

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇİM BİTKİSİNDE TOPRAKALTI DAMLA SULAMA İLE SU TUTMA BARİYERİNİN KULLANIMI

Saliha MALERİ TANIRKAN

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇİM BİTKİSİNDE TOPRAKALTI DAMLA SULAMA İLE SU TUTMA BARİYERİNİN KULLANIMI

Saliha MALERİ TANIRKAN
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı
Tezin Sunulduğu Tarih: **26/08/2020**

Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Kürşad DEMİREL

ÇANAKKALE

Saliha MALERİ TANIRKAN tarafından Doç. Dr. Kürşad DEMİREL yönetiminde hazırlanan ve **26/08/2020** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan "**Çim Bitkisinde Toprakaltı Damla Sulama ile Su Tutma Bariyerinin Kullanımı**" başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Doç. Dr. Kürşad DEMİREL ……
Başkan

Prof. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU ……
Üye

Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU …….
Üye

Doç. Dr. Pelin KANTEN
Müdür V.
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Sıra No: ……

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FYL-2018-2790

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Saliha MALERİ TANIRKAN

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde yardımlarını esirgemeyen ve çalışmamı yönlendiren saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Kürşad DEMİREL'e, çalışma süresince bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım hocam Doç. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU'na ve arkadaşım Ziraat Yüksek Mühendisi Hakan NAR'a, deneme kurulumu sırasında yardımlarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Kamil Meriç'e, toprak neminin uzaktan ölçümünde ihtiyaç duyulan sistemlerinin temin ve kurulumu için Devint Bilişim Yazılım Donanım Tic. Ltd. Şti.'ne, bazı toprakaltı damla sulama boruları ve yağmurlama başlıklarının temini için Rainbird Sulama Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti'ne, deneme arazisinin teminini sağlayan Hanife-Ali ATMACA çiftine, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen annem Hatice MALERİ, babam Nevzat MALERİ ve babaannem Necibe MALERİ'ye, arazi çalışmalarında yardım ve desteklerinden dolayı amcam Sedat MALERİ ve kuzenim Ömer MALERİ'ye ve çalışmanın her evresinde bana destek olan hayat arkadaşım Tayfun TANIRKAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Saliha MALERİ TANIRKAN

Çanakkale, Ağustos 2020

SİMGELER VE KISALTMALAR

TDS	Toprakaltı damla sulama sistemi
STB	Su tutma bariyeri
K	Kontrol konusu
WUE	Su kullanım randımanı
IWUE	Sulama suyu kullanım randımanı
YSİ	Yaprak su içeriği
YA	Yaş ağırlık
KA	Kuru ağırlık
KSTK	Kullanılabilir su tutma kapasitesi
Pv	Hacim yüzdesi cinsinden topraktaki nem miktarı
PE	Polietilen
I	Sulama suyu miktarı
P	Yağış
Ry	Kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı
A	Alan
ET	Bitki su tüketimi
D	Derine sızma
Y	Yeşil ot verimi
R	Yüzey akışı
ΔS	İki örnekleme arasındaki nem değişimi
%	Yüzde
mm	Milimetre
cm	Santimetre
m	Metre
gr	Gram
kg	Kilogram
m^2	Metrekare
m^3	Metreküp
cm^3	Santimetreküp
da	Dekar
ha	Hektar

t	Ton
pH	Asitlik ya da bazlık derecesi
EC	Elektriksel kondüktivite
SSG	Serimden sonraki gün
GY	Yeşilimsi Sarı

ÖZET

ÇİM BİTKİSİNDE TOPRAKALTI DAMLA SULAMA İLE SU TUTMA BARİYERİNİN KULLANIMI

Saliha MALERİ TANIRKAN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Kürşad DEMİREL
26/08/2020, 56

Çim su tüketimi yüksek bir bitkidir. Bu çalışmada, çim bitkisinde toprakaltı damla sulama sistemi ve su tutma bariyeri uygulamalarının, bitki su tüketimi (ET), su kullanım randımanı (WUE), sulama suyu kullanım randımanı (IWUE), yaş/kuru ot verimi, yaprak su içeriği ve görsel kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, yağmurlama (K), toprakaltı damla sulama sistemi (TDS), yağmurlama+su tutma bariyeri (K+STB) ve toprakaltı damla sulama sistemi+ su tutma bariyeri (TDS+STB) olmak üzere 4 farklı konu oluşturulmuştur. TDS ve STB toprak yüzeyinden sırasıyla 10 cm ve 30 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Deneme, 2019 yılında, Kocaeli İli, Başiskele İlçesinde, yürütülmüştür. Sulamalar, K, TDS, K+STB ve TDS+STB konularında çim bitkisini su stresine maruz bırakmadan toprakta kullanılabilir su tutma kapasitesinin %25±5'i tüketildiğinde, tarla kapasitesine tamamlanması şeklinde yapılmıştır. Çalışma sonucunda, konulara göre çim bitkisine uygulanan toplam sulama suyu ve bitki su tüketim değerleri sırasıyla 83-290 mm ve 381-588 mm arasında bulunmuştur. Yeşil ve kuru ot verim değerleri sırasıyla 7,1-14,1 t ha^{-1} ve 2,7-4,9 t ha^{-1} arasında hesaplanmıştır. Konulara göre WUE 1,8-2,4 kg m^{-3} ve IWUE 4,8-8,6 kg m^{-3} arasında değişmiştir. Bununla birlikte, çim için en önemli göstergelerinden biri olan görsel kalite değerlerinin arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sonuç olarak, peyzaj alanlarında TDS ve STB uygulamalarının çim bitkisi için uygulanan sulama suyu kullanımını azaltacağı ve son yıllarda azalan su kaynaklarımızın daha etkin kullanılmasına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: Sulama, Kocaeli, Peyzaj, Çim, Su Tasarrufu

ABSTRACT

USE OF WATER RETENTION BARRIER WITH SUBSURFACE DRIP IRRIGATION IN TURFGRASS

Saliha MALERİ TANIRKAN

Çanakkale Onsekiz Mart University

Institute of Graduate Education

Master of Science Thesis in Landscape Architecture

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Kursad DEMIREL

26/08/2020, 56

Turfgrass is a plant with high water consumption. In this study, it is aimed to determine the effects of subsurface drip irrigation system and subsurface water retention technology applications on plant water consumption (ET), water use efficiency (WUE), irrigation water use efficiency (IWUE), wet / dry grass yield, leaf water content and visual quality. In the study 4 different topics were created to be sprinkler (C), subsurface drip irrigation system (SDI), sprinkler + water retention barrier (C+WRB) and subsurface drip irrigation system + water retention barrier (SDI+WRB). SDI and WRB were placed from the soil surface at a depth of 10 cm and 30 cm, respectively. The trial was carried out in Kocaeli, Başiskele district in 2019. Irrigation has been done in the form of completion to the field capacity when 25 ± 5% of the available water holding capacity in the soil is consumed without exposing the turfgrass to water stress in the treatments of C, SDI, C + WRB and SDI + WRB. As a result of the study, the total irrigation water and plant water consumption values applied to the turfgrass were found between 83-290 mm and 381-588 mm, respectively. Green and dry grass yield values were calculated between 7,1-14,1 t ha^{-1} and 2,7-4,9 t ha^{-1}, respectively. WUE varied between 1,8-2,4 kg m^{-3} and IWUE 4,8-8,6 kg m^{-3} depending on the treatments. However, the difference between visual quality values in treatments, which is one of the most important indicators for grass, was not statistically significant. As a result, it is thought that SDI and STB applications in landscape areas will reduce the use of irrigation water applied for the grass plant and contribute to the more efficient use of our decreasing water resources in recent years.

Keywords: Irrigation, Kocaeli, Landscape, Turfgrass, Water Saving

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI iii
TEŞEKKÜR iv
SİMGELER VE KISALTMALAR v
ÖZET vii
ABSTRACT viii
TABLOLAR DİZİNİ xii
BÖLÜM 1
GİRİŞ 13
BÖLÜM 2
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 15
2.1. Su Tutma Bariyeri ve Toprakta Suyun Tutulması ile İlgili Yapılmış Çalışmalar 15
2.2. Çim Bitkisi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar 17
2.3. Toprakaltı Damla Sulama Sistemi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar 20
BÖLÜM 3
MATERYAL VE YÖNTEM 23
3.1. Materyal 23
3.1.1. Deneme Arazisinin Yeri 23
3.1.2. Toprak Özellikleri 23
3.1.3. İklim Özellikleri 24
3.1.4. Bitki Özellikleri 24
3.1.5. Sulama Sistemleri 24
3.1.6. Su Tutma Bariyeri 25
3.2. Yöntem 26
3.2.1. Kültürel İşlemler 26
3.2.2. Deneme Deseni ve Konuları 28
3.2.3. Yapılan Ölçümler ve Hesaplamalar 31
BÖLÜM 4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 35
4.1. Toplam Sulama Suyu ve Bitki Su Tüketimi 35
4.2. Deneme Konularındaki Su Tasarruf Oranları 36
4.3. Yeşil Ot ve Kuru Ot Verimleri 37
4.4. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı 39

4.5. Görsel Kalite Analizi.....40
4.6. Yaprak Su İçeriği 46
BÖLÜM 5
SONUÇ VE ÖNERİLER.....48
KAYNAKLAR.....50
ÖZGEÇMİŞ..... I

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Deneme Arazisinin Yeri 23
Şekil 2. Sulama sistemlerine ait görüntüler 25
Şekil 3. Su tutma bariyerlerinin toprağa yerleştirilmesi 26
Şekil 4. Toprak hazırlığı 26
Şekil 5. Çim serimi ve silindirleme 27
Şekil 6. İlaçlama işlemleri 27
Şekil 7. Deneme deseni ve sulama sistemi 28
Şekil 8. Yağmurlama sulama sistemi (K) kesiti 29
Şekil 9. Toprakaltı damla sulama sistemi (SDI) kesiti 29
Şekil 10. Yağmurlama sulama sistemi ve su tutma bariyeri (K+STB) kesiti 30
Şekil 11. Toprakaltı damla sulama sistemi ve su tutma bariyeri (SDI+STB) kesiti 30
Şekil 12. Nem sensörleri, veri kaydediciler ve verilerin bilgisayara aktarımı 31
Şekil 13. Çim biçimi ve tartımı 33
Şekil 14. Yeşil ot verimi ve kuru ot verimi değerlerinin değişimi 38
Şekil 15. Konulara göre görsel kalite analizi değişimleri 40
Şekil 16. K konuları (A) SSG28, (B) SSG52, (C) SSG60, (D) SSG68, (E) SSG75, (F) SSG82, (G) SSG89'deki parsel fotoğrafları 42
Şekil 17. K+STB konuları (A) SSG28, (B) SSG52, (C) SSG60, (D) SSG68, (E) SSG75, (F) SSG82, (G) SSG89'deki parsel fotoğrafları 43
Şekil 18. TDS konuları (A) SSG28, (B) SSG52, (C) SSG60, (D) SSG68, (E) SSG75, (F) SSG82, (G) SSG89'deki parsel fotoğrafları 44
Şekil 19. TDS+STB konuları (A) SSG28, (B) SSG52, (C) SSG60, (D) SSG68, (E) SSG75, (F) SSG82, (G) SSG89'deki parsel fotoğrafları 45
Şekil 20. Konulara göre yaprak su içeriği değişimleri 46

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Deneme alanına ait fiziksel toprak analiz sonuçları 23
Tablo 2. Deneme alanına ait iklim verileri (MGM, 2019)..... 24
Tablo 3. Denemede kullanılan çim bitkisinin karışım oranları 24
Tablo 4. Munsell renk skalası ve çim renginin derecelendirilmesi 34
Tablo 5. TSMM, yağış, mevsimlik ve günlük ortalama ET değerleri 35
Tablo 6. Deneme konularındaki su tasarruf oranları 36
Tablo 7. Yeşil ot ve kuru ot verimleri..... 38
Tablo 8. Su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) 39
Tablo 9. Görsel kalite analizi..... 41
Tablo 10. Yaprak su içeriği..... 46

BÖLÜM 1
GİRİŞ

Su, yaşamın temel kaynağıdır. Tüm canlılar da olduğu gibi bitkiler de hayatlarını sürdürebilmek için suya ihtiyaç duyarlar. Bitki yetiştirme ortamındaki su azaldığında bitkiler suyu bünyelerine alamaz ve bu durum devam ederse hayatta kalamazlar. Bitkiler için suyun bu kadar önemli olması, sulamayı da önemli kılmaktadır (Aydınşakir ve ark., 2014).

Peyzaj ve çoğu spor alanının zeminini oluşturan çim bitkisi su tüketimi oldukça yüksek bir bitkidir. Yeraltı ve yeryüzü tatlı su kaynaklarının hızla tüketilmesi ve kirletilerek kullanılamaz hale getirilmesi sonucunda çim bitkisini yeşil tutmayı ekonomik hale getirecek yöntemlerin araştırılıp geliştirilmesi gerekmektedir. Çim bitkisinin sulanması kurak olmayan bölgelerde yaygın olmamasına rağmen, peyzaj alanlarının sürekli yeşil kalması beklendiğinden bu bölgelerde de sulama toprağı nemli bırakacak şekilde yapılmaktadır (Carrow ve ark., 1990; Demirel, 2012).

Ülkemizde çim bitkisinde sulama yöntemi olarak çoğunlukla yağmurlama sulama sistemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemin avantajlarının yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Yağmurlama sulama sistemlerinin hatalı tesis edilmesi ya da vandalizm sonucu zarar gören sulama başlıklarının sert zeminlere suyu taşırması nedeni ile kullanım zorlukları ve güvenlik problemleri oluşmaktadır. Aynı zamanda bu sistemler, rüzgârlı bölgelerde kullanıldığında sulamanın homojenliğini de engellemektedir.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de, çim bitkisinin sulanmasında (refüjler, küçük ölçekli peyzaj alanlarında vb.) yağmurlama sulamanın alternatifi olarak toprakaltı damla sulama sistemi kullanılmaya başlanılmıştır. Toprakaltı damla sulama sisteminde su bitkinin etkili kök derinliğine özel damlatıcılı borular aracılığı ile verileceğinden, toprak yüzeyinden yüzey akışı ve buharlaşma olmayacak bu da su tasarrufu sağlayacaktır. Toprakaltı damla sulama sistemlerinin çalışma basıncı yağmurlama sulamaya göre oldukça az olduğundan bu sistemler enerji açısından oldukça da ekonomik olacaklardır.

Toprakaltı damla sulama, 1960'ların başından beri, Amerika Birleşik Devletleri'nde damla sulama sistemlerindeki gelişimin bir parçası olmuştur, ancak 1980'lerin başından bu yana bu sistemlere ilgi daha da artmıştır. Otuzdan fazla üründe denenen toprakaltı damla sulama sisteminde verim yüzey üstü damla sulama sistemleri de dahil olmak üzere diğer birçok sulama sistemine göre daha az su gerektirdiğini göstermiştir (Camp, 1998).

Toprağa yağışla ya da sulama ile giren su geçirimsiz topraklarda yüzey akışı olarak, kumlu topraklarda ise derine sızarak kaybedilmektedir. Kumlu topraklarda suyun tutulması

zor olduğundan kullanılan suyun %80-85'i drenajla kaybolmaktadır (Demirel, 2012). Su kayıplarını engellemek için asfalt, malçlama, hidrojel gibi farklı uygulamalar yapılmış fakat bu uygulamalar maliyetli ve zor bulunduğundan günümüzde kullanılmamaktadırlar (Egerszegi, 1964; Smucker, 1969; Hayat ve Ali, 2004). Polietilen bariyerleri toprağın altına pratik ve ekonomik serebilen alet ve makinaların geliştirilmesiyle toprakta suyun tutulmasını sağlayan bu sistemlerin kullanımı yaygınlaşacaktır.

Toprak altı su tutma bariyeri teknolojisi, uzun süreli kullanımlar için polietilen malzemeden oluşan devrim niteliğinde bir su tasarrufu sistemidir. Bu sistem yeterli yağış ve sulama yapılan kumlu topraklarda üretimi arttırmıştır (Smucker ve ark., 2011)

Bu çalışmada kumlu-killi-tınlı toprak bünyesinde yetiştirilen çim bitkisinde yağmurlama sulama sistemi, toprakaltı damla sulama sistemi ve su tutma bariyeri kullanılarak su tüketimi, su kullanım ve sulama suyu kullanım randımanları, yeşil ot ve kuru ot verimi, görsel kalite ve yaprak su içeriği karşılaştırılmaları yapılmıştır. Toprakaltı damla sulama sistemi ve su tutma bariyerinin çim bitkisine etkileri bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır.

BÖLÜM 2
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Su Tutma Bariyeri ve Toprakta Suyun Tutulması ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Farklı yöntemler kullanılarak toprakta suyun tutulması ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Egerszegi (1964), toprak altına faklı seviyelerde organik madde tabakası sermişler ve serilen organik maddelerin 10 yıl boyunca bozulmadan kalarak tabaka altındaki su hareketlerini azalttığını gözlemlemişlerdir. Çalışmada toprak altına farklı materyallerin uygulanması da önerilmiştir.

Smucker (1969), ABD'de yaptığı çalışmada toprağın altına asfalt bariyer uygulamış ve %40 su tasarrufu sağlamıştır. Sağladığı su tasarrufunun yanında verimin hıyar ve lahana bitkilerinde %100, patates bitkisinde ise %50 oranında arttığını belirtmiştir. Aynı araştırmacının Taiwan'da pirinç ve şeker kamışı üzerinde yaptığı çalışmalarda ise sulama sularının önemli oranda (pirinçte sulama suyunun %20'si, şeker kamışında sulama suyunun %30'u verilerek) azaltılarak verimlerde önemli düzeylerde artışlar olduğu sonucuna varmıştır.

Hayat ve Ali (2004), domates bitkisinde yaptıkları çalışmada toprakta su tutulmasını arttırmak için polimer (hidrojel) uygulamışlar ve toprakların %30 olan nem oranlarının %850'ye çıktığını belirtmişlerdir. Nem oranlarının artmasıyla birlikte bitkinin gelişimimin ve veriminin arttığını da gözlemlemişlerdir.

Abedi-Koupai ve Asadkazemi (2006)'nin arazi ve laboratuvar ortamında yaptıkları çalışmada polimer (hidrojel) maddesi kullanarak "*Cupressus arizonica*" süs bitkisinin gelişimini incelemişlerdir. Laboratuvarda killi ve kumlu-tın olmak üzere iki farklı toprak bünyesinde yapılan çalışmada, kumlu-tınlı toprakta su tutma kapasitesinin 2,3 kat arttığını gözlemlemişlerdir. Arazide yürüttükleri çalışmada ise polimer madde uygulamasının 1/3 oranında su tasarrufu sağladığını ve kurak ve yarı kurak iklimlerde uygulanabileceğini belirtmişlerdir.

Demirel (2012) Çanakkale'de çim bitkisi "*Lolium perenne c.v Caddieshack*" ile 2010 ve 2011 yıllarında yağmurlama sulama yöntemi ile yaptığı çalışmada su tutma bariyerinin toprak nemine, bitki su tüketimine, verime ve diğer bitkisel özelliklerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada su tutma bariyerleri farklı derinliklere (30 cm ve 40 cm) yerleştirilmiş ve farklı sulama suyu miktarlarının uygulandığı yedi farklı konu

oluşturulmuştur. Konuların altısında su tutma bariyeri uygulanmış bir konu ise kontrol konusu olarak bırakılmıştır. Çalışma sonucunda, deneme yıllarının ortalamasına göre su tutma bariyerinin uygulandığı altı konuda uygulanmayan kontrol konusuna göre %35-74 arasında su tasarrufu görülmüştür.

Kavdır ve ark. (2014), STB'nin kumlu topraklarda yağmur ve sulama suyunu en uygun maliyetle korumak için büyük bir potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda, STB mısır ve soya fasulyesi büyüme hızı ve verimleri arttırdığını ve STB kurulum maliyetinin en fazla dört yılda kendini karşıladığını belirtmişlerdir. Kumlu toprakların tarımsal üretime katılabilmesi için yenilikçi toprakaltı sulama sistemleri ve diğer tasarruflu sulama teknolojilerinin de STB ile birlikte kullanımının önemini de vurgulamışlardır.

Guber ve ark. (2015), sera ortamında yaptıkları çalışmada 20 ve 40 cm derinliğe altı farklı geometrik şekilde yerleştirdikleri STB örtüleri ile kumlu ve kumu tın topraklarda denemeler yapmışlardır. Su kaybının en düşük olduğu denemenin 20 cm derinliğe kurulu 2:1 en boy oranlı STB ile elde edildiğini bildirmişlerdir. Uygulamanın su kayıplarını azaltma potansiyeli olduğunu ve farklı iklim, toprak ve bitkiler üzerinde daha fazla denemesi gerektiğini de belirtmişlerdir.

Amirpour ve ark. (2016) İran'da mısır bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada su tutma bariyerini 40 cm ve 60 cm derinliğe yerleştirmişlerdir. Yapılan uygulamada kök derinliği altına yerleştirilen bariyerin mısır bitkisinin su ihtiyacını azalttığı bildirmişlerdir.

Demirel ve ark. (2018), çeltik bitkisi yetiştiriciliğinde toprağın 30 cm altına yerleştirdikleri su tutma bariyerlerinde kontrol konusuna göre %27, su tutma bariyeriyle birlikte toprakaltı damla sulama yöntemi kullandıklarında ise yine kontrol konusuna göre %69 oranında su tasarrufu sağladıklarını belirtmişlerdir.

Çeçen (2019), fiziksel bariyer ve toprakaltı damla sulama sistemini kullanarak yaptığı çalışmada kumlu toprak bünyelerinde çim bitkisinin su tüketimini araştırmıştır. Toprak altı damla sulama sistemini 10 ve 15 cm derinliğe, fiziksel bariyeri ise 20 ve 30 cm derinliğe yerleştirerek bariyer kullanılan yetiştirme alanlarında kullanılmayanlara göre %78'e varan su tasarrufu sağladığını bildirmiştir.

Nar (2019), Edirne'de çeltik bitkisinde damla sulama (DS) ve devamlı göllendirme sulama (DGS) sistemleriyle yaptığı çalışmada, damla sulama sistemi ile birlikte su tutma bariyeri de kullanarak bitkinin kalite özellikleri, verim ve su tüketimi bakımından karşılaştırmıştır. Çalışmada, en yüksek verim DGS, en düşük verim ise damla sulamanın su tutma bariyeri ile birlikte kullanıldığı parselden sağlanmıştır. Buna rağmen, su tutma

bariyerinin kullanıldığı damla sulama sisteminde DGS'ye göre %83,3 oranında su tasarrufu yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, su tasarrufu sağlamak amacıyla damla sulama ve su tutma bariyerlerinin çeltik bitkisi yetiştiriciliğinde alternatif olarak kullanılabileceği fakat verimi arttırmak için yeni çalışmaların yapılması gerektiği belirtilmiştir.

Nkurunziza ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada sekiz farklı Doğu ve Güney Afrika ülkesi kaba dokulu toprağı kullanarak STB'yi denemişlerdir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda STB kullanımının yirmi yıl boyunca yaygın olarak benimsenmesiyle verimin sezon başına 15-50 milyon ton artabileceğini bildirmişlerdir.

Roy ve ark. (2019), HYDRUS-2D ve DSSAT programlarında simülasyon modelleri oluşturarak mısır bitkisinde yaptıkları çalışmada STB kullanımının rastgele bir sulama programına kıyasla mısır verimini altı katına kadar arttırdığını tespit etmişlerdir.

2.2. Çim Bitkisi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Farklı çim çeşitleriyle ilgili yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Younger ve ark. (1981), iki sıcak iklim çim çeşidi ('St. Augustinegras' ve 'Common bermudagrass') ve iki soğuk iklim çim çeşidi ('Tall fescue' ve 'Merion kentucky bluegrass') kullanarak yaptıkları çalışmada beş farklı sulama seviyesi uygulayarak görsel kalite, yabancı ot oranı, tuzluluk ve yabancı ot açısından karşılaştırmalar yapmışlardır. Sulama uygulamalarındaki farkın görsel kaliteyi sıcak iklim çimlerinde etkilemediği, serin iklim çimlerinde ise farklı etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Uygulamaların çimlerde kök derinliği üzerinde bir farklılık yaratmadığını ve çalışma bitiminde topraktaki tuz oranlarının da farklılaşmadığını tespit etmişlerdir.

Beard (1985), serin iklim çimi 'Tall fescue'nin ET değerinin 10,6-12,6 mm gün^{-1} arasında, sıcak iklim çimi olan 'St Augustinegrass'ın ET değerinin ise 9,6-12,2 mm gün^{-1} arasında olduğunu tespit etmiştir (Carrow ve ark., 1990).

Gibeault ve ark. (1989), sulama uygulaması olarak, bitki su tüketiminin %100, %80 ve %60'ının geri verilmesiyle, sıcak ve serin iklim çimlerinde yaptıkları çalışmada, su tüketimi, kök gelişimi ve görsel kaliteyi araştırmışlardır. 29 ay süren araştırmada 1-9 renk skalasına göre serin iklim çeşitlerinde 4,8-6,2, sıcak iklim çeşitlerinde ise 4,2-6,5 değerlerine ulaşmışlardır.

Garrot ve Mancino (1994), kaliteli bir 'Bermuda' çimini kurak şartlarda yetiştirmek için yılda 834-930 mm sulama suyu verilmesinin uygun olacağını belirtmişlerdir.

Oğan (1995), İtalyan çimi ile Şanlıurfa'da gerçekleştirdiği çalışmada, yeşil ot ve kuru ot verimlerini incelemiştir. Yeşil ot ve kuru ot verimlerini sırasıyla, 933 kg da^{-1} ve 361 kg da^{-1} olarak elde etmişlerdir.

Baştuğ ve Büyüktaş (2003), sıcak iklim çim bitkisinde oluşan buharlaşmanın %100'ünün, %88'inin, %75'inin ve %50'sinin sulama suyu olarak geri verildiği dört farklı uygulamada %75 oranında yapılan uygulamanın Akdeniz iklimine uygun çim bitkisinde uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Jordan ve ark. (2003), 'Bentgrass*'* çim çeşitlerinde yaptıkları çalışmada bir, iki ve dört günlük sulama aralıklarında beş farklı çeşidin gelişmelerini (çim kalitesi, sürgün yoğunluğu ve kök uzunluğu açısından) incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, dört gün arayla sulanan çimlerin, bir ve iki gün arayla sulanan çimlere göre daha iyi geliştiklerini bildirmişlerdir.

Fu ve ark. (2004), ABD'de yaptıkları çalışmada, 'Zoysia', 'Bermuda', 'Tall fecsue' ve 'Bluegrass' çim çeşitlerinde farklı sulama konularıyla yaptıkları araştırmada, görsel kalite ve yaprak su içeriklerini araştırmışlardır. Görsel kalite açısından gerekli su ihtiyacının çalışmanın birinci yılında 244-552 mm, ikinci yılında ise 247-478 mm aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

Dacosta ve Huang (2006), 'Bentgrass' çim çeşitlerinde bitki su tüketiminin %100'ünün, %80'inin, %60'ının ve %40'ının toprağa geri verildiği dört sulama uygulamasında çim çeşitlerinin kalitelerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, kullanılan her çeşitte bitki su tüketiminin %100'ünün sulama suyu olarak geri verilmesinin gerek olmadığını bildirmişlerdir. 'Colonial bentgrass' çiminin, araştırmanın ilk döneminde bitki su tüketiminin %80'i ve %100'üne ihtiyaç duyduğu, ikinci döneminde ise bitki su tüketiminin %60'ının geri verilmesinin ihtiyacını karşıladığını belirtmişlerdir. 'Creeping bentgrass' ve 'Velvet bentgrass' çeşitlerinde ise araştırmanın birinci yılında bitki su tüketiminin %60'i ve %80'ine ihtiyaç duydukları, ikinci yılda ise bitki su tüketiminin %60'ının geri verilmesinin ihtiyacını karşıladığını bildirmişlerdir.

Emekli ve Başbuğ (2007), arazi koşullarında 'Bermudagrass' çimine A sınıfı buharlaşma kabında iki günde bir oluşan buharlaşmanın %100'ü (1168 mm), %75'i (877 mm), %50'si (584 mm) ve %25'i (292 mm) vererek bitki su tüketimlerini sırasıyla 9.80 mm, 7,43 mm, 5,10 mm ve 2,82 mm olarak hesaplamışlardır. Haziran ve Eylül aylarında, 1-9 skalasının kullanıldığı görsel kalite değerlendirmesinde ise %75 sulama seviyesinde en kaliteli görsel verilerin alındığını bildirmişlerdir.

Xinmin ve ark. (2007), 'Tall fescue', 'Kentucky bluegrass', ve 'Perennial ryegrass' serin iklim çimleri ve 'Bermudagrass', 'Bufalograss' ve 'Japanese lawngrass' sıcak iklim

çimleri kullanılarak arazi şartlarında yaptıkları çalışmada, serin iklim çeşitlerinin bitki su tüketimlerini 694,7-834,4 mm, sıcak iklim çeşitlerinin bitki su tüketimlerini ise 490-768,4 mm arasında değerlendirdiklerini bildirmişlerdir.

Mefti ve ark. (2008), kurak iklim şartlarında on altı çim çeşidi kullanarak yaptıkları araştırmada, kuru ot verimi, yaprak su içeriği, WUE ve büyüme oranlarını araştırmışlardır. Araştırmanın ilk yılında kuru ot verimini 1231,8 kg ha^{-1}, su kullanım randımanını 3,29 kg m^{-3}, araştırmanın ikinci yılında ise kuru ot verimini 3586,6 kg ha^{-1}, su kullanım randımanını 9,34 kg m^{-3} olarak bildirmişlerdir. Ayrıca, kullanılan on altı çim çeşidinde yaprak su içeriklerinin %50,4 ila %84,5 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Alshehhi ve ark. (2010), kurak iklim çimlerinden olan 'Bermudagrass', 'Tifway bermudagrass' ve 'Scashore paspalum grass' türleri üzerinde dört çeşit sulama uygulamasının yaprak sıcaklığı, çevre sıcaklığı, yaprak alanı, sürgün verimi, yaprak su içeriği, çim rengi ve yoğunluğuna etkilerini incelemişlerdir. Araştırmalar sonucunda kurak şartlarda en iyi performans gösteren çeşidin 'Scashore paspalum' olduğunu belirlemişlerdir.

İnce (2010), İstanbul'da, altı farklı çim çeşidiyle yaptığı çalışmada, toprağın nem seviyesine göre yedi gün, on dört gün ve yirmi bir gün sulama aralıklarının bitkinin gelişimi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Denemeler sonucunda, sulama sıklığı ve kök gelişimi arasında olumsuz, sulama sıklığı ile sık doku özelliği ve renk etkisi arasında ise doğrusal bir ilişki olduğu belirtilmiştir.

Riaz ve ark. (2010), saksı şartlarında Pakistan'da yaptıkları denemede, üç farklı Bermuda ('Khabbal', 'Dacca' ve 'Fine dacca') çimi kullanmışlardır. Tarla kapasitesinin %100'ü, %75'i, %65'i ve %55'inin uygulandığı çalışmalarda 'Khabbal' çeşidinin en iyi etkiyi verdiğini bildirmişlerdir.

Shahrokhi ve ark. (2011), "*Festuca arundinacea* L. Master" ve *Lolium perenne* L. Barrage" çeşitlerinde yaptıkları araştırmada, üç farklı sulama uygulaması kullanmışlardır. Tarla kapasitesinin %100'ünün uygulandığı "*Festuca arundinacea* L. Master" çeşidinde en yüksek, %25'inin uygulandığı "*Lolium perenne* L. Barrage" çeşidinde ise en düşük klorofil miktarını tespit etmişlerdir. Kök uzunluklarının da sulama suyu miktarlarıyla benzer eğilimde olduğunu bildirmişlerdir.

Demirel (2012), Çanakkale'de, çim bitkisi "*Lolium perenne* c.v Caddieshack" ile 2010 ve 2011 yıllarında yağmurlama sulama yöntemi ile yaptığı çalışmada, su tutma bariyerinin toprak nemine, bitki su tüketimine, verime ve diğer bitkisel özelliklerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada su tutma bariyerleri farklı derinliklere (30 cm ve 40 cm) yerleştirilmiş ve farklı sulama suyu miktarlarının (KSTK'nin %100'üne, %66'sına ve

%33'üne tamamlandığı) uygulandığı yedi farklı konu oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, kullanılabilir su tutma kapasitesinin %100 ve %66'sına tamamlanarak sulamaları yapılan konuların kaliteli çim yetiştiriciliği için uygun olduğu belirtilmiştir.

Aydınşakir ve ark. (2014), iki çim ('Seaspray' ve 'TifBlair') çeşidinde Akdeniz iklim şartlarında yaptıkları çalışmada, sulama suyunu olarak A sınıfı buharlaşma kabı kullanarak buharlaşmanın %100'ü, %75'i ve %50'sini vererek bitki su tüketimi ve görsel kalite açısından incelemeler yapmışlardır. Mevsimlik bitki su tüketimleri, %100, %75 ve %50 uygulamalarında sırasıyla 'Seaspray' için 6,7, 5,2, 3,7 mm gün^{-1}, 'TifBlair' için 6,8, 5,2, 3,7 mm gün^{-1} olarak belirtilmiştir.

Carus (2019), Şanlıurfa'da 2017 ve 2018 yıllarında yaptığı çalışmada toprakaltı damla sulama yöntemi kullanarak çim bitkisinin yeşil ve kuru ot verimine, yaprak su içeriğine, klorofil miktarına etkilerini incelemiştir. Denemede, A sınıfı buharlaşma kabı kullanarak buharlaşmanın %50'si, %75'i, %100'ü, %125'i ve %150'sinin sulama suyu olarak uygulandığı beş konu üç tekerrürlü oluşturulmuştur. Çalışmada sonucunda, buharlaşma kabından okunan değerin %75'nin sulama suyu olarak uygulanması ile Şanlıurfa iklim şartlarında çim bitkisinin yetiştirilebileceği belirtilmiştir.

2.3. Toprakaltı Damla Sulama Sistemi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Toprakaltı damla sulama sisteminin farklı bitkilerde kullanıldığı bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Choi ve Suarez-Rey (2004), toprakaltı damla sulama sistemi ve yağmurlama sulama sistemini Bermuda çimi kullanarak karşılaştırmışlardır. Toprağın ilk 30 cm'sinde ki kullanılabilir su tutma kapasitesi %20'nin altına düştüğünde yeniden sulama yapılan çalışmada sulama suyu miktarı, çimin görsel kalitesi, toprak tuzluluğu ve geri kazanılan suyum yeniden kullanımı incelenmiştir. Damlatıcı tıkanıklığı gözlemlenen çalışmada bu tıkanıklığın görsel kaliteyi etkileyecek boyutta olmadığı da belirtilmiştir. Çalışma sonucunda toprakaltı damla sulama ve yağmurlama sulama sistemleri arasında kullanılan sulama suyu miktarları benzerlik göstermiştir. Sulama mevsimi sonunda ise damlatıcılara tehdit oluşturacak biçimde kök sızıntısı gözlemlenmiştir.

Kırnak ve ark. (2011), biber bitkisiyle A sınıfı buharlaşma kabı kullanarak yaptığı çalışmada 2 gün arayla dört farklı seviyede sulama suyu uygulamış ve bitkinin gelişimini, su kullanım etkinliğini, kalite ve verimini incelemiştir. Su kullanımının damla sulama yönteminde 715-1412 mm, toprakaltı damla sulama yönteminde ise 765-1475 mm aralığında olduğu ve araştırma sonucunda Harran ovası koşullarında toprakaltı damla sulama siteminin

daha iyi bir alternatif olduğu belirtilmiştir. Çalışmada ayrıca, toprakaltı damla sulamanın kurak ve yarı kurak iklimlerde su stresi yaşayan biber bitkisinin verimi üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir.

Ayanoğlu ve Orta (2017), Tekirdağ'da yaptıkları çalışmada, toprak altı damla sulama sistemiyle sulanan serin iklim ve sıcak iklim çim türlerinde, sulama sıklığının planlanmasını, üç farklı sulama seviyesini (KSTK'nin %30'u, %50'si ve %70'i tüketildiğinde), üç tekrarlamalı olarak tesadüf blokları deneme desenine göre denemişlerdir. Sulama sıklığının belirlenmesinde toprak içindeki nem miktarı değişimleri dikkate alınmıştır. Serin iklim çim çeşidinde bitki su tüketimi değerleri 382,7-260,2 mm, sıcak iklim çiminde ise 357,9-180,4 mm arasında değişmiştir. Sonuç olarak sıcak iklim çimleri için KSTK'nin %70'i, serin iklim çimleri için ise KSTK'nin %50'si tüketildiğinde sulama yapılması tavsiye edilmiştir. Ayrıca, sıcak iklim çim çeşidinin serin iklim çim çeşidine göre %52 daha az su tükettiği de çalışmada belirlenmiştir.

Demirok ve Tuylu (2019), Harran Ovası koşullarında 2016 yılında mısır bitkisinde, yüzey damla sulama sistemi ve toprakaltı damla sulama sistemini karşılaştırdıkları çalışmada verim miktarı, bitki su tüketimi, WUE ve IWUE'nı incelemişlerdir. Yüzey damla sulama sisteminde verim 698-1151 kg da^{-1} arasında, toprakaltı damla sulama sisteminde ise 705-1157 kg da^{-1} aralığında belirlenmiştir. Yüzey damla sulama sisteminde bitki su tüketimi, WUE ve IWUE sırasıyla; 585,7-1294,6 mm, 0,82-1,19 kg m^{-3}, 0,83-1,66 kg m^{-3}; toprakaltı damla sulama sisteminde ise sırasıyla 572,5-1286,7 mm, 0,83-1,23 kg m^{-3}, 0,84-1,67 kg m^{-3} olarak belirtilmiştir.

Carus (2019), Şanlıurfa'da 2017 ve 2018 yıllarında iki sene üst üste yaptığı çalışmada toprakaltı damla sulama yöntemi kullanarak çim bitkisinin yeşil ve kuru ot verimine, yaprak su içeriğine, klorofil miktarına etkilerini incelemiştir. Denemede, A sınıfı buharlaşma kabı kullanarak buharlaşmanın %50'si, %75'i, %100'ü, %125'i ve %150'sinin sulama suyu olarak uygulandığı beş konu üç tekerrürlü oluşturulmuştur. Çalışmada sonucunda, buharlaşma kabından okunan değerin %75'nin sulama suyu olarak uygulanması ile toprakaltı damla sulama sisteminin Şanlıurfa'da kullanıma uygun olduğu belirlenmiştir.

Nar (2019), Edirne'de yaptığı çalışmada çeltik bitkisinde devamlı göllendirme sulama yöntemi ile toprakaltı damla sulama yöntemimi su tutma bariyeri de kullanarak karşılaştırmıştır. En iyi verim DGS yönteminden elde edilirken en düşük verim ise TDS yönteminin STB birlikte uygulandığı parsellerden elde edilmiştir. Toplam sulama suyu miktarları, IWUE ve verim değerleri devamlı göllendirme sulama yönteminde sırasıyla, 5580 mm, 0,1 kg m^{-3}, 708 kg da^{-1}; toprakaltı damla sulama yönteminde, 1375 mm, 0,4 kg

m^{-3}, 576 kg da^{-1}; toprakaltı damla sulama yönteminin su tutma bariyeriyle birlikte kullanıldığı parsellerde ise, 930 mm, 0,5 kg m^{-3}, 438 kg da^{-1} olarak bildirilmiştir. Verimin devamlı göllendirme sulama yönteminde yüksek olmasına karşın toprakaltı damla sulama ve su tutma bariyeri kullanılan parsellerde %83,3 daha az su kullanıldığı hesaplanmış bu nedenle suyun etkin kullanımı açısından bu yöntemlerin kullanılabileceği belirtilmiştir.

BÖLÜM 3
MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Arazisinin Yeri

Çalışma, 2019 yılında, Kocaeli İli, Başiskele İlçesi, Yuvacık Köyü, Tınaztepe mevkiinde, 40°42′04″ kuzey enlemi ve 29°57′50″ doğu boylamı arasında bulunan bir arazide gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Deneme Arazisinin Yeri

3.1.2. Toprak Özellikleri

Çalışmanın yapıldığı arazideki toprak özellikleri denemeye başlamadan önce belirlenmiştir. Toprak özelliklerini belirmemek için deneme alanından üç farklı noktadan 0-10 cm ve 10-30 cm derinliklerinden toprak numuneleri toplanmıştır. Özellikleri Tablo 1'de verilen toprak numunelerinin analizleri Tüzüner (1990)'e uygun olarak yapılmıştır.

Tablo 1
Deneme alanına ait fiziksel toprak analiz sonuçları

Derinlik (cm)	Tekstür Sınıfı	Hacim Ağırlığı (g cm^{-3})	Tarla Kapasitesi Pv (%)	Solma Noktası Pv (%)
0-10	Kumlu-Killi-Tın	1,25	26,3	16,53
10-30	Kumlu-Killi-Tın	1,27	27,5	18,84

3.1.3. İklim Özellikleri

Deneme alanının bulunduğu bölge Karasal, Karadeniz ve Akdeniz iklimleri arasında bir geçiş özelliği taşıyan Marmara Bölgesi iklim özellikleri taşımaktadır. Yazları sıcak, kışları ise serin ve yağışlı geçer (Anonim 2019). 2019 yılı Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarına ait iklim verileri Tablo 2'de verilmiştir. Başiskele-18409 meteoroloji istasyonuna ait veriler Kocaeli Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Tablo 2
Deneme alanına ait iklim verileri (MGM, 2019)

Parametre	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Ortalama sıcaklık (ºC)	18,3	22,5	22,6	23,2	20,2
En yüksek sıcaklık (ºC)	25,4	28,6	28,9	29,2	26,2
En düşük sıcaklık (ºC)	14,1	17,6	17,4	18,6	15,5
Ortalama bağıl nem (%)	78,3	70,9	67,9	70,2	68,5
Toplam yağış (mm)	43,1	151,2	123,4	135,5	39,6
Ortalama rüzgar hızı (m s^{-1})	9,7	9,6	8,9	8,9	9,3
Ortalama güneşlenme süresi (saat)	7,5	7,3	8,7	8,2	6,7

3.1.4. Bitki Özellikleri

Çalışmada, sık dokulu, dayanıklı, uzun ömürlü ve kuraklığa toleranslı sıcak tohum karışımından yetiştirilmiş sıcak iklim serme çimi kullanılmıştır. Serme çimin karışım oranları Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3
Denemede kullanılan çim bitkisinin karışım oranları

Tür	Ağırlık (%)	Tohum sayısı (%)
Festuca arundinacea FIRACES	40	30
Festuca arundinacea MERIDA	40	28
Poa pratensis RUGBY II	10	34
Lolium perenne RINGLES	10	8

3.1.5. Sulama Sistemleri

Bu çalışmada sulama suyu olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Toprakaltı ve yağmurlama sulama sistemleri; pompa, kontrol birimi, ana ve yan borular, vanalar, su sayaçları, lateraller, yağmurlama başlıkları (Rainbird UNI Sprey) ve damlatıcılardan oluşmaktadır (Şekil 2). Kontrol ünitesinde; pompa, elek filtre, basınç düzenleyiciler ve su sayaçları bulunmaktadır. Toprakaltı damla sulama sisteminde bunlara ek olarak vakum önleme ve hava çıkış vanaları, geri akış önleme vanaları ile yıkama hatları yer almaktadır.

Toprakaltı damla sulama hatları (Rainbird XFS) 33 cm damlatıcı aralıklı olarak seçilmiş ve 33 cm aralıklı olarak konumlandırılmıştır. Damlama hattının debisi 2,3 l/saat, çalışma basıncı ise 0,59-4,14 bar arasındadır.

Kullanılan sulama sistemlerinde; polietilen malzemeden, ana hatta 50 mm'lik, yan hatlarda 32 mm'lik ve lateral hatlarda 25 mm'lik borular kullanılmıştır.



Şekil 2. Sulama sistemlerine ait görüntüler

3.1.6. Su Tutma Bariyeri

Tesadüf blokları deneme desenine göre oluşturulan on iki parselin yarısında su tutma bariyeri (STB) uygulaması yapılmıştır. 1,5 mm kalınlığındaki polietilen (PE) malzeme STB olarak kullanılmıştır. STB'ler çim bitkisinin etkili kök derinliği olan 30 cm derinliğe tüm kenarları 30 cm yukarıya kıvırıldıktan sonra yerleştirilmiştir (Şekil 3). Yerleştirilen STB'lerin üstü 30 cm toprakla kapatılmış ve ince tesviyesi yapılmıştır.



Şekil 3. Su tutma bariyerlerinin toprağa yerleştirilmesi

3.2. Yöntem

3.2.1. Kültürel İşlemler

Toprak Hazırlığı ve Çim Serimi

Çalışma konularının toprak hazırlığı 10 Mayıs 2019 tarihinde 30 cm derinlikte sürülerek yapılmıştır (Şekil 4). STB uygulanacak parseller 30 cm, TDS uygulanacak parseller ise 10 cm derinliğinde kazılıp içleri boşaltılmıştır. STB ve sulama sistemlerinin uygulamasından sonra parsellere elle ince tesviye yapılmıştır.



Şekil 4. Toprak hazırlığı

Çalışmada, 25.06.2019 tarihinde, 50x100 cm ölçülerinde kesilmiş hazır çimlerin serimi yapıldıktan sonra toprak ve çim arasındaki boşlukları doldurmak için silindir uygulaması yapılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Çim serimi ve silindirleme

Gübreleme İşlemi

Çim seriminden önce bütün deneme parsellerine 25 kg da^{-1} 15-15-15 kompoze gübre uygulaması yapılmıştır. Deneme süresince ise parsellere iki kez 20 kg da^{-1} Amonyum Sülfat gübresi uygulanmıştır.

Yabancı Ot Kontrolü ve İlaçlama

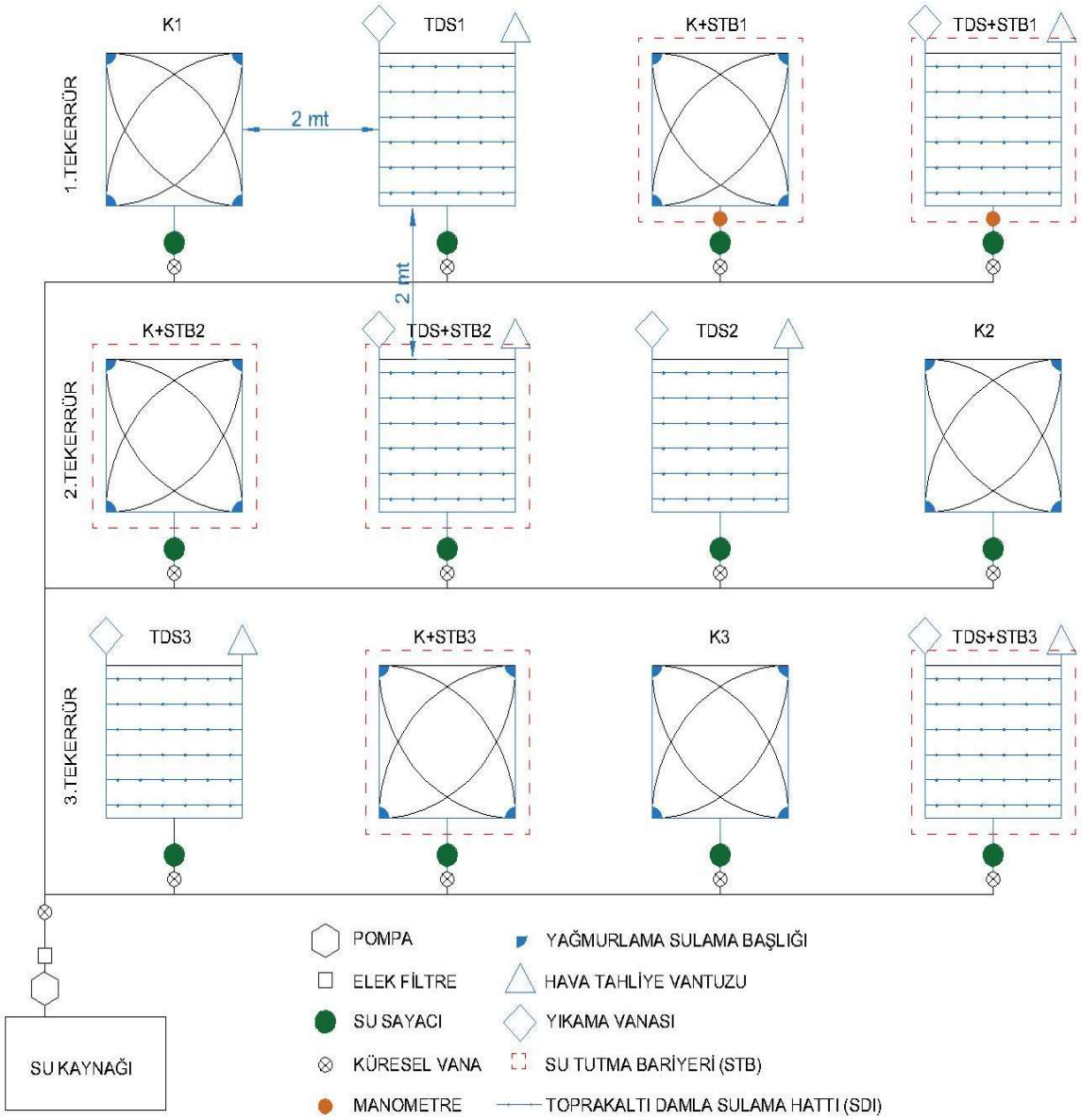
Deneme arazisinde yabancı ot kontrolü için hazır çim seriminden on beş gün önce total herbisit uygulanmıştır (Şekil 6). Çim serimini takiben yabancı ot mücadelesi elle yapılmaya devam etmiştir. Parsel aralarındaki alanlarda yabancı ot çıkışını engellemek için ise malç naylonu kullanılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. İlaçlama işlemleri

3.2.2. Deneme Deseni ve Konuları

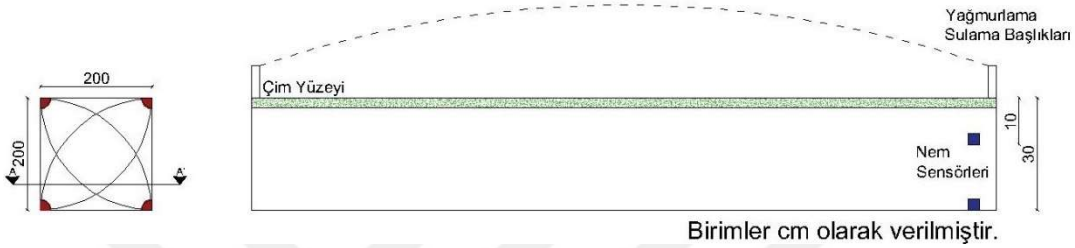
Denemede, tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak, yağmurlama sulama sistemi (K), toprakaltı damla sulama sistemi (TDS), yağmurlama sulama sistemi ile birlikte su tutma bariyeri (K+STB), ve toprakaltı damla sulama sistemi ile birlikte su tutma bariyeri (TDS+STB) olmak üzere 4 farklı uygulama konusu 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Şekil 7). Her bir konu 2x2 m ölçülerinde olup, parsel aralarında konuların birbirinden etkilenmesini engellemek amacıyla 2 m mesafe bırakılmıştır. Sulama sistemleri tamamlandıktan sonra parsellerin ince tesviyesi yapılarak çim serimi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 7. Deneme deseni ve sulama sistemi

Yağmurlama Sulama Sistemi

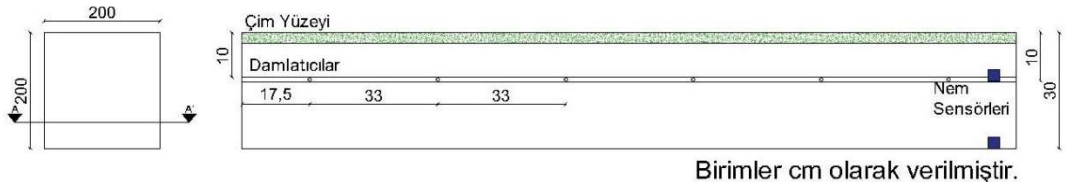
Kontrol uygulamalarındaki sulamalar yağmurlama sulama (K) yöntemine göre sulamalar yapılmıştır. 2x2 metre ölçülerinde hazırlanan parsellerin dört köşesine 90^{o} açılı pop-up sulama başlıkları birbirlerini örtecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 8). Her parsele, etkili kök derinliğindeki nemi belirlemek için 1 adet 10 cm derinliğine, mevcut su hareketini belirlemek için ise 1 adet 30 cm derinliğe toprak nem sensörü yerleştirilmiştir. Sulamalar, çim serimiyle birlikte mevcut nem tarla kapasitesine getirilmiş, sonrasında ise KSTK'nin %25±5'i tüketildiğinde tekrar tarla kapasitesine getirilecek şekilde yapılmıştır.



Şekil 8. Yağmurlama sulama sistemi kesiti

Toprakaltı Damla Sulama Sistemi

Denemede, basınç ayarlı, kendini temizleyebilen ve anti-sifon mekanizmalı damlatıcılara sahip toprakaltı damla sulama boruları kullanılmıştır. Toprakaltı damla sulama (TDS) boruları toprak yüzeyinin 10 cm altına yerleştirilmiştir (Şekil 9). Islatılan alan oranının bir olması için, damlatıcı aralıkları 33 cm olan toprakaltı damla sulama borularının lateral aralıkları da 33 cm olarak belirlenmiştir. Her bir parsele, etkili kök derinliğindeki nemi belirlemek için 1 adet 10 cm derinliğe, mevcut su hareketini belirlemek için ise 1 adet 30 cm derinliğe toprak nem sensörü yerleştirilmiştir. Sulamalar, çim serimiyle birlikte mevcut nem tarla kapasitesine getirilmiş, sonrasında ise KSTK'nin %25±5'i tüketildiğinde tekrar tarla kapasitesine getirilecek şekilde yapılmıştır.

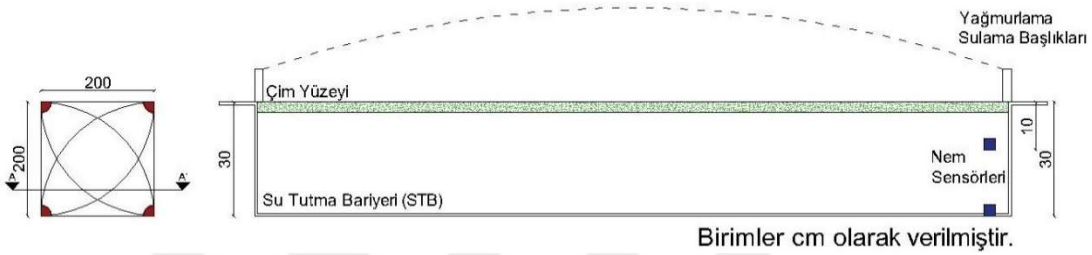


Şekil 9. Toprakaltı damla sulama sistemi kesiti

Yağmurlama Sulama Sistemi ve Su Tutma Bariyeri

Konular yağmurlama sulama sistemiyle parselin dört kenarına yerleştirilen yağmurlama sulama başlıklarıyla sulanmıştır. Su tutma bariyeri olarak ise 1,5 mm

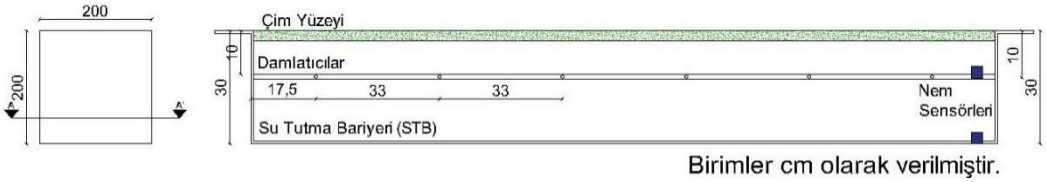
kalınlığında polietilen sera örtü malzemesi kullanılmıştır. STB'ler çim bitkisinin etkili kök derinliğinin altına gelecek şekilde tüm kenarları 30 cm yukarıya kıvrıldıktan sonra toprak yüzeyinin 30 cm derinliğine yerleştirilmiş ve üzerleri toprak ile kapatılmıştır (Şekil 10). Böylece, uygulamada drenaj kısmen engellenmiştir. Her bir parsele, etkili kök derinliğindeki nemi belirlemek için 1 adet 10 cm derinliğe, mevcut su hareketini belirlemek için ise 1 adet 30 cm derinliğe toprak nem sensörü yerleştirilmiştir. Sulamalar, çim serimiyle birlikte mevcut nem tarla kapasitesine getirilmiş, sonrasında ise KSTK'nin %25±5'i tüketildiğinde tekrar tarla kapasitesine getirilecek şekilde yapılmıştır.



Şekil 10. Yağmurlama sulama sistemi ve su tutma bariyeri kesiti

Toprakaltı Damla Sulama Sistemi ve Su Tutma Bariyeri

Konular toprağın 10 cm altına 33 cm lateral aralığıyla yerleştirilen 33 cm damlatıcı aralığı bulunan toprakaltı damla sulama boruları ile sulanmıştır. Su tutma bariyeri olarak ise 1,5 mm kalınlığında polietilen sera örtü malzemesi kullanılmıştır (Şekil 11). STBler çim bitkisinin etkili kök derinliğinin altına gelecek şekilde tüm kenarları 30 cm yukarıya kıvrıldıktan sonra toprak yüzeyinin 30 cm derinliğine yerleştirilmiş ve üzerleri toprak ile kapatılmıştır. Böylece, uygulamada drenaj kısmen engellenmiştir. Her bir parsele, etkili kök derinliğindeki nemi belirlemek için 1 adet 10 cm derinliğe, mevcut su hareketini belirlemek için ise 1 adet 30 cm derinliğe toprak nem sensörü yerleştirilmiştir (Şekil 11). Sulamalar, çim serimiyle birlikte mevcut nem tarla kapasitesine getirilmiş, sonrasında ise KSTK'nin %25±5'i tüketildiğinde tekrar tarla kapasitesine getirilecek şekilde yapılmıştır.



Şekil 11. Toprakaltı damla sulama sistemi ve su tutma bariyeri kesiti

3.2.3. Yapılan Ölçümler ve Hesaplamalar

Toprak Neminin İzlenmesi

Toprak neminin izlenmesinde, dielektrik prensibine göre çalışan nem sensörleri (DECAGON GS1) ve sensörlerden elde edilecek verilerin anlık olarak bilgisayar ortamında izlenmesi için uzaktan kontrol sistemi (DEVİNT) kullanılmıştır (Şekil 12). Sensörlerin yerleştirme işlemi çim seriminden önce gerçekleştirilmiş ve kalibrasyon işlemine başlanmıştır. Kalibrasyon işleminde denemenin kurulacağı alanda belli bir alan çevrilerek toprağı doygun hale getirilmiş, belirli zaman aralıklar ile alınan toprak örnekleriyle sensör verileri arasında regresyon eşitlikleri oluşturularak kalibrasyon eşitlikleri elde edilmiştir. Sensörler, on iki deneme konusuna da 10 ve 30 cm derinliklerinde toplam yirmi dört adet yerleştirilmiştir.



Şekil 12. Nem sensörleri, veri kaydediciler ve verilerin bilgisayara aktarımı

Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi

Deneme parsellerinin her birine çim bitkisinin etkili kök derinliğindeki nemi belirlemek için 10 cm derinliğe yerleştirilen sensörlerden elde edilen kalibre edilmiş veriler ile sulama suyu miktarı hesaplanmıştır. Sulamalar, bütün konularda KSTK'nin %25±5'i tüketildiğinde başlamıştır.

Deneme parsellerine verilecek sulama suyu miktarları Eşitlik 3.1 ile hesaplanmıştır. Eşitlikle belirlenen su miktarları, deneme parselleri girişine yerleştirilen su sayaçları ile kontrollü olarak uygulanmıştır.

$$I = KSTK\ x\ Ry\ x\ P\ x\ A \tag{3.1}$$

Eşitlikte; I: Sulama suyu miktarı (litre), KSTK: 30 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm), Ry: KSTK'nin tüketilmesine izin verilen kısmı (25±5), P: Islatılan alan oranı (1,0), A: Parsel alanı (m^2)

Bitki Su Tüketimi

Çimin bitki su tüketimi (ET_a) Eşitlik 3.2'de verilen su bütçesi yöntemiyle belirlenmiştir (James, 1988).

$$ETa = I + P - D \pm R \pm \Delta S \tag{3.2}$$

Eşitlikte; ET_a: Bitki su tüketimi (mm), I: Sulama suyu miktarı (mm), P: Yağış (mm), D: Derine sızma (mm), R: Yüzey akış (mm), ΔS: İki örnekleme arasındaki nem değişimi (mm)

Yeşil Ot ve Kuru Ot Verimleri

Deneme parsellerindeki çim yüksekliği 15 cm'ye vardığında 5 cm yükseklikten çim biçimi gerçekleştirilmiştir. Deneme boyunca 22 Temmuz (SSG27), 28 Ağustos (SSG64) ve 22 Eylül (SSG89) olmak üzere üç kez çim biçimi yapılmıştır (Şekil 13). 4 m^2'lik parsel alanlarından biçilen çimler biçimin hemen ardından arazide tartılarak yeşil ot verimleri, yeşil ot verimleri belirlenmiş örnekler 70°C'de sabitleninceye kadar kurutularak ise kuru ot verimleri belirlenmiştir.



Şekil 13. Çim biçimi ve tartımı

Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı

Su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerlendirilmelerinde Hillel ve Guron (1973)'un verdiği Eşitlik 3.3 ve Eşitlik 3.4 kullanılmıştır.

$$WUE = \frac{Y}{ET} \tag{3.3}$$

$$IWUE = \frac{Y}{I} \tag{3.4}$$

Eşitlikte; WUE: Su kullanım randımanı (kg m^{-3}), IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı (kg m^{-3}), Y: Çim bitkisinin yeşil ot verimi (kg da^{-1}), I: Sulama suyu (m^3 da^{-1}), ET: Bitki su tüketimi (m^3 da^{-1})'dir.

Görsel Kalite Analizi

Çim biçimlerinden sonra bitkilerdeki renk değişimlerini belirlemek için Munsell renk skalası kullanılmıştır (Wilde ve Voigt, 1977). Munsell renk skalası Tablo 4'te verilmiştir.

Araştırmada, arazideki çimin görsel kalite değerlendirilmesinde kabul edilebilir değer olarak 6 alınmıştır (Sass ve Horgan, 2006; Emekli ve Başbuğ, 2007; Fu ve ark., 2011, Demirel, 2012). Konular arasındaki görsel kalite farklılıkları belirlenirken renk değeri ile, çim yoğunluğu, arazi içerisindeki genel görünümü ve yabancı ot oranı dikkate alınmıştır.

Tablo 4
Munsell renk skalası ve çim renginin derecelendirilmesi

Skaladaki sayfa	Renk numarası (değer/renk	Derecelendirme numarası	Renk değişimi
7,5 GY	2/6	9	Koyu yeşil
7,5 GY	3/6	8	
7,5 GY	4/6, 8	7	
7,5 GY	5/8, 10	6	
7,5 GY	6/8, 10	5	
7,5 GY	7/10, 12	4	
7,5 GY	8/12, 14	3	
7,5 GY	9/12, 14	2	Açık yeşil
2,5 Y, 5 Y	Tüm renkler	1	Sarı ve ya ölü

Yaprak Su İçeriği

Deneme süresince yapılan her çim biçiminde, tüm deneme parsellerinden 100 gr örnek alınarak yaprak su içeriği (YSİ) belirlenmiştir. Örneklerin yaş ağırlıkları deneme alanında biçimden hemen sonra belirlenmiş, kuru ağırlıklar ise örneklerin etüvde 70^{o}C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar yaklaşık olarak 48 saat kurutulmasıyla elde edilmiştir. Yaş ve kuru ağırlıklardan yararlanılarak Eşitlik 3.5 yardımıyla yaprak su içeriği hesaplanmıştır (Lambers ve Poorter, 1992).

$$YS\dot{I} = \frac{YA - KA}{YA} \times 100 \tag{3.5}$$

Eşitlikte; YSİ: Yaprak su içeriği (%), YA: Yaş ağırlık (gr), KA: Kuru ağırlık (gr)'tır.

İstatistiksel Analiz

Çalışmada deneme konularına göre hesaplanan yeşil ve kuru ot verimleri ve yaprak su içerikleri verilerinin arasındaki farkın önemli olup olmadığı (p=0,05) tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ile tespit edilmiştir. Farkın önemli olması halinde, konular arasındaki farklılığı belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır. Görsel kalite analizinde parametrik olmayan Friedman testi (Friedman, 1937) ve gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde Bonferroni çoklu karşılaştırma testi (Dunnett, 1964) kullanılmıştır. Tüm istatistiki verilerin değerlendirilmesinde SPSS 20.0 paket programı kullanılmıştır.

BÖLÜM 4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Toplam Sulama Suyu ve Bitki Su Tüketimi

Deneme parsellerinde (K, K+STB, TDS ve TDS+STB) parsellerine uygulanan toplam sulama suyu miktarları (TSSM), yağış, mevsimlik ET ve günlük ortalama ET verileri Tablo 5'de verilmiştir.

Konulara ilişkin toplam sulama suyu miktarları incelendiğinde en yüksek 290 mm ile kontrol konusunda, en düşük ise 83 mm ile TDS+STB konusunda olmuştur. Deneme boyunca 298 mm yağış düşmüştür. Çalışmada en yüksek günlük ET değerleri 6,60 mm ile K konusunda, en düşük günlük ET değerleri ise 4,28 mm ile TDS+STB konularından elde edilmiştir.

Sulamada, 30 cm toprak derinliğindeki çim bitkisi kök bölgesinin altındaki nemin düşük olması sebebi ile bitki su tüketiminin hesaplanmasında drenajın hesaba katılmayacak seviyede olduğu kabul edilmiştir (Kırda ve ark., 1996).

Tablo 5
TSMM, yağış, mevsimlik ve günlük ortalama ET değerleri

Konular	TSMM (mm)	Yağış (mm)	Mevsimlik ET (mm)	Günlük ortamala ET (mm)
K	290	298	588	6,60
K+STB	207		505	5,67
TDS	149		447	5,02
TDS+STB	83		381	4,28

O'Neil ve Carrow (1983), İngiliz çiminde farklı topraklar kullanarak yaptıkları çalışmada bitki su tüketimlerini 10,1 mm gün^{-1}, 6,3 mm gün^{-1}, 3,2 mm gün^{-1} olarak hesaplamışlardır. Beard (1985), ABD ve İsrail'de yaptığı çalışmalarda, serin iklim çim çeşidinde en yüksek ET değerlerinin 10,6-12,6 mm gün^{-1}, sıcak iklim çim çeşitlerinde iste aynı değerlerin 9,6-12,6 mm gün^{-1} olduğunu bildirmiştir (Carrow ve ark., 1990; Demirel, 2012). Beard ve Kim (1989)'da ise, çok yıllık çim bitkisinde ET değerlerinin 8,5-10 mm/gün arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Garrot ve Mancino (1994), Bermuda çimini kurak iklimde yetiştirmek için sulama suyu miktarının 834-930 mm yıl^{-1} olmasının uygun olacağını belirtmişlerdir. Antalya ilinde çim karışımı ile yapılan çalışmada mevsimlik ET değerlerinin 524,7-895,8 mm arasında olduğu bildirilmiştir (Baştuğ ve Büyüktaş, 2003). Fu ve ark. (2004), ABD'de yaptıkları çalışmada görsel kalite açısından gerekli su ihtiyacının

çalışmanın birinci yılında 244-552 mm, ikinci yılında ise 247-478 mm aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Emekli ve Başbuğ (2007), Bermuda çim bitkisi ile arazi koşullarında yaptıkları çalışmada günlük ET değerlerini deneme konularına göre 9,8 mm, 7,4 mm, 5,1 mm ve 2,8 mm olarak belirtmişlerdir. Demirel (2012), Çanakkale'de yaptığı çalışmada, denemenin ilk yılında toplam sulama suyu miktarlarının 354-842 mm arasında, günlük ET değerlerinin 4,98-9,13 mm arasında; denemenin ikinci yılında ise toplam sulama suyu miktarlarının 515-1085 mm arasında, günlük ET değerlerinin 5,13-9,40 mm arasında olduğunu belirtmiştir. Aydınşakir ve ark. (2014), 'Seaspray' ve 'TifBlai' çim çeşitlerinde yaptıkları çalışmada bitki su tüketimi değerlerini 'Seaspray' çeşidi için 3,7-6,7 mm gün^{-1}, 'TifBlair' çeşidi için ise 3.7- 6.8 mm gün^{-1} arasında bulmuşlardır. Dikbaş (2018), Konya'da Mayıs ve Ekim ayları arasında yaptığı çalışmada çim bitkisinin mevsimlik su tüketim değerlerinin 857,66-1012,60 mm arasında olduğunu bildirmiştir. Carus (2019), Şanlıurfa yöresinde yaptığı çalışmada, çim bitkisinde günlük ortalama ET değerlerinin farklı sulama uygulamalarında çalışmanın birinci yılında 5,95-14,85 mm, ikinci yılında ise 4,65-13,95 mm arasında olduğunu bildirmiştir.

Çalışma sonucunda belirlenen toplam sulama suyu miktarlarının sulama konularına göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Günlük ortalama ET değerleri yapılan diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. TDS ve STB uygulamalarından elde edilen ET değerleri O'Neil ve Carrow (1983) ve K konusundan elde edilen günlük ortalama ET değerleri ise Emekli ve Başbuğ (2007)'un değer aralıkları arasında bulunmuştur.

4.2. Deneme Konularındaki Su Tasarruf Oranları

Çalışma boyunca uygulanan TSSM ve deneme konularındaki su tasarrufu oranları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6
Deneme konularındaki su tasarruf oranları

Konular	TSMM (mm)	Deneme konularındaki su tasarruf oranları (%)
K	290	-
K+STB	207	29
TDS	149	49
TDS+STB	83	72

Konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları 83mm ile 293 mm arasında değişmiştir. K konusuna STB uygulandığında %29 oranında, TDS konusu ise K konusuna göre %49 oranında su tasarrufu sağlamıştır. Çalışmada sudan en fazla tasarruf sağlayan konu toprakaltı damla sulama sistemi ve su tutma bariyerinin birlikte uygulandığı TDS+STB konusu olmuştur. Bu parsellerde K konusuna göre %72 su tasarrufu sağlandığı görülmüştür.

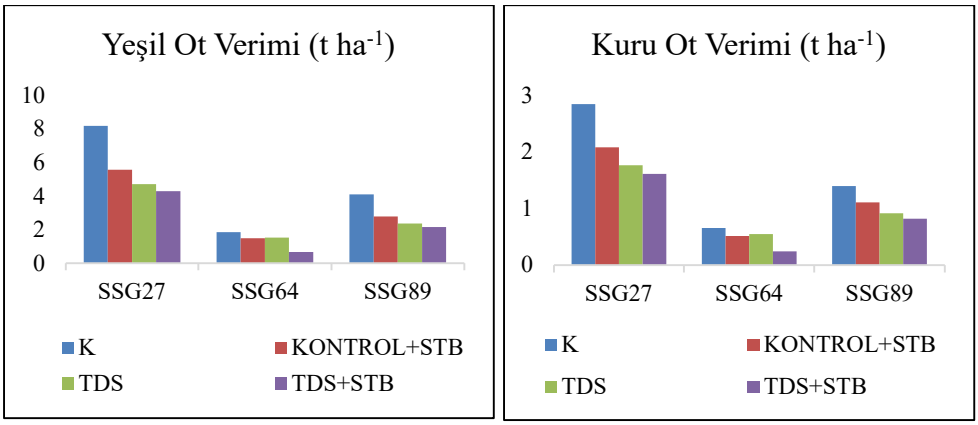
Çim bitkisinde su tüketiminin azaltılması ile ilgili yapılan çalışmalarda, Smucker (1969), asfalt bariyer kullanarak yaptığı çalışmada, %40 su tasarrufu sağladığını bildirmiştir. Sivapalan (2006), kumlu topraklar üzerinde yaptığı çalışmada poliakrilamid jeli bariyer olarak kullanarak, farklı jel kullanım miktarlarına göre su tutma kapasitesinin %23-95 oranında arttığını bildirmiştir. Fazackerley ve Lawrence (2010), çim alanlarında su tüketimini azaltmak için, normal koşullarda uygulanan sulama suyu miktarı ile kontrollü şartlar altında uygulanan sulama suyu miktarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda, kontrollü sulama koşullarında normal sulama koşullarına göre %54 daha az sulama suyu uygulandığını belirtmişlerdir. Demirel (2012), 30 ve 40 cm'ye yerleştirdiği su tutma bariyerleri ile çim bitkisinde yaptığı çalışmada yedi farklı sulama konusu oluşturmuş ve kontrol konusuna göre diğer altı konuda %35-74 arasında su tasarrufu sağlamıştır. Farklı bitkilerde benzer uygulamaların yapıldığı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Nar (2019), çeltik bitkisinde yaptığı çalışmada, devamlı göllendirme sulama yöntemine kıyasla damla sulama sistemi ve su tutma bariyerini birlikte kullandığı deneme parselinde %83,3 oranında su tasarrufu sağladığını bildirmiştir.

Suyun toprakta daha fazla tutulması ile ilgili yapılan çalışmalar ile bu çalışma arasında benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir. K+STB parsellerinde sağlanan su tasarrufu değerleri Smucker (1969) ile TDS+STB parsellerinden sağlanan su tasarrufları ise Demirel (2012) ve Nar (2019)'ın çalışmalarındaki tasarruf oranları ile benzerlik göstermektedir. Su tutma bariyerleri büyük oranda su tasarrufu sağlamalarının yanında kurulum maliyetlerinin yüksek olması ve uygulama zorluğu nedeniyle çok fazla kullanılamamıştır.

4.3. Yeşil Ot ve Kuru Ot Verimleri

Çalışma boyunca yapılan üç kez çim biçimi yapılmıştır. 22 Temmuz 2019, 28 Ağustos 2019 ve 22 Eylül 2019 tarihlerinde yapılan biçimlerinin biçim aralıkları 24-32 gün arasında değişmiştir.

Deneme konularına ait yeşil ot ve kuru ot verim değerlerinin değişimi Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14. Yeşil ot verimi ve kuru ot verimi değerlerinin değişimi

Toplam yeşil ot ve kuru ot verim değerlerine ait istatistiksel analiz sonuçları Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7
Yeşil ot ve kuru ot verimleri

Konular	Ortalama Yeşil Ot Verimi (t ha^{-1}) $\bar{X} \pm S\bar{x}$	Ortalama Kuru Ot Verimi (t ha^{-1}) $\bar{X} \pm S\bar{x}$
K	14,11±0,3A	4,90±0,20A
K+STB	9,81±1,2B	3,70±0,45AB
TDS	8,59±1,6B	3,23±0,58AB
TDS+STB	7,09±0,7B	2,68±0,23B

* Aynı sütunda farklı harfle belirtilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve konular arasındaki farklılığı göstermektedir (Duncan, $p < 0,05$)

Yeşil ot verimlerine göre, K+STB, TDS ve TDS+STB konularındaki değişimin K konusuna göre istatistiksel olarak farkı olduğu saptanmıştır. K+STB, TDS ve TDS+STB konularının kendi aralarındaki fark ise istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Yeşil ot verimlerinin konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile doğru orantılı olduğu görülmektedir. Bu da TDS ve STB uygulamalarında çim bitkisi gelişiminin daha az olduğunu ve buna bağlı olarak da çim biçiminde daha az insan gücü kullanılacağı ya da çim biçim aralığının daha uzun olacağını göstermektedir.

Kuru ot verimleri ele alındığında ise, K, K+STB ve TDS konuları aynı grupta yer almışlardır. Aynı zamanda K+STB, TDS ve TDS+STB konularındaki farklar da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. K konusu ile TDS+STB konusu arasındaki fark ise önemli bulunmuştur.

Ogan (1995), çim bitkisinde (İtalyan çimi) yaptığı çalışmada yeşil ot verimi 9,33 t ha^{-1}, kuru ot verimini ise 3,61 t ha^{-1} olarak bulmuştur. Zorer ve ark. (2004), çim karışımı ile yaptıkları çalışmada yeşil ot veriminin 0,71-4,28 t ha^{-1} arasında olduğunu bildirmişlerdir. Mefti ve ark. (2008), yemlik çim çeşitleri ile yaptıkları çalışmada, ortalama kuru ot verimini çalışmanın birinci yılında 1,23 t ha^{-1}, ikinci yılında ise 3,58 t ha^{-1} bulmuşlardır. Salman (2008), farklı gübre uygulamalarında İngiliz çimi ile yapmış olduğu çalışmanın birinci yılında yeşil ot ve kuru ot verimlerini sırasıyla 21,21 t ha^{-1} ve 5,54 t ha^{-1}, ikinci yılında ise sırasıyla 21,42 t ha^{-1} ve 5,63 t ha^{-1} olarak belirlemiştir. Nizam (2009), İngiliz çimiyle yaptığı çalışmada farklı dozlarda azotlu gübre uygulamış ve yeşil ot verimini çalışmanın birinci yılında 4,88-11,96 t ha^{-1} arasında, ikinci yılında ise 3,53-10,34 t ha^{-1} arasında belirlemiştir. Demirel (2012), Çanakkale ilinde İngiliz çimi ile yaptığı çalışmanın birinci yılında yeşil ot verimini 16,75-22,82 t ha^{-1}, kuru ot verimini 4,76-6,22 t ha^{-1}; ikinci yılında ise yeşil ot verimini 13,33-19,31 t ha^{-1}, kuru ot verimini 4,19-5,35 t ha^{-1} arasında bulmuştur. Alagöz ve Türk (2017), farklı çim çeşitleri ile yaptıkları çalışmada saf tohum kullanarak kuru ot verimini 0,83-1,60 t ha^{-1} arasında, karışım tohum kullanarak ise 0,84-1,38 t ha^{-1} arasında bulmuşlardır.

Bu çalışmadan elde edilen değerler Ogan (1995) ile benzerlik göstermiştir. Aynı zamanda Demirel (2012) ve Zorer ve ark. (2004) ile farklı bulunmuştur. Bu farklılıkların uygulama farklılıkları ve iklim şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.4. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı

Çalışma sonucunda deneme konularına göre hesaplanan su kullanım ve sulama suyu kullanım değerleri Tablo 8'da verilmiştir.

Tablo 8
Su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE)

Konular	WUE (kg m^{-3})	IWUE (kg m^{-3})
K	2,40	4,87
K+STB	1,94	4,74
TDS	1,92	5,78
TDS+STB	1,86	8,60

Çalışmada WUE değerleri ele alındığında, en düşük değer TDS+STB parselinden 1,86 kg m^{-3}, en yüksek değer ise K konusundan 2,40 kg m^{-3} olarak hesaplanmıştır. IWUE

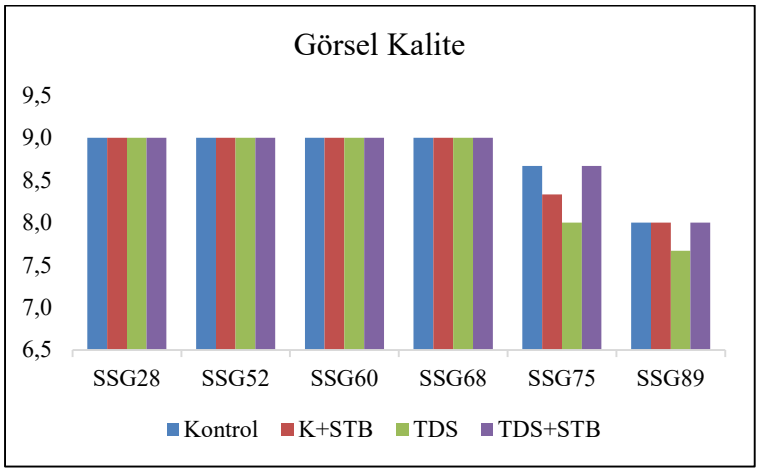
değerlerine bakıldığında ise en düşük değer K konusundan 4,87 kg m^{-3}, en yüksek değer ise TDS+STB konusundan 8,60 kg m^{-3} olarak elde edilmiştir.

Mefti ve ark. (2008), farklı çim çeşitleriyle yaptıkları çalışmada WUE değerini denemenin birinci yılında 3,29 kg m^{-3}, ikinci yılında ise 9,34 kg m^{-3} bulmuşlardır. Demirel (2012), İngiliz çiminde WUE ve IWUE değerlerini çalışmanın ilk yılında sırasıyla 2,19-4,02 kg m^{-3} ve 2,13-4,32 kg m^{-3} arasında, ikinci yılında ise 1,71-2,53 kg m^{-3} ve 1,58-2,70 kg m^{-3} arasında bulmuştur. Carus (2019), Şanlıurfa'da çim bitkisinde yaptığı çalışmada WUE ve IWUE değerlerini çalışmanın ilk yılında sırasıyla 4,82-6,12 kg m^{-3} ve 4,95-6,15 kg m^{-3} arasında, ikinci yılında ise 5,23-7,93 kg m^{-3} ve 5,53-9,27 kg m^{-3} aralığında bulmuştur.

Bu çalışmada elde edilen değerler ele alındığında WUE değerleri Demirel (2012) ile, IWUE değerleri ise Carus (2019) ile benzerlik göstermektedir.

4.5. Görsel Kalite Analizi

Bu çalışmada yapılan görsel kalite analizi çim rengi, çim sıklığı, yabancı ot durumu ele alınarak 1-9 arası değer verilerek belirlenmiştir. Çalışma boyunca altı kez görsel kalite değerlendirmesi yapılmıştır (Şekil 15). Görsel kalite verilerinin analizinde parametrik olmayan Friedman testi ve gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde Bonferroni çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Tablo 9).



Şekil 15. Konulara göre görsel kalite analizi değişimleri

Çalışmada, SSG28 ve SSG68 günler arasındaki değerlendirmeler tüm konularda benzer olmuştur. SSG68 ve SSG89 günler arasındaki değerlendirmelerde ise K ve TDS+STB konuları birlikte azalarak benzerlik göstermiş, K+STB konusu görsel kalite olarak en düşük değeri göstermiştir. Bu görsel kalite azalmalarına rağmen bütün konuların

bütün değerlendirme günlerinde kabul edilebilir değer olan 6'nın üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 9
Görsel kalite analizi

Konular	Gözlem sayısı	Görsel kalite (medyan)
K	6	8,8 (NS)
K+STB	6	8,7 (NS)
TDS	6	8,6 (NS)
TDS+STB	6	8,8 (NS)

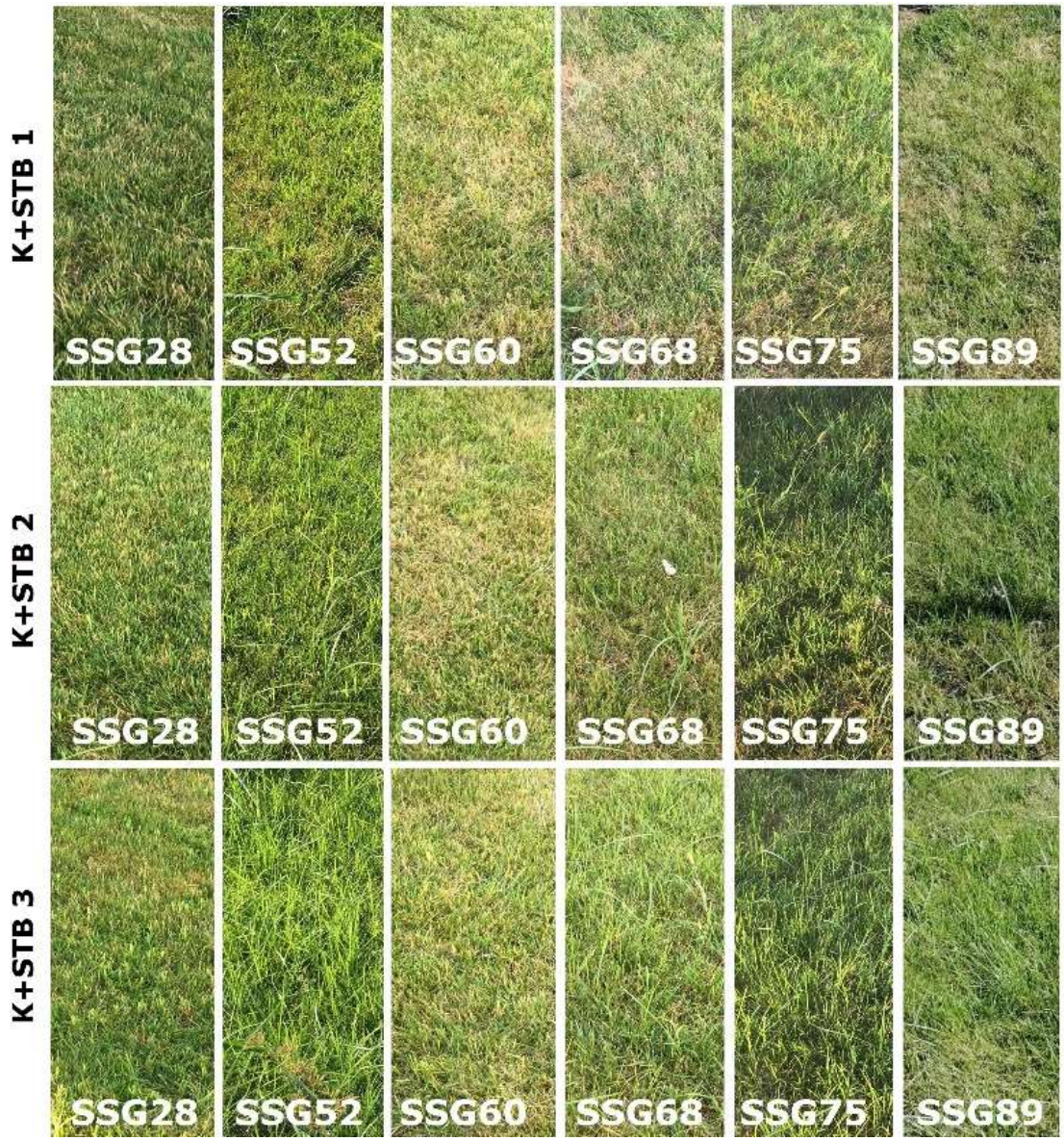
* Aynı sütunda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve konular arasındaki farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Denemede K, K+STB, TDS ve TDS+STB konuları istatistiksel analiz sonucunda konular arasındaki fark önemiz bulunmuştur. Medyan değerleri 8,6 ile 8,8 arasında değişmiştir. Görsel kalite sonuçlarına göre farklı uygulamaların denemede kullanılan çim çeşidinin görsel kalitesini olumsuz etkilemediği görülmüştür.

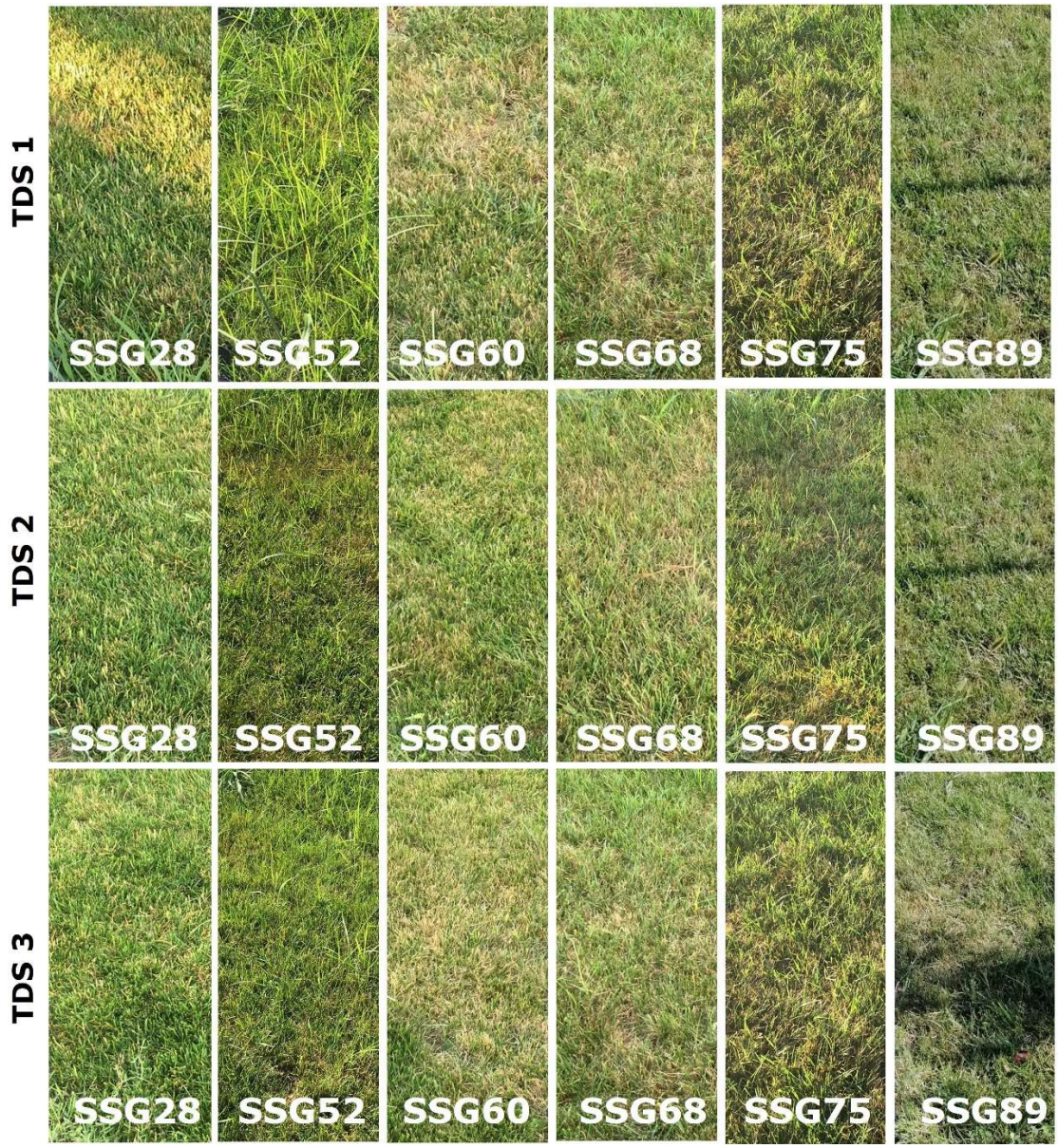
Çalışmada 6 görsel kalite analizi değerlendirmesine ait resimler deneme konularına göre aşağıda sıralanıştır.



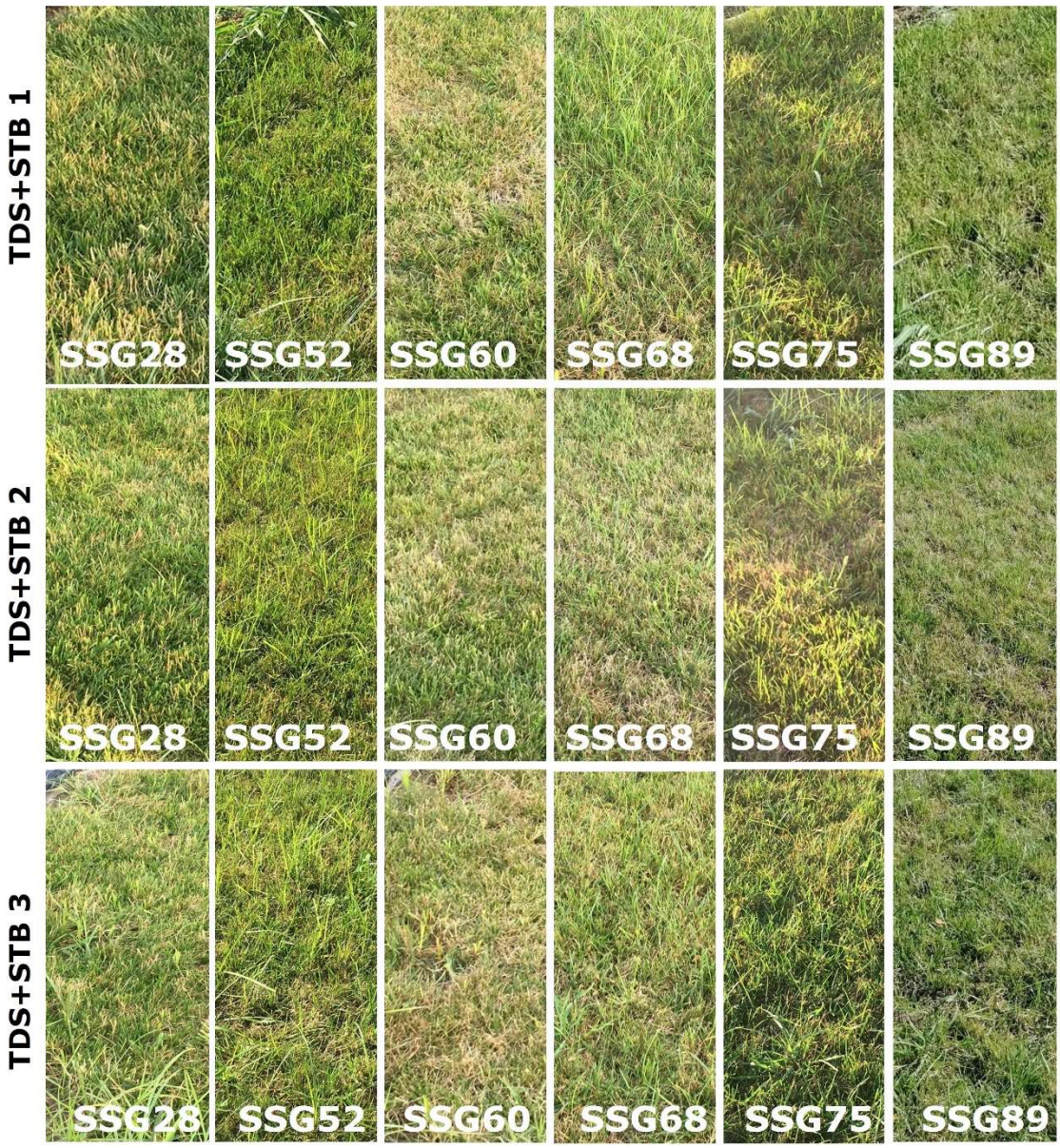
Şekil 16. K konuları (A) SSG28, (B) SSG52, (C) SSG60, (D) SSG68, (E) SSG75, (F) SSG82, (G) SSG89'deki parsel fotoğrafları



Şekil 17. K+STB konuları (A) SSG28, (B) SSG52, (C) SSG60, (D) SSG68, (E) SSG75, (F) SSG82, (G) SSG89'deki parsel fotoğrafları



Şekil 18. TDS konuları (A) SSG28, (B) SSG52, (C) SSG60, (D) SSG68, (E) SSG75, (F) SSG82, (G) SSG89'deki parsel fotoğrafları



Şekil 19. TDS+STB konuları (A) SSG28, (B) SSG52, (C) SSG60, (D) SSG68, (E) SSG75, (F) SSG82, (G) SSG89'deki parsel fotoğrafları

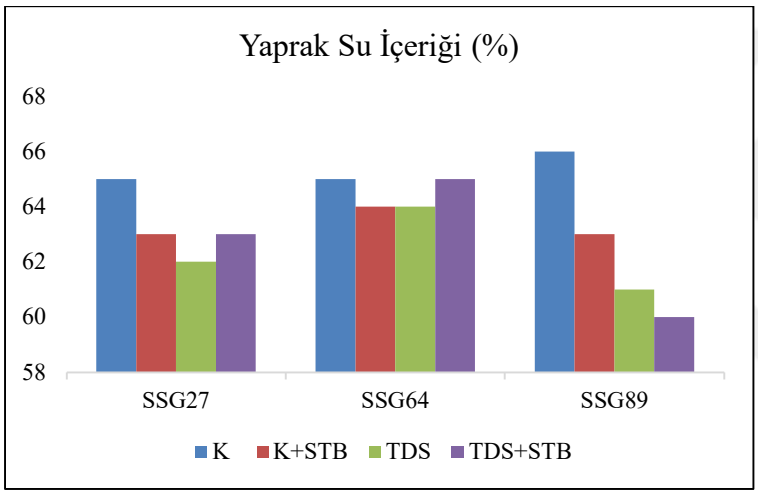
Çim bitkisinde 1-9 skalası esas alınarak yapılan görsel kalite çalışmalarında; Gibeault ve ark. (1989), farklı sulama uygulamalarında yaptıkları çalışmada 5,0-6,2, Liu ve ark. (1993), çok yıllık çimde yapılan çalışmada 4,2-7,0, Ahmad ve ark. (2003), iki farklı çim çeşidinde yaptıkları çalışmada 5,0-9,0 ve 1,0-5,0, Zorer ve ark. (2004), Van'da yapılan çalışmada 3,6-8,7, Emekli ve Baştuğ (2007), farklı sulama konuları oluşturarak 3,5-6,5, Cereti ve ark. (2010) İtalya'da farklı İngiliz çim çeşitlerinde yapılan çalışmada yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar dönemlerinde sırasıyla 7,6-7,7, 8,0-8,3, 8,1-8,2 ve 7,7-8,0, Çelebi ve ark. (2010), Van ilinde İngiliz çiminde ilk yılda 6,5-8,5 ve ikinci yılda 5,6-8,7, Demirel (2012), Çanakkale'de farklı sulama ve su kısıtı uygulamalarıyla yaptığı çalışmanın birinci

yılında görsel kalite medyan değerlerini 5,5-7,0 arasında, ikinci yılında ise 4,5-8,0 arasında değerlendirmiştir.

Bu çalışmadaki değerlerin diğer çalışmalara kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu yüksekliğin iklim, çim çeşidi ve sulama uygulamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.6. Yaprak Su İçeriği

Çalışmada biçim zamanlarında tartımlar ve hesaplamalar yapılarak elde edilen ortalama yaprak su içeriği değerleri Şekil 20'de, konular arasında farklar tek yönlü varyans analizi kullanılarak belirlenmiş ve Tablo 10'de verilmiştir.



Şekil 20. Konulara göre yaprak su içeriği değişimleri

Denemede konulara göre hesaplanan YSİ değerleri SSG27'de yapılan çim biçimine göre %62-65, SSG64'de yapılan biçime göre %63-65, SSG89'de yapılan biçime göre ise %60-66 aralığındadır. Yapılan varyans analizine göre konular arasındaki istatistiksel fark önemli bulunmamış bütün konular aynı grupta yer almıştır.

Tablo 10
Yaprak su içeriği

Konular	Yaprak su içeriği (%)
	$\overline{X} \pm S\overline{x}$
K	0,65±1,1 NS
K+STB	0,63±1,6 NS
TDS	0,62±0,4 NS
TDS+STB	0,62±0,8 NS

* Aynı sütunda farklı harfle belirtilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve konular arasındaki farklılığı göstermektedir (Duncan, $p < 0,05$)

Yaprak su içeriğinin incelendiği çalışmalarda, Garnier ve Laurent (1994), farklı çim çeşitlerinde yaptıkları çalışmada %70-86, Ahmad ve ark. (2003), Pakistan'da iki farklı çim çeşidinde yaptıkları çalışmada %37-49 ve %54-69, Mefti ve ark. (2008), kurak koşullar altında farklı çim çeşidinde yaptıkları çalışmada %50-84, Jiang ve ark. (2009), Amerika'da, İngiliz çiminde yaptıkları çalışmada %64-74, Shahrokhi ve ark. (2011), İranda farklı çim çeşitlerinde %55-82, Demirel (2012), Çanakkale'de yaptığı çalışmada birinci yılda %62-76, ikinci yılda 50-78, Carus (2019) Şanlıurfa'da yaptığı çalışmada birinci yılda %71-88, ikinci yılda ise %69-84 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma sonucunda hesaplanan YSİ değerleri diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bazı çalışmalarla arasındaki farklılık olmasının nedeninin ise çim çeşidi, iklim ve sulama uygulamaları arasındaki değişikliklerdir.

BÖLÜM 5
SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, su ihtiyacı oldukça yüksek olan ve kumlu-killi-tınlı toprakta yetiştirilen çim bitkisinde, yağmurlama sulama sistemi, toprakaltı damla sulama sistemi ve bitkinin etkili kök derinliğinin altına serilen ve su geçirimi olmayan su tutma bariyeri uygulamaları kullanılmıştır. Söz konusu uygulamaların, çim bitkisinde toplam su kullanımına, su kullanım ve sulama suyu kullanım randımanlarına, yeşil ve kuru ot verimine, yaprak su içeriğine ve görsel kalite özelliklerine etkileri araştırılmıştır.

Çalışma sonucunda, çim bitkisinde toprakaltı damla sulamanın, yağmurlama sulama sistemine göre yüksek oranda tasarruf sağlayan bir yöntem olduğu, bunun yanı sıra, bu iki sulama yönteminde de uygulanan STB'nin sulama suyu kullanımını önemli derecede azalttığı görülmüştür. Deneme konuları dikkate alındığında, TDS ve STB uygulamaları kontrol uygulamasına göre %29-72 arasında su tasarrufu sağlamıştır. En yüksek su tasarrufu TDS+STB konusundan %72, en düşük su tasarrufu ise K+STB konusundan %29 olarak elde edilmiştir. STB ve TDS uygulamalarında ortalama yeşil ot ve kuru ot verimleri kontrol konusuna göre düşük bulunmuştur. TDS ve STB uygulamalarında sulama suyu miktarı azaldıkça yeşil ot veriminde de azalmalar olduğu görülmüştür. Buna göre, çim için sulama suyu miktarı arttıkça yeşil ot veriminde artış olacağı söylenebilir. Bu veriler sonucunda, sulama suyu arttıkça çim biçimi için kullanılacak iş gücünün artacağı, TDS ve STB konularında çim biçimi için harcanacak iş gücünün kontrol konularına göre daha az olacağı görülmüştür. Çalışmada en yüksek su kullanım randımanı olan 2,40 kg m^{-3} değeri yağmurlama sulama sisteminin kullanıldığı K konusunda, en düşük olarak hesaplanan su kullanım randımanı ise 1,86 kg m^{-3} olarak toprakaltı damla sulama sistemi ve su tutma bariyerinin birlikte kullanıldığı TDS+STB konusundan elde edilmiştir. Sulama suyu kullanım randımanı ise en yüksek TDS+STB konusunda 8,60 kg m^3, en düşük K konusunda 4,87 kg m^{-3} olarak hesaplanmıştır. Uygulama konularındaki görsel kalite değerlerinin çim için kabul edilebilir seviyede olduğu ve konular arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir. Çim için en önemli kriter olan görsel kalitenin TDS ve STB uygulamalarında daha az sulama suyu kullanılmasına rağmen bozulmadığı görülmüştür. Yaprak su içeriği değerlerinde de benzer sonuç elde edilmiştir.

Bu çalışma sonucunda TDS+STB konusunun su tasarruf oranının yüksek olmasının yanında, diğer bitkisel özellikleri de dikkate alındığında, Kocaeli koşullarında çim yetiştiriciliği için yeterli olduğu görülmüştür. Bu sistemler su tasarrufu avantajlarının

yanında bazı dezavantajlar da getirmektedir. TDS için bu dezavantaj ilk kurulum maliyeti ve damlatıcı tıkanıklığı olarak görülmektedir. Arıtma yöntemleri ve işletme tekniği ile bu dezavantajın ortadan kaldırılacağı, TDS'nın ilk kurulum maliyetinin yüksekliği sistemin sağladığı su tasarrufu düşünülünce de kısa sürede kendini karşılayacağı ve damlatıcı tıkanıklığının da günümüzde üretilen toprakaltı damla sulama borularının damlatıcı özelliklerinin geliştirilmiş olması nedeniyle tamamen ortadan kalktığı düşünülmektedir. STB'nin dezavantajı ise yine toprağın kazılması ve bariyerin toprak altına yerleştirilmesinin zorluğu ve yüksek maliyeti olarak görülmektedir. Bu dezavantaj da BROW SWRT firmasının PE örtü serme makinesi üretmesiyle birlikte ortadan kalkmıştır. Sonuç olarak, TDS ve STB'nin sulama suyundan tasarruf sağlaması ve verim artışı göz önüne alındığında kurak ve yarı kurak bölgelerde oldukça yarar sağlayacağı düşünülmektedir. Özellikle ülkemizde, bu yöntem doğru kullanıldığı takdirde önemli bir katkı sağlayacaktır. Bu çalışmanın farklı iklimlerde, farklı çim türleriyle, farklı derinliklerde ve farklı toprak bünyelerinde denenmesi su tasarrufu sağlayarak kaliteli çim yetiştiriciliği için önerilebilir.

KAYNAKLAR

Abedi-Koupai, J. ve Asadkazemi, J., (2006). *Effects of a Hydrophilic Polymer on the Field Performance of Cupressus Arizonica under Reduced Irrigation Regimes*. Iranian Polymer Journal, 15(9): 715-725. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/267997828_Effects_of_a_Hydrophilic_Polymer_on_the_Field_Performance_of_an_Ornamental_Plant_Cupressus_arizonica_under_Reduced_Irrigation_Regimes

Ahmad, I., Khan, M.A. ve Qasım, M., (2003). Growth and Development of Different Turfgrasses as Influenced by Nitrogen Application and Leaf Nitrogen Contents. *Int. J. Agric. Biol*. 5: 175–178. Erişim Adresi: http://www.fspublishers.org/published_papers/3204_..pdf

Alagöz, M., Türk, 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. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/521123

Alshehhi, A.M.H., Khan, I.A., Alsaid F.A., Deadman M.L., Al-Khanjari S. ve Ahmad T., (2010). Evaluation of Warm Season Turfgrass under Different Irrigation Regimes in Arid Region. *Not. Sci. Biol*., 2(3): 30-38. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/324651128_Evaluation_of_Warm_Season_Turfgrass_under_Different_Irrigation_Regimes_in_Arid_Region

Amirpour, M., Shorafa, M., Gorji, M. ve Naghavi, H., (2016). Effect of Subsurface Water Retention Using Polyethylene Membranes with Surface Mulch and Irrigation on Moisture, Temperature and Salinity of Sandy Soil of an Arid Region in Iran. *Advances* in Environmental Sci. Int. J. of the Bioflux Society, 8: 33-41. Erişim Adresi: http://www.aes.bioflux.com.ro/docs/2016.33-41.pdf

Ayanoğlu, H., Orta, A.H., (2019). Toprak Altı Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Serin ve Sıcak İklim Çimlerinde Sulama Zamanı Planlaması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(3), 362-381. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/jotaf/issue/49217/556808

Aydınşakir, K., Gürbüz, E., Karagüzel, Ö. ve Kaya, A.S., (2014). Kısıntılı Sulamanın Çim Kalitesi Üzerine Etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü*, Antalya, 31(2) :23-36. Erişim Adresi: http://www.derim.com.tr/tr/pub/issue/4577/62676

Bastug, R. ve Buyuktas, D., (2003). The Effects of Different Irrigation Levels Applied in

Golf Courses on Some Quality Characteristics of Turfgrass. *Irrig. Sci*., 22: 87-93. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/225577178_The_effects_of_different_irrigation_levels_applied_in_golf_courses_on_some_quality_characteristics_of_turfgrass

Beard, J.B., (1985). An Assessment of Water Use by Turfgrasses. In Gibeault, V.B. ve Cockerham, S.T., Eds. Turfgrass water conservation. *Univ. of . Calif. Riverside Div. Agr. Nat. Resour. Publ*., 21405. 45-60.

Beard, J.B., Kim, K.S., (1989). Low Water-Use Turfgrasses. *Green Section Record*. 27(1): 12-13. Erişim Adresi: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=0D834AEEAB3ACD0B7089949D8D3E65DF?doi=10.1.1.504.2787&rep=rep1&type=pdf

Carus, İ., (2019). Şanlıurfa yöresinde çim bitkisi yetiştiriciliğinde toprak altı damla sulama sistemlerinin kullanabilme olanakları (Yüksek Lisans Tezi). Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 568413).

Carrow, R.N., Shearman,, R.C. ve Watson J.R., (1990). Turfgrass. In: Stewart, B.A. ve Nielsen, D.R., Eds. *Irrigation of Agricultural Crops*. Madison, Wis., USA. 889-919.

Camp, C.R., (1998). Subsurface Drip Irrigation: A Review. *Transactions of the Asae.* 41(5): 1353-1367.

Cereti, C.F., Ruggeri, R. ve Rossini, F., (2010). Cool-Season Turfgrass Species and Cultivars: Response to Simulated Traffic in Central Italy. *Ital. J. Agron*. 5: 53-59. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/49613388_Cool-Season_Turfgrass_Species_and_Cultivars_Response_to_Simulated_Traffic_in_Central_Italy

Choi,, C., Suarez-Rey E.M., (2004). *Subsurface Drip Irrigation for Bermudagrass with Reclaimed Water*. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/275573846_Subsurface_drip_irrigation_for_bermudagrass_with_reclaimed_water

Çeçen, Ö., (2019). Toprak altı damla sulama sistemlerinde bariyer kullanımının sulama verimine etkisinin belirlenmesi (Doktora Tezi). Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 611446).

Çelebi,, Ş.Z., Arvas, Ö., Çelebi, R. ve Yılmaz, İ.H., (2010). Atıksu Arıtma Çamuru ile Tesis Edilen Yeşil Alanda İngiliz Çimi (Lolium perene L.)'nin Performansının Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fak. Dergisi*. 7(3): 111-118. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/178431

Dacosta, M. ve Huang, B., (2006). Determination of Minimum Water Requirements for Creeping, Colonial, and Velvet Bentgrasses under Fairway Conditons. Crop Sci. 46: 81-89. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/237579003_Minimum_Water_Requirements_for_Creeping_Colonial_and_Velvet_Bentgrasses_under_Fairway_Conditions

Demirel, K., (2012). *Toprakaltına Serilen Su Tutma Bariyerlerinin (STB) Toprak Su İçeriği ve Çim Bitkisi Gelişimi Üzerine Etkileri* (Doktora Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.

Demirel K., Çamoğlu G., Tatar Ö., Genç L., Nar H., Boran A. ve Eroğlu İ., (2018). *Çeltik* Bitkisinde Suyun Etkin Kullanımında Toprakaltı Damla Sulama ve Su Tutma Bariyerinin Kullanılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/comuagri/issue/41582/476982

Demirok, A., Tüylü, G.İ., (2019). Damla ve Toprak Altı Damla Sulamanın Mısır Verimi Üzerine Etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstütisi Dergisi*, 5(1), 16-31. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/726476

Dikbaş, M.C., (2018). Konya'nın Meram İlçesinde Yer Alan Peyzaj Alanlarındaki Otomasyon Sulama Sistemi Uygulamalarının İrdelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Erişim Adresi: http://tez.sdu.edu.tr/Tezler/TF04014.pdf

Dunnett, C. W., (1964). New Tables for Multiple Comparisons with a Control. Erişim Adresi: https://www.jstor.org/stable/2528490?seq=1

Egerzegi, S., (1964). Plant Physiological Principles of Efficient Sand Amelioration. *Agrok.* es Talaj., 13: 209-214.

Emekli,, Y. ve Baştuğ R., (2007). Antalya'da Tarla Koşullarında Bermuda Çiminin Su Tüketimi ve Bazı Kıyas Bitki Su Tüketimi Eşitliklerinin Geçerliliğinin Belirlenmesi. Akdeniz Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 20(1): 45-57. Erişim Adresi: http://ziraatdergi.akdeniz.edu.tr/_dinamik/144/244.pdf

Fazackerley, S. ve Lawrence, R., (2010). *Reducing Turfgrass Water Consumption using Sensor Nodes and an Adaptive Irrigation Controller*. Erişim Adresi: https://people.ok.ubc.ca/rlawrenc/research/Papers/IEEESAS2010.pdf

Friedman, M., (1937). The Use of Ranks to Avoid the Assumption of Normality Implicit in the Analysis of Variance. Erişim Adresi: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01621459.1937.10503522?journalCode=uasa20

Fu J., Fry J. ve Huang B., (2004). Minimum Water Requirements of Four Turfgrasses in the

Transition Zone. *HortScience,* 39(7): 1740-1744.

Garnier, E., Laurent, G., (1994). Leaf Anatomy, Specific Mass and Water Content in Congeneric Annual and Perennial Grass Species. *New Phytologist*. 128: 725-736. Erişim Adresi: https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.1994.tb04036.x

Garrot, D.J., Mancino, C.F., (1994). Consumptive Water Use of Three Intensively Managed Bermudagrasses Growing Under Arid Conditions. *Crop Sci.* 34: 215-221. Erişim Adresi: https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1994.0011183X003400010039x

Gibeault, V.A., Cocker-Ham, S., Henry, J.M. ve Meyer, J., (1989). It's Use, Water Requirement and Irrigation. *California Turfgrass Culture*. 39(3): 1-9.

Guber, A.K., Smucker A.J.M., Berhanu, S. ve Miller, J.M.L., (2015). *Subsurface Water Retention Technology Improves Root Zone Water Storage for Corn Production on Coarse-Textured Soils*. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/276474201_Subsurface_Water_Retention_Technology_Improves_Root_Zone_Water_Storage_for_Corn_Production_on_Coarse-Textured_Soils

Hayat, R. ve Ali, S., (2004). Water Absorption by Synthetic Polymer (Aquasorb) and Its Effect on Soil Properties and Tomato Yield. *International Journal of Agriculture & Biology*, 6: 998-1002. Erişim Adresi: https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PK2005000538

Hillel, D. ve Guron, Y., (1973). Relation Between Evapotranspiration Rate and Maize Yield. *Water Resour Res*. 9, 743–748. Erişim Adresi: https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/WR009i003p00743

İnce E., (2010). *Bazı Çim Türlerinin Farklı Sulama Uygulamalarına Tepkileri Üzerine Bir Araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ. Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 283224).

Jiang, Y., Lıu, H. ve Van, C., (2009). Correlations of Leaf Relative Water Content, Canopy Temperature, and Spectral Reflectance in Perennial Ryegrass Under Water Deficit Conditions. *HortScience*. 44(2): 459-462. Erişim Adresi: https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/44/2/article-p459.xml

Kavdır, Y., Zhang, W., Basso, B. ve Smucker, A.J.M., (2014). *Development of a new long-term drought resilient soil water retention technology.* Erişim Adresi:

https://www.researchgate.net/publication/265964550_Development_of_a_new_soil_water_retention_technology_for_increasing_production_and_water_conservation

Kırda, C., Van, Cleemput O. ve Moutonnet, P., (1996). Plant Nutrient and Water Balance Studies Under Legume-Creal Rotation Systems. *Nuclear Methods for Plant Nutrients and Water Balance Studies*. IAEA. 11-22. Erişim Adresi: https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:27059310

Kırnak, H., Kaya, C., Değirmenci, V., (2002). Toprak Üstü ve Toprak Altı Damla Sulama Sistemlerinde Farklı Sulama Düzeylerinin Biber Bitkisinin Gelişim ve Verim Özellikleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(4). Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunizfd/issue/2950/40839

Lambers,, H., Poorter, H., (1992). Inherent Variation in Growth Rate Between Higher Plants: A Search for Physiological Causes and Ecological Consequences. Adv. Ecol. Res., 23: 187-261. Erişim Adresi: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065250408601488

Liu, H., Hull, R.J. ve Duff, D.T., (1993). Comparing Cultivars of Three Cool-Season Turfgrasses for Nitrate Uptake Kinetics and Nitrogen Recovery in the Field. *International Turfgrass Society Research Journal.* Erişim Adresi: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904169509364920

Mefti, M., Bouzerzour, H., Abdelguerfi, A. ve Nouar, H., (2008). Morphological and Growth Characteristics of Perennial Grass Cultivars Grown under Semi-Arid Conditions of the Algerian High Plateaus. Journal of Agronomy, 7(2): 138-147. Erişim Adresi: http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ja/2008/138-147.pdf

Nar, H., (2019). Çeltik Bitkisinde Damla Sulama ile Su Tutma Bariyerinin Kullanımı (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.

Nizam, İ., (2009). Azotlu Gübrelemenin Çokyıllık Çim (Lolium perenne L.)'in Tohum Verimi ve Bazı Bitkisel Özelliklerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fak. Dergisi*. 6(2): 111-120. Erişim Adresi: http://acikerisim.nku.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/20.500.11776/1467/a1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Nkurunziza, L., Chirinda, N., Lana, M., Sommer, R., Karanja, S., Rao., I., Sanchez, M.A.R., Quintero, M., Kuyah, S., Lewu, F., Joel, A., Nyamadzawo, G. ve Smucker, A., (2019). The Potential Benefits and Trade-Offs of Using Sub-surface Water Retention Technology on Coarse-Textured Soils: *Impact of Water and Nutrient Saving on Maize Production and Soil Carbon Sequestration*. Erişim Adresi:

https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2019.00071/full

Oğan, A., (1995). Harran Ovası Koşullarında Kışlık Ürün Olarak Yem Bezelyesi (Pisum arvense L.) ve İtalyan Çimi (Lolium italicum L.) Karışım Oranlarının Ot Verimine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.

O'Neil, K.J., Carrow, R.N., (1983). Perennial Ryegrass Growth, Water Use, and Soil Aeration Status Under Soil Compaction. *Agron. J*. 75: 177-180.

Riaz, A., Younis, A., Hameed, M. ve Kıran, S., (2010). Morphological and Biochemical Responses of Turf Grasses to Water Deficit Conditions. *Pak. J. Bot*., 42(5): 3441-3448. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/profile/Adnan_Younis2/publication/268286187_Morphological_and_biochemical_responses_of_turf_grasses_to_water_deficit_conditions/links/54bdb32b0cf27c8f2814be05.pdf

Roy, P.C., Guber, A., Abouali, M., Nejadhashemi, A.P., Deb, K. ve Smucker, A.J.M., (2019). *Crop Yield Simulation Optimization Using Precision Irrigation and Subsurface Water Retention Technology.* Michigan State University, USA. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/334577982_Crop_yield_simulation_optimization_using_precision_irrigation_and_subsurface_water_retention_technology

Salman, A., (2008). Farklı Gübre Dozlarının Bazı Serin ve Sıcak İklim Çimlerinin Yeşil Alan Performanslarına Etkisi (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi, İzmir. Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 215954).

Sass, J.F., Horgan, B.P., (2006). Irrigation Scheduling on Sand Based Creeping Bentgrass: Evaluating Evapotranspiration Estimation, Capacitance Sensors, and Deficit Irrigation in the Upper Midwest. *Applied Turfgrass Science*, doi:10.1094/ATS-2006-0330-01-RS. Erişim Adresi: https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1094/ATS-2006-0330-01-RS

Shahrokhi, M., Tehranifar, A., Hadizadeh, H. ve Selahvarzi, Y., (2011). Effect of Drought Stress and Paclobutrazol- Treated Seeds on Physiological Response of Festuca arundinacea L. Master and Lolium perenne L. Barrage. *J. Biol. Environ. Sci*., 5(14): 77-85. Erişim Adresi: https://pdfs.semanticscholar.org/f22b/35e258104b4481c4f0008845186c4a4126f5.pdf

Sivapalan, S., (2006). Some Benefits of Treating a Sandy Soil with a Crosslinked Type Polyacrylamide. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 46(4): 579-584.

Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/27464700_Some_Benefits_of_Treating_a_Sandy_Soil_with_Crosslinked_Type_Polyacrylamide

Smucker, A.J.M., (1969). Asphalt Moisture Barriers Increase Water Use Efficiency in Rice and Sugarcane Cultures in Taiwan. M.S. Thesis (Yüksek Lisans Tezi). Michigan State University, USA.

Smucker, A.J.M., Kravchenko, A., Zobeck, T. ve Basso, B., (2011). *New Water Retention Technology Improves Corn Yields and Cellulosic Biomass Production On Highly Permeable Soils*. Michigan State University, USA.

Tüzüner, A., (1990). *Toprak ve Su Analiz El Kitabı*, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara. Erişim Adresi: https://arastirma.tarimorman.gov.tr/toprakgubre/Belgeler/Yay%C4%B1nlar/Laboratuvar_el_kitab%C4%B1.pdf

Xinmin, Z., Lin, H., Xiuju, B., Bingxiang, Z., Fahe, C. ve Xinzhang, S., (2007). The Most Economical Irrigation Amount and Evapotranspiration of the Turfgrasses in Beijing City, China. *Agricultural Water Management*, 89: 98-104. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/4876260_The_most_economical_irrigation_amount_and_evapotranspiration_of_the_turfgrasses_in_Beijing_City_China

Wilde S.A. ve Voigt G.K., (1977). *Munsell Color Chart for Plant Tissues*. 2nd ed. Kollmorgen, Baltimore.

Youngner, V.B., Marsh, A.W., Strohman, R.A., Gibeault, V.A. ve Spaulding, S., (1981). Water Use and Turf Quality of Warm-season and Cool-season Turfgrasses. *California Turfgrass Culture*, 31(3): 1-4.

Zorer, Ş., Hosaflıoğlu, I. ve Yılmaz, I.H., (2004). Çim Alanlarında Uygun Azotlu Gübre Uygulama Zamanlarının Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Uni. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*. 14(1): 27-34.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Saliha MALERİ TANIRKAN

Doğum Yeri : Kocaeli

Doğum Tarihi : 18.03.1984

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 2017

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 2020

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

b) Bildiriler

1) Maleri Tanırkan, S., Demirel, K., Çamoğlu, G., Nar, H., (2019). Çim Bitkisinde Suyun Etkin Kullanımı. I. Uluslararası Süs Bitkileri Kongresi. pp:919-928, 9-11 Ekim 2019, Bursa-Türkiye.

c) Katıldığı Projeler

1) Çim Bitkisinde Toprakaltı Damla Sulama ile Su Tutma Bariyerinin Kullanımı, COMU-BAP, Proje No: 2790, (2018-2020)

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Usta Peyzaj, 2006-2007

Erguvan Peyzaj, 2007-2008

Mekel Elektroteknik San. Tic. Ltd. Şti., 2008-2014

İLETİŞİM

E-posta Adresi : salihamaleri@gmail.com

ORCID : 0000-0003-3058-4556