsayısı, r	0,59	0,52	0,41	0,33	0,71	
C ₂	9	1,56	13,49	1,13	1,78	2,74
	19	1,08	1,15	1,06	1,57	1,49
	30	1,38	1,12	0,92	1,58	1,52
	40	1,23	0,65	0,72	1,27	0,88
	50	0,97	0,88	0,88	1,54	1,15
	60	1,00	1,05	0,56	1,15	1,31
	70	0,54	0,40	0,50	0,79	0,65
	80	0,77	0,65	0,67	1,08	0,96
	91	0,58	0,81	0,54	0,82	0,76
	101	0,52	0,57	0,61	0,91	0,78
	111	0,71	0,68	0,76	1,06	1,00
	122	0,81	0,67	0,78	1,14	1,09
	135	1,11	0,91	1,16	1,42	1,71
	146	0,08	0,00	0,10	0,14	1,14
	Mevsimlik ortalamalar	0,88	1,65	0,74	1,16	1,16
Eşitlik	$kc = 7E-05T^2 - 0,0133T + 1,4511$	$kc = 5E-05T^2 - 0,0099T + 1,2636$	$kc = 0,0001T^2 - 0,017T + 1,3131$	$kc = -0,0002T^2 - 0,0366T + 0,5188$	$kc = 0,0002T^2 - 0,0368T + 2,2722$	
Korelasyon katsayısı, r	0,68	0,52	0,85	0,75	0,72	

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Trakya yöresinde yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan serin ve sıcak iklim çimlerinde sulama zamanı belirlenmesi ve türlerin su-kalite fonksiyonlarını ortaya koymak amacıyla yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlara dayanarak yapılan öneriler aşağıda özetlenmiştir.

Yöre koşullarında, yağmurlama sulama (pop-up) yöntemi altında sulamaya başlanacak nem düzeylerine karşı gösterdikleri tepkiler açısından denenen serin ve sıcak iklim çim türleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklar elde edilmiştir. Serin iklim çimlerinde tüm kalite unsurları birlikte değerlendirildiğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiğinde sulamaya başlanan deneme konusu en üst grubu oluşturmasına karşın, en yüksek su tüketimi ve en sık biçim aralığına sahip olmuştur. Uygulamada, 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, daha geniş aralıklarla biçilebilen S₅₀ konusu daha ekonomik görülmektedir. Başka bir deyişle; serin iklim çimlerinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'si tüketildiğinde sulamaya başlanması, ortalama 5 gün aralıklarla sulama yapılması, toprak nem izlemesi yapılamıyor ise A sınıfı kaptan olan toplam buharlaşma miktarının yaklaşık %60'ı uygulanması önerilmektedir.

Benzer değerlendirme sıcak iklim çim türünde yapıldığında, sulamaya başlanacak nem düzeylerinin kalite unsurlarını serin iklim çimlerinde olduğu kadar etkilemediği ve S₇₀ konusunun görsel tatminin eldesini sağlayacak düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, yöre koşullarında sıcak iklim çiminde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %70'i tüketildiğinde sulamaya başlanması, böylece uygulanacak sulama sayısı, sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi ve biçim sıklığının azaltılması önerilmektedir. Bu konunun uygulanması durumunda ortalama sulama aralığının 10 gün olduğu ve bu aralıkta A sınıfı buharlaşma kabından elde edilen toplam buharlaşma miktarının yaklaşık %50'sinin sulama suyu olarak verilmesi gerekmektedir.

İki farklı çim türünün önerilen sulama konularında sulama öncesi belirlenen ortalama CWSI değerlerine bakıldığında, C₁S₅₀ konusunun 0,52, C₂S₇₀ konusunun 0,65 olduğu görülmektedir (Şekil 4.19). Bu sonuçların daha seyrek aralıklarla sulanan sıcak iklim çiminde daha yüksek olduğu, bitkinin daha fazla stres yaşadığı, buna rağmen görsel kalite unsurlarını daha iyi muhafaza ettiği belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda serin iklim çimlerinde önerilen S₅₀ konusunda sulama sayısı 23 adet, sulama suyu miktarı 506,0 mm, bitki su tüketimi ise 743,3 mm; sıcak iklim çiminde önerilen S₇₀ konusunda ise bu değerler sırasıyla 8 adet, 186,2 mm, 533,5 mm olmuştur. Bu sonuçlara göre, sıcak iklim çimine serin iklim çimlerine göre %63 daha az sulama suyu uygulanmış ve bitki su tüketimi %28 daha az olmuştur. Bunun yanında, biçim aralığı da serin iklim çimlerine göre çok daha yüksektir. Ne var ki, sıcak iklim çimleri, ortam sıcaklığının 15-18°C ve altına düşmesi koşulunda sararması nedeniyle tüm yıl boyunca yeşil görüntüsünü koruyamamaktadır. Bu nedenle, yöre koşullarında 12 ay yeşilin hedeflendiği yeşil alan işletmeciliğinde serin iklim çimlerinin kullanılması ve sulamalara 30 cm etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %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, böylece sulama suyundan ve işletme giderlerinden önemli düzeyde tasarruf edilmesi önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Açıkgöz E (1993). Çim Alanlar Yapım ve Bakım Tekniği. Çevre Peyzaj Mimarlığı Yayınları No.4, 203s, Bursa.
- Alderfasi AA, Nielsen DC (2001). Use of crop water stress index for monitoring water status and scheduling irrigation in wheat. *Agric. Water Manag.* 47: 69-75.
- Altan S (1989). Peyzaj Mimarlığı Yerörtücüleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 131s, Adana.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M., (1998). Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. *Irrigation and Drainage Paper 56*, FAO, Rome, Italy.
- 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., Geren, H. (2012). Bazı Sıcak İklim Çim Buğdaygillerinin Akdeniz İklimindeki Performansları Üzerine Araştırmalar. *Anadolu Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 22(1): 1-17, Mara.
- Ayanoğlu, H.S. (2019). Toprakaltı Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Serin ve Sıcak İklim Çimlerinde Sulama Zamanı Planlaması. Namık Kemal Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi
- Aydınsakir K., Ruhi Baştuğ R. ve Dursun Büyüktaş D. (2003), Antalya yöresinde çim kıyas bitki su tüketimini veren bazı amprik eşitliklerin tarla ve lizimetre koşullarında kalibrasyonu. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1),107-119.
- Aydınsakir K., Karagüzel Ö., Kaya A.S. ve Gürbüz E., (2014). Kısıntılı sulamanın çim kalitesi üzerine etkileri. *Derim*, 31 (2): 23 - 36.
- Ayyıldız M (1990). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları, 1196, Ankara.
- Banik, P., Tiwari, N.K., & Ranjan, S. (2014). Comparative crop water assessment using CROPWAT. *International Journal of Sustainable Materials*, 1(3):299-307.
- Bastug R and Buyuktas D. (2003). The effects of different irrigation levels applied in golf courses on some quality characteristics of turfgrass. *Irrigation Science* 22: 87–93.
- Bayramoğlu E. (2012) Peyzaj Alanlarında Randımanlı Su Kullanımında Damla Sulamanın Önemi, İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi; 2(5): 235-244
- Baysal, O.H., Karagüzel, O. (2005). Paclobutrazolun *Lolium perenne* 'Ovation' ve *Cynodon dactylon* x *Cynodon transvaalensis* 'Tıfway' Çim Çeşitlerinin Büyüme Özelliklerine Etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18(3): 355-363 .
- Berk Y, Efe E (1995). Araştırma ve Deneme Metodları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No:71, Adana.
- Beard, J.B. (1973). *Turfgrass: Science and Culture*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 658 pp.
- Beard, J. (1998). The Origins of Turfgrass Species. *Golf Course Management*, 66(3): 49-55.

- 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.
- Bezirgan, S. (2018). Yağmurlama Sulama Yöntemi ile Sulanan Serin ve Sıcak İklim Çimlerinde Sulama Zamanı Planlanması. Namık Kemal Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi
- Bijanazadeh, E., Naderi, R., & Emam, Y. (2013). Determination of Crop Water Stress Index for Irrigation Scheduling of Turfgrass (*Cynodon dactylon* L . Pers .) under Drought Conditions. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 3(2), 13–22.
- Bilgili U., Zere S. ve Yönter F. (2017), Farklı azot dozlarının bermuda çimi (*Cynodon sp.*)’nin gelişimi ve çim kalitesi üzerine etkileri. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 20 (Özel Sayı),52-59.
- Biran, I., Bravdo, B., Bushkin-Harav, I., Rawitz, E. (1981). Water Consumption and Growth Rate of 11 Turfgrasses as Affected by Mowing Height, Irrigation Frequency, and Soil Moisture. *Agronomy Journal*, 73(1): 85-90.
- Blake GR, (1965). Bulk Density. *Methods of Soil Analysis*. Agron 9. Am. Soc. Agron., Madison, WI, pp. 374-90.
- Bouraima A.K., Zhang W., & Wei, C. (2015). Irrigation water requirements of rice using cropwat model in Northern Benin. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 8(2):58-64.
- Bouyoucos 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 R.N., Shearman R.C. and Watsoni J.R. (1990). Turfgrass. In:Irrigation of Agricultural Crops (B.A. Stewart and D.R. Neilsen. Co-editors). Madison, Wisconsin, USA. pp 889-919.
- Doorenbos J, Pruitt W (1977). Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. *Irrigation and Dranaige*, No:24, Food and Agriculture organization of the United Nations, 144pp, Rome.
- 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, Bastug R, Buyuktas D and Emekli NY, (2007). Evaluation of a crop water stress index for irrigation scheduling of bermudagrass. *Agricultural Water Management* 90: 205- 212.
- Emekli Y., ve Baştuğ R. (2007), Antalya’da Tarla Koşullarında Bermuda Çiminin Su Tüketimi ve Bazı Kıyas Bitki Su Tüketimi Eşitliklerinin Geçerliliğinin Belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 45-57

- Evett S, Howell AT, Steiner JL, Cresap LL (1993). Management of Irrigation and Drainage, Div/ASCE, Utah.
- Feldhake CM, Danielson RE, Butler JD (1983). Turfgrass Evapotranspiration. I. Factors Influencing Rate in Urban Environments. *Agron J.* 75:824-830.
- Feldhake CM, Danielson RE, Butler JD (1984). Turfgrass Evapotranspiration. II. Responses to Deficit Irrigation. *Agron. J.* 76:85-89.
- Fluke Comp. (2005). Fluke 574 Precision Infrared Thermometer Users Manual, (March). Retrieved from https://www.instrumart.com/assets/Fluke_574_Manual.pdf
- Fry, J.D. and Butler, J.D., (1989). Responses of Tall and Hard Fescue to Deficit Irrigation. *Crop Sci.*, 29:1536-1541.
- Gardner BR, Shock CC (1989). Interpreting the Crop Water Stress Index. ASAE, Paper no. 89-2642.
- Gardner BR, Nielsen DC, Shock CC (1992). Infrared thermometer and the crop water stress index, II. sampling procedures and interpretation. *Journal of Production Agric.*, 5(4): 466-475.
- Garrot, D.J. and Mancino, C.F. (1994). Consumptive Water Use of Three Intensively Managed Bermudagrasses Growing under Arid Conditions. *Crop Sci.*, 34: 215-221.
- 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.
- Idso SB, Jackson RD, Pinter PJ, Hatfield JL (1981). Normalizing the stress-g-degree-day parameter for environmental variability. *Agric. Meteorol.* 24: 45-55.
- 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
- Jackson RD (1982). Canopy Temperature and Crop Water Stress. *Advances in Irrigation.* Edited by Daniel Hillel. Academic Press 1: 43-85. New York. London.
- Jalali-Farahani, H.R., Slack, D.C., Kopec, D.M. and Matthias, A.D., (1993). Crop Water-Stress Index Models For Bermudagrass Turf - A Comparison. *Agronomy J.*, 85(6): 1210-1217
- Jalali-Farahani, H. R., Slack, D. C., Kopec, D. M., Matthias, A. D., & Brown, P. W. (1994). Evaluation of Resistances for Bermudagrass Turf Crop Water Stress Index Models. *Agronomy Journal*, 86(3), 574.
- Jensen M (1973). Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requirements. ASCE, Irrig. Drain. Div. 215pp, New York.
- Jensen, M.E., Burman R.D. and Allen, R.G., (1990). Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice, No.70, New York.

- Kanber R (1997). Sulama. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Genel Yayın No:174, Ders Kitapları Yayın No:52, 530ss Adana.
- Kemntiz, G. (1997). Wie macht man nachhaltige Stadtentwicklung akzeptabel? (Stadt mit Zukunft, 6.Forum der LpB 21. – 23, pp. 113–117). März Haus auf der Alb, Bad Urach, Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg.
- Kırdar, S. (2013). Türkiye’de kişi başına düşen yeşil alan ortalaması 1-9 metrekare. <http://www.tepav.org.tr/tr/blog/s/4059>. (10.04.2018)
- Kneebone, W.R. and Pepper, I.L., (1984). Luxury Water Use by Bermudagrass Turf. *Agronomy Journal* No:76, 999-1002.
- Kneebone, W.R., Kopec, D.M. and Mancino, C.F., (1992). Water Requirement and Irrigation in: Turfgrass (D.V. Waddington, R.N. Carrow and R.C. Shearman, co-editors). *Agronomy* No:32, ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin USA, pp.441-473.
- Korkut B A (2007). Çim Bitkileri ve Genel Özellikleri. Ders notları. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi. Tekirdağ.
- Kuşvuran A.ve Tansı V. (2013), Çukurova koşullarında bazı serin mevsim çim bitkisi tür ve karışımlarının çimlenme süreleri ve kaplama hızlarının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 6 (2): 55-63.
- Lashkari, H., Keykhosravi, G.H., & Rezaei, A. (2009). Analysis of the performance of CROPWAT model to estimate crop water demand in West Kermanshah Cities of West Eslamabad. *Professor of Humanities Journal*, 13(1):247-270.
- Lecina, S., Martinez-Cob, A., Perez, P.J., Villalobos, F.J. and Baselga, J.J., (2003). Fixed Versus Variable Bulk Canopy Resistance for Reference Evapotranspiration Estimation Using The Penman-Monteith Equation under Semiarid Conditions. *Agric. Water. Management*, 60: 181198.
- 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, D. L. (1990). Crop-water stress index models for cool season turfgrasses. University of Illinois at Urbana-Champaign. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2142/22835>
- Martiniello, P. and Andrea, D. (2006). Cool-Season Turf Grass Species Adaptability in Mediterranean Environments and Quality Traits of Varieties, *European Journal of Agronomy*, Vol. 25, Issue 3, 234-242 pp.
- Meyer, J.L. and Gibeault, V.A. (1986). Turfgrass Performance under Reduced Irrigation. *Calif. Agriculture*, July-August, pp.19-20.
- Miele, S., Volterrani, M., Magni, S, and Gaetani, M., (2002). Winter Quality of Tall Fescue Turfs, Effect of Renovation Technique and Nitrogen Fertilization, Dipartimento di Agronomia e Gestione dell’ Agroecosistema, Università di Pisa, Italy, *Ital. J. Argon.*, 6, 2, 97-101.
- Millard CE, Turk LM, Foth HD, (1966). *Fundamental of Soil Science*, Fourt Edition, John Wiley and Sons Inc., 491p, New York.
- Nazeer, M. (2009). Simulation of maize crop under irrigated and rainfed conditions with cropwat model. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 4(2):68-73.

- O'Neil, K.J. and Carrow, R.N., (1983). Perennial Ryegrass Growth, Water Use and Soil Aeration Status Under Soil Compaction. *Agronomy Journal*, Vol.75:177-180.
- Oncel C.S. (2018). Irrigation scheduling based on Crop Water Stress Index(CWSI) for Cool and Warm Season Turfgrass under sub-drip irrigation method. Ciheam/Italy. Master Thesis.
- Oral N (1998). Bursa Yöresinde Tesis Edilecek Çim Alanları İçin En Uygun Tohum Karışımları, Ekim Oranları Ve Azotlu Gübre Miktarlarının Saptanması. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.
- 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 annum L.*) Verimine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara.
- Orta A.H., Başer İ., Şehirli S., Erdem T. ve Erdem Y. (2004). Use of Infrared Thermometry for Developing Baseline Equations and Scheduling Irrigation in Wheat. *Research Communications*, 32, 363-370.
- Orta A.H. (2017). *Rekreasyon Alanlarında Sulama Kitabı*. ISBN: 978-605-320-764-1 : Nobel Akademik Yayıncılık.
- Overman, A. R., Scholtz, R. V., & Taliaferro, C. M. (2003). Model Analysis Of Response Of Bermudagrass To Applied Nitrogen. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 34(9–10), 1303–1310. <https://doi.org/10.1081/CSS-120020446>
- Patton, A. and Boyd, J., (2007). Choosing a Grass for Arkansas Lawns, Agriculture and Natural Resources, Cooperative Extension Service, FSA2112.
- Phene, C.J., Clark, D.A. and Cardon, G.E., (1996). Real-Time Calculation of Crop Evapotranspiration Using an Automated Pan Evaporation System. *Evapotranspiration and Irrigation Scheduling*, pp.189-194, San Antonio, Texas.
- Sarıkıoç 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, Trabzon, 55 s.
- Sever Mutlu S. ve Selim C. (2017). Sustainable Landscaping with Turfgrasses. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi (CFD)*, Cilt 38, No. 2.
- Smith M (1991). *Manual and Guidelines for Cropwat* FAO Irrigation and Drainage Paper, No: 46, Rome, 193p, Italy.
- Smith M (1992). *CROPWAT: A Computer Program for Irrigation Planning and Managment*. FAO Irrigation and Drainage Paper No: 46. 127p. Rome.
- Sönmez N, Ayyıldız M (1964). Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve Islahı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 229, Ankara.
- Stancalie, G., Marica, A., & Toullos, L. (2010). Using earth observation data and CROPWAT model to estimate the actual crop evapotranspiration. *Physics and Chemistry of the Earth*, 35(1-2): 2530.

- Stokle CO and Dugas WA, (1992). Evaluating canopy temperature-based indices for irrigation scheduling. *Irrigation Science*13: 31-37.
- Surendran, U., Sushanth, C.M., Mammen, G., & Joseph, E.J. (2015). Modelling the crop water requirement using Fao-Cropwat and assessment of water resources for sustainable water resource management a case study in Palakkad district of humid tropical Kerala India. *Aquatic Procedia*, 4(1):1211-1219.
- Şahin M., Kara M. (2005). Konya Kent Merkezinde Farklı Sulama Uygulamalarında Çim Su Tüketimi ve Bitki Katsayılarının Belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19 (37): 135-145.
- Temesgen, B., Echng, S., Davidoff, B. and Frame, K., (2005). Comparison of Some Reference Evapotranspiration Equations for California. *J. Irrig. and Drain. Eng.-ASCE*, 131: 73-84.
- Tosun F (1966). Yeşil Saha Tesisinin Teknik Esasları Ve Bu Maksatla Kullanılan Çim Bitkileri. *Zirai Araştırma Enstitüsü, Erzurum*.
- Trenholm, L.E., Unruh, J.B. and Cisar, J.L., (2007). Selecting a Turfgrass for Florida Lawns, University of Florida, Ifas Extension, ENH04, Florida, USA.
- Türk M. ve Alagöz M. (2017), Isparta Ekolojik Koşullarında Bazı Buğdaygil Çim Bitkileri ve Karışımlarının Çim Alan Performanslarının Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12 (2):30-39.
- Uluocak N (1994). Yerörtücü Bitkiler. İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi Müdürlüğü, 975s.
- Varoglu H., Avcıoğlu R. ve Değirmenci R. (2015), Kamışsı Yumak (*Festuca arundinaceae*), Çayır Salkım Otu(*Poa pratensis*), Kırmızı Yumak (*Festuca rubra*) ve İngiliz Çimi (*Lolium perenne*) çeşitlerinin çim alan özellikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24 (2):85-95.
- Ventura, E., Spano, D., Duce, P. and Snyder, R.L., (1999). An Evaluation of Common Evapotranspiration Equations. *Irrig. Sci.*, 18: 163-170.
- Volterrani, M. and Magni, S., (2004). Species and Growing Media for Sports Turfs in Mediterranean Area, I. International Conference on Turfgrass Management and Science for Sports Fields, ISHS Acta Horticulturae 661.
- Yahaya, O., Nathanie, E., Okafor, M.C., & Ayilaran, C.I. (2015). Estimation of reference melon cropevapotranspiration using Eto (Pan-Fao/Penman) and Cropwat models. *Analele Universităţii "Eftimie Murgu" Reşiţa: Fascicola I, Inginerie*. 22(1):333-344.
- Yıldırım O., Madanoğlu K (1985). A-sınıfı Buharlaşıma 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*.
- 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.
- Zhang Y. Kendy E. Qiang Y. Changming L. Yanjun S. Hongyong S (2004). Effect of soil water deficit on evapotranspiration crop yield and water use efficiency in the north China plain. *Agric Water Manage* 64: 107-122.

- Zipoli G (1990). Remote Sensing for Scheduling Irrigation: Review of Thermal Infrared Approach. *Acta Horticulture Volume I(1-442):281-288.*
- Zorer Ş., Hosafoglu İ. ve Yılmaz İ.H. (2004), Çim alanlarında uygun azotlu gübre uygulama zamanlarının belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 14(1): 27-34.*
- Williams, D.W. and Burrus, P.B. (2002). Renovation of Perennial Ryegrass Fairways with Seeded Bermudagrass. *USGA Turfgrass and Environmental Research Online, 1(7): 1-6.*

ÖZGEÇMİŞ

Büşra Türk, 1995 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini aynı ilde tamamladıktan sonra, 2013 yılında kazandığı Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü'nden 2017 yılında mezun oldu. Aynı yıl içerisinde mezun olduğu okulda Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı.