

Toprak Altı Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Serin ve Sıcak İklim Çimlerinde Sulama Zamanı Planlaması

Irrigation Scheduling of Cool and Warm Season Turfgrass Irrigated with Sub-Drip Irrigation Method

Havva AYANOĞLU¹ A. Halim ORTA^{1,**}


Öz


Bu çalışma, Tekirdağ koşullarında toprak altı damla sulama yöntemiyle sulanan serin ve sıcak iklim çim türlerinde, sulama zamanının planlanması amacıyla, Tekirdağ-İstanbul il sınırında Gümüşyaka köyünde yer alan Silivri belediyesine ait Tarımsal Üretim ve Araştırma Merkezi (TÜRAM) deneme alanında, 2017 yılı yaz döneminde yürütülmüştür. Araştırmada, çim türleri için üç farklı sulama düzeyi, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak denenmiştir. Denemede sıcak iklim çim bitkisi olarak Bermudagrass (*Cynodon spp.*), soğuk iklim çimlerini temsilen ise 4'lü karışım (%30 *Lolium perenne*, %25 *Festuca rubra rubra*, %35 *Festuca arundinacea*, %10 *Poa pratensis*) kullanılmıştır. Araştırmada uygulanacak 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. Sulama zamanının belirlenmesinde topraktaki nem miktarı değişimleri esas alınmıştır. Deneme sonunda serin iklim çim çeşitleri karışımında farklı sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarları 324,2 mm – 195,7 mm; toplam bitki su tüketimi değerleri 382,7 mm – 260,2 mm; günlük bitki su tüketimleri değerleri ise; 5,38 mm gün⁻¹ – 3,69 mm gün⁻¹ arasında, sıcak iklim çiminde ise aynı değerler 298,6 mm – 117,1 mm; 357,9 mm – 180,4 mm; 5,03 mm gün⁻¹ - 2,53 mm gün⁻¹ arasında değişmiştir. Sonuç olarak, iki farklı çim türünde farklı sulama düzeylerinin, gelişim ve kalite unsurlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Yöre koşullarında sulama suyu miktarı, biçim sıklığı ve kalite unsurları birlikte değerlendirildiğinde, serin iklim çimlerinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'si tüketildiğinde, sıcak iklim çiminde ise kullanılabilir su tutma kapasitesinin %70'i tüketildiğinde sulamaya başlanması önerilmiştir. Önerilen konular kıyaslandığında, sıcak iklim çiminin serin iklim çimlerine göre %43 daha az sulama suyu talep ettiği ve %52 daha az su tükettiği belirlenmiştir. Yöre koşulları için, en uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliğinin ise serin iklim ve sıcak iklim çimleri için Blaney-Criddle yöntemi olduğu saptanmış ve bu yöntemlere ilişkin bitki katsayısı eğrileri oluşturulmuştur.

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

Abstract

The aim of this study is to determine the irrigation scheduling of cool-season and warm-season turfgrass species under sub-drip irrigation method. Field experiments were conducted in the experimental fields of Silivri municipality in Gümüşyaka village located between boundaries of Tekirdag and İstanbul, during the summer of the 2017. 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 was used as cool season turf type (30% *Lolium perenne*, 25% *Festuca rubra rubra*, 35% *Festuca arundinacea* and 10% *Poa pratensis*). 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. Irrigation scheduling was planned according to changes of available soil moisture level in root zone. At the end of the study for cool season turfgrass types; the total amount of irrigation water applied in different irrigation strategies varied between 324,2

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Halim Orta, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Arazi ve Su Kaynakları Anabilim Dalı, Tekirdağ. E-mail: horta@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0002-8262-9173

¹Havva Ayanoğlu, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Arazi ve Su Kaynakları Anabilim Dalı, Tekirdağ. E-mail: ciftciogluhavva@gmail.com  ORCID: 0000-0001-7126-4853

Atıf/Citation: Ayanoğlu, H., Orta, H. Toprak altı damla sulama yöntemi ile sulanan serin ve sıcak iklim çimlerinde sulama zamanı planlaması, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(3), 362-381

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2019

mm – 195,7 mm, seasonal evapotranspiration values varied between 382,7 mm – 260,2 mm, and daily evapotranspiration values varied between 5,38 mm day⁻¹ – 3,69 mm day⁻¹. As for warm season turfgrass types; same values varied between 298,6 mm – 117,1 mm; 357,9 mm – 180,4 mm; and 5,03 mm day⁻¹ – 2,53 mm day⁻¹, respectively. 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, cutting frequency and quality under the region's conditions are evaluated together; it is suggested to start irrigation when 50% of the available water in effective root zone is consumed in cool season turfgrass and when 70% is consumed in warm season turfgrass. When suggested aspects are compared, it can be said that warm season turfgrass demands 43% less irrigation water and consumes 52% less water than cool season turfgrass. Blaney-Criddle method was found to be the most suitable estimation method for reference evapotranspiration for cool and warm season turfgrass under the region's conditions and crop coefficient curves regarding these method were generated.

Keywords: Landspace irrigation, turfgrass species, evapotranspiration, irrigation method, irrigation timing

Extendend Summary

The aim of this study is to determine the irrigation scheduling of cool-season and warm-season turfgrass species under sub-drip irrigation method. Field experiments were conducted in the experimental fields of Silivri municipality in Gümüşyaka village located between boundaries of Tekirdag and İstanbul, during the summer of the 2017. 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 was used as cool season turf type. The mixture content consists of 30% *Lolium perenne*, 25% *Festuca rubra rubra*, 35% *Festuca arundinacea* and 10% *Poa pratensis*. Bermudagrass turf in plots was established by planting as the seedling with 30x30 cm intervals. Cool season turf was established by broadcasting 50g m⁻² seeds to each plat. Planting date of the cool season types was on May 7, 2017. Germination started on May 14, 2017 and full coverage was occurred 26 days after the planting. The seedlings covered the plots completely (100%) 51 days after the planting. In the study, actual evapotranspiration of the turfgrass plants and calculation of the reference evapotranspiration were performed for the 72-day period between 21st of July, which is the starting date of irrigation, and the 30th of the September, which is the ending date of the trial. At the experimental field, A class evaporation pan was installed and used to measure daily evaporation values. Irrigation scheduling was planned according to changes of available soil moisture level in root zone. Soil moisture was monitored with PR2 Probe and HH2 Soil Moisture Meter, which are Time Domain Reflectometer (TDR) based. 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 324,2 mm – 195,7 mm, seasonal evapotranspiration values varied between 382,7 mm – 260,2 mm, and daily evapotranspiration values varied between 5,38 mm day⁻¹ – 3,69 mm day⁻¹. As for warm season turfgrass types; same values varied between 298,6 mm – 117,1 mm; 357,9 mm – 180,4 mm; and 5,03 mm day⁻¹ – 2,53 mm day⁻¹, respectively. Datas on germination and covering duration, vegetation height, quality, surface coating and color parameters were collected in the study. Biomass yield was not determined in the first year of trial since plants didn't produce enough biomass. 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, cutting frequency and quality under the region's conditions are evaluated together; it is suggested to start irrigation when 50% of the available water in effective root zone is consumed in cool season turfgrass and when 70% is consumed in warm season turfgrass. When suggested aspects are compared, it can be said that warm season turfgrass demands 43% less irrigation water and consumes 52% less water than cool season turfgrass. Blaney-Criddle method was found to be the most suitable estimation method for reference evapotranspiration for cool and warm season turfgrass under the region's conditions and crop coefficient curves regarding these method were generated

Keywords: Landspace irrigation, turfgrass species, evapotranspiration, irrigation method, irrigation timing

Giriş

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

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

Birkaç yıl öncesine kadar yeşili korumakla sorumlu saha mühendisleri sadece ortamı yeşil tutmak için çalışırken şimdi bu işi çok fazla su kullanmadan yapmanın yollarını aramaktadır. Su kaynaklarının kantitatif ve kalitatif özelliklerinin günden güne azalması, dolayısıyla sulama suyu maliyetlerinin artması, sulama yönetiminin daha hassas yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi ise ancak, iyi planlama ve projelendirme, iyi uygulama ve iyi bir işletme ile olasıdır. Bu üç aşamanın herhangi birinde yapılacak hata/hatalar işin ekonomik bir şekilde yapılamamasına veya yeşilin kaybolmasına neden olmaktadır (Orta 2017).

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

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

Henüz yeni uygulanmaya başlanan toprakaltı damla sulama yöntemi altında, serin ve sıcak iklim çim türlerinin sulama zamanı planlaması ve bitki su tüketimlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışma ile, yöntemini rekreasyon alanlarında kullanım olanakları ortaya konmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar, nüfusu yoğun, su kaynaklarının kısıtlı olduğu İstanbul ili ve çevresinde uygun çim çeşidi ve uygun sulama programlarının belirlenmesinde dolayısıyla, su tasarrufunun sağlanmasında önemli rol oynayacaktır.

Materyal ve Yöntem

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

Araştırma alanı yarı kurak iklim özelliklerine sahiptir. Tekirdağ iline ait, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı'ndan sağlanan 1997-2016 yılları arasındaki iklim verilerine göre ortalama sıcaklık değeri 14,0°C'dir. En soğuk ay 4,7°C ile Ocak, en sıcak aylar ise 23,8°C ile Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 580,8 mm, ortalama bağıl nem ise %77,7'dir. Denemenin yürütüldüğü 2017 yılında ortalama sıcaklık değeri 13,6°C, yıllık toplam yağış 656,6 mm, ortalama bağıl nem ise %75 olmuştur.

Araştırma alanı toprakları genellikle killi bünye sınıfına aittir. Taban suyu, tuzluluk ve sodyumluk gibi sorunlar bulunmamaktadır. Toprak fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla 0-90 cm derinlikten bozulmuş ve bozulmamış örnekler alınmıştır. Sulama suyu kalitesi T₂A₁'dir. Alanda eğim %2 ile %7 arasında doğudan batıya doğrudur. Araştırmada kullanılan sulama suyu, TÜRAM arazisinin yanında bulunan göletten alınarak, 186 m uzaklıkta 10 m³'lük 2 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 iletilmekte, basınç regülatörü aracılığıyla istenen basınca düşürüldükten sonra parsellere verilmektedir.

Araştırmada serin iklim çim bitkisi (C₁) olarak yörede yaygın olarak tercih edilen 4'lü karışım, sıcak iklim çim bitkisi (C₂) ise Bermudagrass (*Cynodon spp.*) kullanılmıştır. Karışımın içeriği; %30 *Lolium perenne*, %25 *Festuca rubra rubra*, %35 *Festuca arundinacea*, %10 *Poa pratensis* çeşitlerinden oluşmaktadır. Sıcak iklim çeşidi olan Bermudagrass çimi araziye 30x30 cm aralıklarla fide olarak, 5 Mayıs 2017 tarihinde dikilmiştir. Serin iklim çim

çeşitlerinin karışımı ise her bir parsel için 50 g m⁻² tohum gelecek şekilde serpmeye yöntemi ile 7 Mayıs 2017 tarihinde ekilmiştir.

Araştırmada, iki farklı çim çeşidi için üç farklı sulama düzeyi tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde, 3 tekerrürlü olarak denenmiştir. Araştırma, her biri 4,0 m² olmak üzere 18 adet parselde, toplam 72 m² alanda yürütülmüştür. Çim çeşitleri ana konuları, kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %30 (S_{0,30})’u, %50 (S_{0,50})’si ve %70 (S_{0,70})’i tüketildiğinde sulamaya başlama ise alt konuları oluşturmuştur. Farklı sulama uygulamalarında sızma yoluyla oluşabilecek yan etkileri önlemek amacıyla blok ve parseller arasında 2’şer metre boşluk bırakılmıştır.

Sulama sisteminde ana boru hattı 32 mm dış çaplı sert PE, manifold boru hatları ise 20 mm dış çaplı yumuşak PE borulardan oluşturulmuştur. Her bloğun başına konan basınç regülatörleri ile parsellere eş basınç altında su iletimi sağlanmıştır. Her parsel girişine konan ¾” küresel vana ile alınan sulama suyu, yüzeyin yaklaşık olarak 10-15 cm altına, 40 cm ara ile döşenen, üzerlerinde 40 cm aralıklar ile damlatıcılar, bulunan 16 mm dış çaplı YPE lateral boru hatları ile bitki kök bölgesine verilmiştir. Damlatıcı debisi, lateral ve damlatıcı aralığı, toprak bünyesi ve infiltrasyon hızı değerlerine göre belirlenmiştir. Her bir parselde kendinden basınç regülatörlü, 1 bar işletme basıncı üzerinde 2,3 L h⁻¹ debi veren 25 adet damlatıcı yer almıştır. Ayrıca, parsel vanalarının membalarına bir adet vantuz ve basıncı izleyebilmek amacıyla 1 adet manometre yerleştirilmiştir.

Toprak nemi Time Domain Reflectometer (TDR) esasına göre çalışan PR2 Probe ve HH2 Soil Moisture Meter aracı ile izlenmiştir (Delta-T Devices Ltd., Cambridge, UK). Toprak nemini belirlemek amacıyla her parselde 0-100 cm toprak derinliğinde access ölçüm tüpleri yerleştirilmiştir. Bu tüpler 25,4 mm çapında 100 cm boyunda fiberglas malzemenle üretilmiştir. İçerisine su girişini önlemek amacıyla üstleri lastik tapa ile kapatılmıştır. Denemelere başlamadan önce arazi koşullarında cihazın kalibrasyonu yapılmış ve her bir 30 cm’lik toprak katmanı için kalibrasyon denklemleri elde edilmiştir (Evettd vd. 1993). Bu amaçla oluşturulan kalibrasyon havuzunda toprak doyma noktasına ulaştırılmış ve daha sonrasında kurumaya bırakılmıştır. Yaklaşık bir ay süren bu süreçte alet okumaları yanı sıra gravimetrik yöntemle nem takibi yapılmış ve her bir 30 cm’lik toprak katmanı için kalibrasyon eğrileri hazırlanmıştır. Değişik katmanlar için hazırlanan kalibrasyon eğrilerine ilişkin denklemler Yurtsever (1984) tarafından verilen esaslara göre test edilerek homojen oldukları belirlenmiş, bu nedenle tüm katmanlara ilişkin kalibrasyon eğrileri ve eşitlikleri yerine tüm profili temsil eden bir eğri ve eşitlik kullanılmıştır.

Araştırmada, günlük buharlaşma değerlerinin ölçülmesinde, standart A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır. Sulama zamanının belirlenmesinde topraktaki nem miktarı değişimleri esas alınmıştır. Sulamada ıslatılacak toprak derinliği olarak, çim bitkisinin etkili kök derinliği olan 30 cm, sulamada ıslatılacak toprak derinliği olarak dikkate alınmıştır. Deneme konularına göre, etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %30, %50 ve %70’i tüketildiğinde sulamaya başlanmıştır. Bitki su tüketimi, 10 günlük periyotlar için 60 cm toprak derinliğindeki nem azalması yöntemine göre saptanmıştır. Bu amaçla, her ayın 10., 20., 30. ya da 31. günleri alet ile yapılan nem ölçmelerine ilave olarak, her bir konudan burgu yardımı ile bozulmuş toprak örnekleri alınmış ve gravimetrik yöntem ile nem değerleri belirlenmiştir (Güngör ve Yıldırım 1989). Periyot başlangıcında 60 cm toprak katmanındaki nem miktarına, periyot boyunca uygulanan sulama suyu ve varsa yağış miktarı eklenerek elde edilen toplamdan, periyot sonunda 60 cm toprak katmanında ölçülen nem değeri çıkartılarak bitki su tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler 10 ya da 11 güne bölünerek ortalama günlük bitki su tüketimi değerleri belirlenmiştir (Orta 1994). Araştırmada çim bitkisinin su tüketimi belirlemeleri ve referans bitki su tüketimi hesaplamaları, sulama konularına başlanan 21 Temmuz ile denemenin sona erdiği 30 Eylül tarihleri arasındaki 72 günlük periyot için yapılmıştır. Serin ve sıcak iklim çim çeşitlerinin fenolojik gözlemlerine dayanarak, çimlenme ve kaplama süresi, vejetasyon yüksekliği, kalite, yüzey kaplama ve renk parametrelerine ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. Denemenin ilk yılı nedeniyle bitkiler kök ve vejetatif gelişimlerini ancak tamamlamışlar bu nedenle, ot verimleri belirlenmemiştir.

Araştırmada, referans bitki su tüketimi tahmininde kullanılan 5 yöntem dikkate alınmıştır. Doorenbos ve Pruitt (1977) ile Jensen (1973) te ayrıntıları ile açıklanan bu yöntemler ve çalışmada kullanılan simgeleri şöyledir; Blaney-Cridle yöntemi (B-C); Jensen-Haise yöntemi (J-H); Penman yönteminin FAO modifikasyonu (P-FAO); Penman-Monteith yöntemi (P-M); A sınıfı kap buharlaşması yönteminin FAO modifikasyonu (A-FAO)’dur.

Bu araştırmada, söz konusu yöntemlerle hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri ile ölçülen bitki su tüketimi değerleri, Düzgüneş (1963)’de verilen esaslara göre istatistiksel açıdan karşılaştırılmış ve aralarındaki farklılık düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, on günlük periyotlar için değişik yöntemlerle hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri arasındaki farkların kareler toplamı, korelasyon katsayısı ve mevsimlik bitki su tüketimi karşılama yüzdesi değerlerine bakılmıştır. Daha sonra, yöre koşulları için en yakın tahmini veren yöntemle ilişkin bitki katsayısı (k_c) eğrisi hazırlanmıştır.

Bulgular

Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Etkili kök derinliğinde toprak bünyesi kil, kullanılabilir su tutma kapasitesi 55,74 mm’ dir. Sulama suyu kalite sınıfı ise T₂A₁ olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Deneme konularına uygulanacak sulama suyu miktarları, 30 cm etkili kök derinliğindeki toprak nem değerlerinin günlük değişimlerinden yararlanılarak belirlenmiştir. Her gün aynı saatte (09:00) PR2 Probe-HH2 Soil Moisture Meter toprak nem ölçüm aracı ile ölçülen mevcut nemin, her bir deneme konusu için izin verilen değere düşüp düşmediği kontrol edilmiş ve sulama yapılması gereken parsellere tarla kapasitesine (143,72 mm) çıkaracak kadar sulama suyu uygulanmıştır.

Bitki su tüketiminin izlendiği süre boyunca, A sınıfı kaptan ölçülen günlük buharlaşma değerleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri
Table 1. Some physical characteristics of soil in the experimental area

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

Çizelge 2. Sulama suyu analiz sonuçları
Table 2. Irrigation water quality

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

Çizelge 3. A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarları (mm)

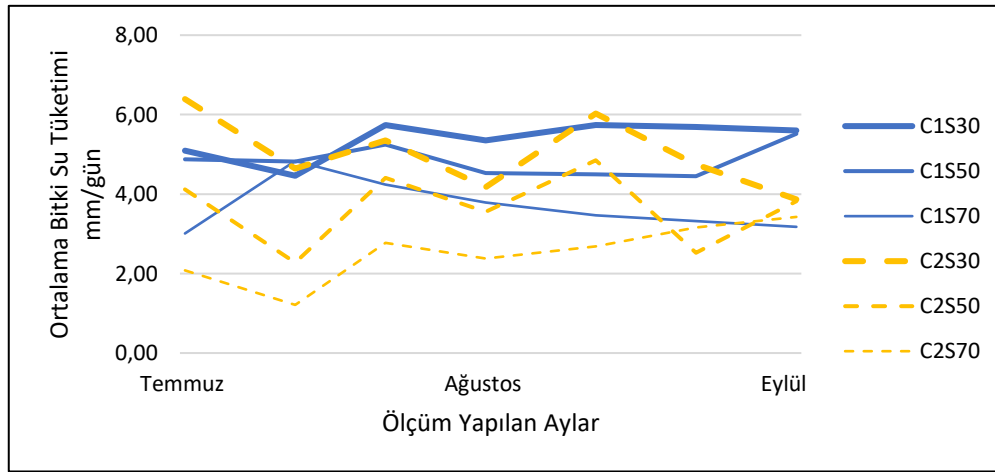
Table 3. Evaporation from class A pan (mm)

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

Bitkilerin ekim ve dikimleri 5-7 Mayıs 2017 tarihlerinde gerçekleştirilmesine karşın, gerek yağışlı iklim koşulları gerekse bitkinin toprak yüzeyini tamamen kaplaması için beklenmesi nedeniyle, sulama konularına 21 Temmuz 2017 tarihinde başlanabilmektedir. Çizelge 4'den ve Şekil 2,3,4,5,6 ve 7'den izleneceği gibi, serin iklim çimlerinin S_{0.30} konusuna deneme süresince 24 sulamada toplam 324,2 mm, S_{0.50} konusuna 12 sulamada toplam 267,1 mm, S_{0.70} konusuna 7 sulamada toplam 195,7 mm sulama suyu uygulanmıştır. Anılan değerler sıcak iklim çiminde (*Bermudagrass*) S_{0.30} konusunda 22 sulama ile toplam 298,6 mm, S_{0.50} konusunda 9 sulama ile toplam 203,6 mm, S_{0.70} konusunda 4 sulama ile toplam 117,1 mm olarak belirlenmiştir. Sonuçlardan görüldüğü gibi, sıcak iklim çimine uygulanan sulama suyu miktarları konulara göre, serin iklim çiminden %8-40 oranında daha düşüktür. Ayrıca, her iki çim çeşidinde de S_{0.30} konularına uygulanan sulama sayıları ve sulama suyu miktarları en yüksek, S_{0.70} konularına uygulananlar ise en düşük olmuştur. Sonuçta özet olarak; sıcak iklim çiminin (*Bermudagrass*), serin iklim çimlerine göre daha seyrek sulandığı ve daha az sulama suyu uygulandığı, bunun yanında; tüm çeşitlerde S_{0.30} konularında bitkinin su stresine girmemesinden dolayı daha çok su tükettiği belirlenmiştir.

Şekil 1 ve Çizelge 4'den izlenebileceği gibi, deneme konularının, yaklaşık 2,5 aylık yaz periyodunca olan toplam bitki su tüketimleri 382,7 mm ile 180,4 mm, günlük bitki su tüketimleri ise 5,38 mm gün⁻¹ ile 2,53 mm gün⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek günlük ve mevsimlik bitki su tüketimi, serin iklim çimlerinde; bitkinin su stresine sokulmadığı, sık aralıklarla hafif sulamaların yapıldığı C₁S_{0.30} konusunda, en düşük günlük ve mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ise sıcak iklim çiminin; bitkinin strese sokularak seyrek aralıklarla sulamaların yapıldığı C₂S_{0.70} konusunda gözlemlenmiştir. Çim çeşitleri ayrı değerlendirildiğinde, serin iklim çimlerinde 382,7 mm ile 260,2 mm olan mevsimlik bitki su tüketimi, sıcak iklim çiminde 357,9 mm ile 180,4 mm arasında; günlük bitki su tüketimleri ise serin iklim çimlerinde 5,38 mm gün⁻¹ ile 3,69 mm gün⁻¹, sıcak iklim çimlerinde 5,03 mm gün⁻¹ ile 2,53 mm gün⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerlere bakıldığında, sıcak iklim çiminin mevsimlik olarak serin iklim çimlerine göre %8-40 oranında daha düşük su tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.

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



Şekil 1. Deneme konularına göre, ortalama günlük bitki su tüketimlerinin sulama sezonu boyunca değişimleri

Figure 1. The changes of average daily actual evapotranspiration values in different treatments during the irrigation season

Çizelge 4. Deneme konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimleri

Table 4. The amount of irrigation water applied and measured actual evapotranspiration values for treatments

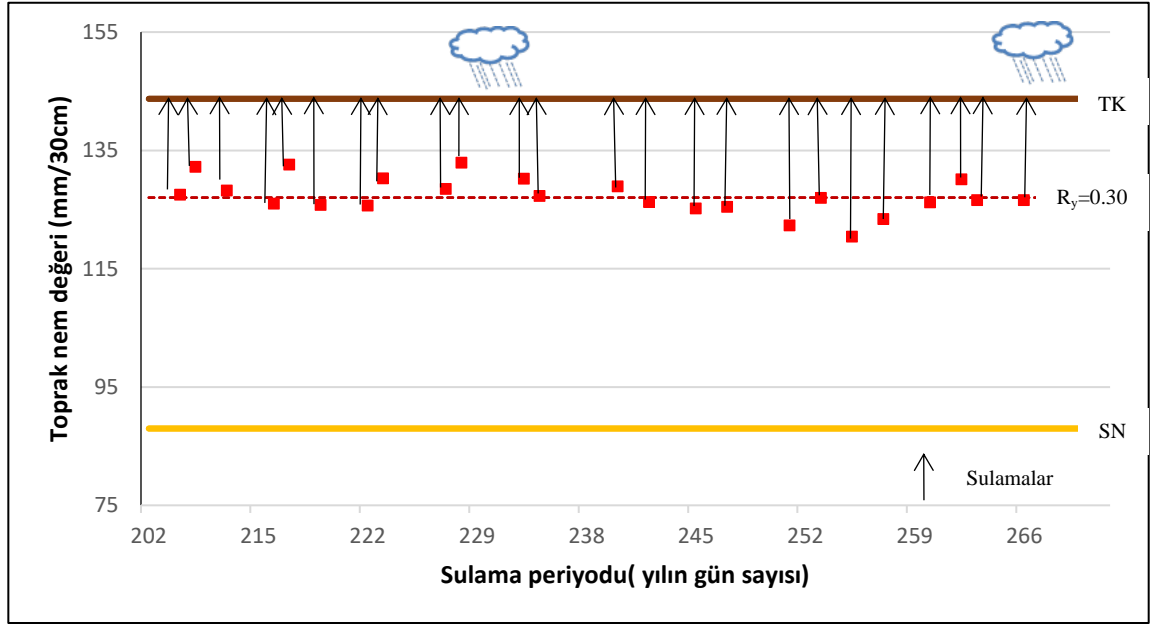
Konu	Tarih	Toprak Nemi (mm/60 cm)	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Toplam Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Bitki Su Tüketimi (mm/gün)
C ₁ S _{0.30}	21.7	281,1	21,6	32,6	56,0	5,09
	1.8	279,3	0,0	41,8	40,2	4,46
	10.8	280,9	0,0	55,4	57,4	5,74
	20.8	278,9	15,6	42,5	58,9	5,35
	31.8	278,1	3,0	53,8	57,4	5,74
	10.9	277,5	0,0	55,5	56,9	5,69
	20.9	276,1	13,1	42,7	56,0	5,60
	30.9	275,9				
	Toplam	5,2	53,3	324,2	382,7	5,38
	C ₁ S _{0.50}	21.7	281,1	21,6	20,7	53,7
1.8		269,7	0,0	41,0	43,4	4,82
10.8		267,3	0,0	42,9	52,4	5,24
20.8		257,8	15,6	44,9	49,8	4,53
31.8		268,5	3,0	46,2	45,0	4,50
10.9		272,7	0,0	47,4	44,5	4,45
20.9		275,6	13,1	24,1	55,2	5,52
30.9		257,6				
Toplam		23,5	53,3	267,1	343,9	4,85
C ₁ S _{0.70}		21.7	279,5	21,6	0,0	33,1
	1.8	268,0	0,0	24,8	43,5	4,83
	10.8	249,3	0,0	56,5	42,4	4,24
	20.8	263,4	15,6	22,0	41,6	3,78
	31.8	259,4	3,0	31,2	34,6	3,46
	10.9	259,0	0,0	30,2	33,2	3,32
	20.9	256,0	13,1	31,0	31,8	3,18
	30.9	268,3				
	Toplam	11,2	53,3	195,7	260,2	3,69

Çizelge 4. (Devam) Deneme konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimleri

Table 4. (Cont.) The amount of irrigation water applied and measured actual evapotranspiration values for treatments

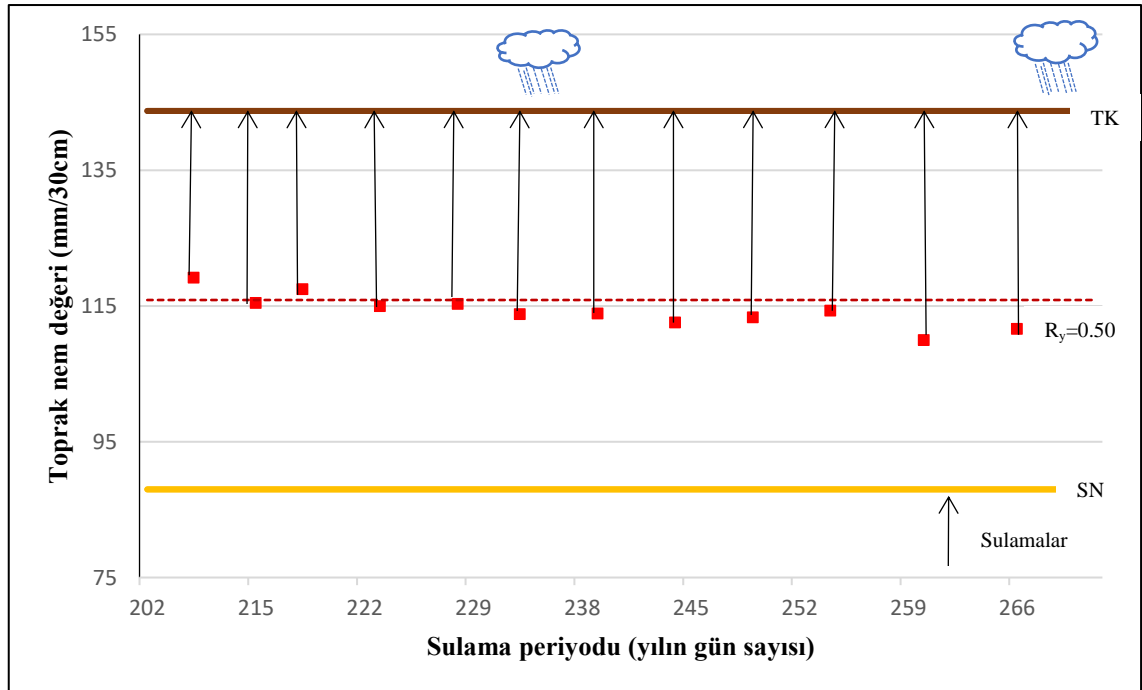
C ₂ S _{0.30}	21.7	281,0	21,6	46,8	70,3	6,39
	1.8	279,1	0,0	41,2	41,7	4,64
	10.8	278,6	0,0	53,3	53,5	5,35
	20.8	278,4	15,6	29,0	45,9	4,17
	31.8	277,1	3,0	56,7	60,3	6,03
	10.9	276,5	0,0	45,8	47,4	4,74
	20.9	274,9	13,1	25,7	38,7	3,87
	30.9	275,0				
	Toplam	18,6	53,3	298,6	357,9	5,03
	C ₂ S _{0.50}	21.7	279,9	21,6	22,9	45,3
1.8		279,1	0,0	19,6	20,5	2,28
10.8		278,2	0,0	43,2	44,1	4,41
20.8		277,3	15,6	23,3	39,1	3,56
31.8		277,1	3,0	45,0	48,5	4,85
10.9		276,6	0,0	24,7	25,2	2,52
20.9		276,1	13,1	24,9	38,2	3,82
30.9		275,9				
Toplam		4,0	53,3	203,6	260,9	3,65
C ₂ S _{0.70}		21.7	279,8	21,6	0,0	22,9
	1.8	278,5	0,0	0,0	10,9	1,21
	10.8	267,6	0,0	29,3	27,7	2,77
	20.8	269,2	15,6	0,0	26,2	2,38
	31.8	258,6	3,0	29,3	26,9	2,69
	10.9	264	0,0	29,3	31,6	3,16
	20.9	261,7	13,1	29,3	34,3	3,43
	30.9	269,8				

Toplam	10,0	53,3	117,1	180,4	2,53
---------------	-------------	-------------	--------------	--------------	-------------



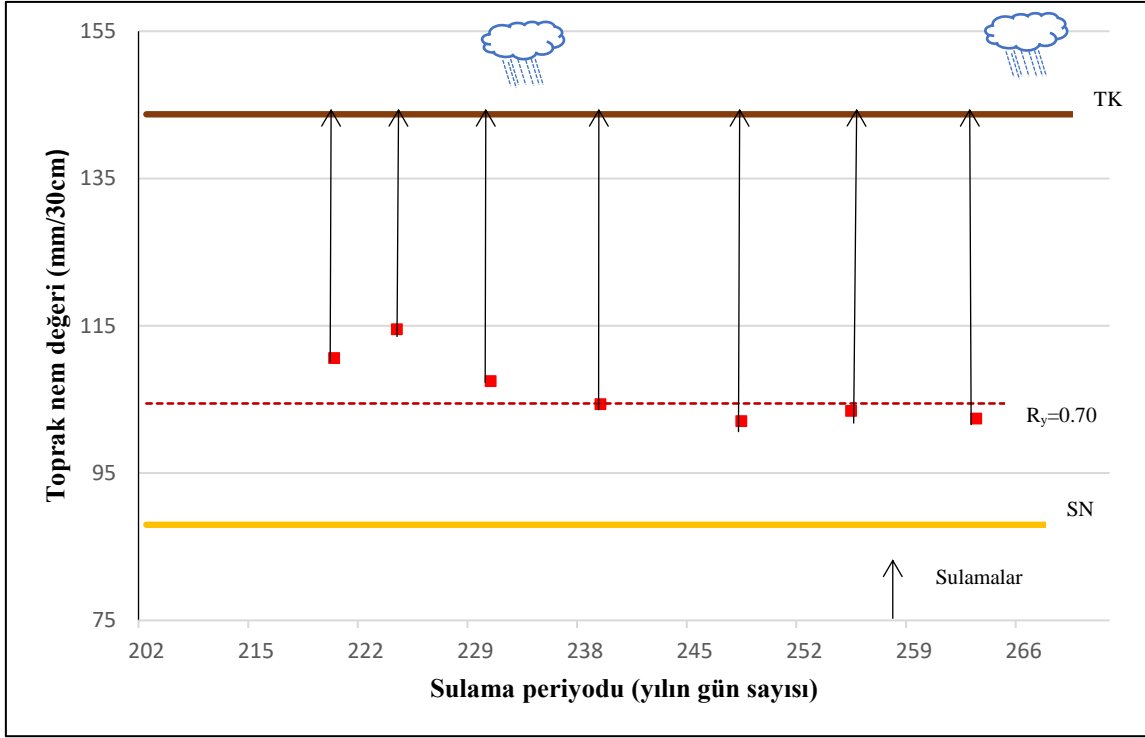
Şekil 2. $C_1S_{0.30}$ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar

Figure 2. Readily available soil moisture values just before irrigation and irrigation applications in $C_1S_{0.30}$ treatment



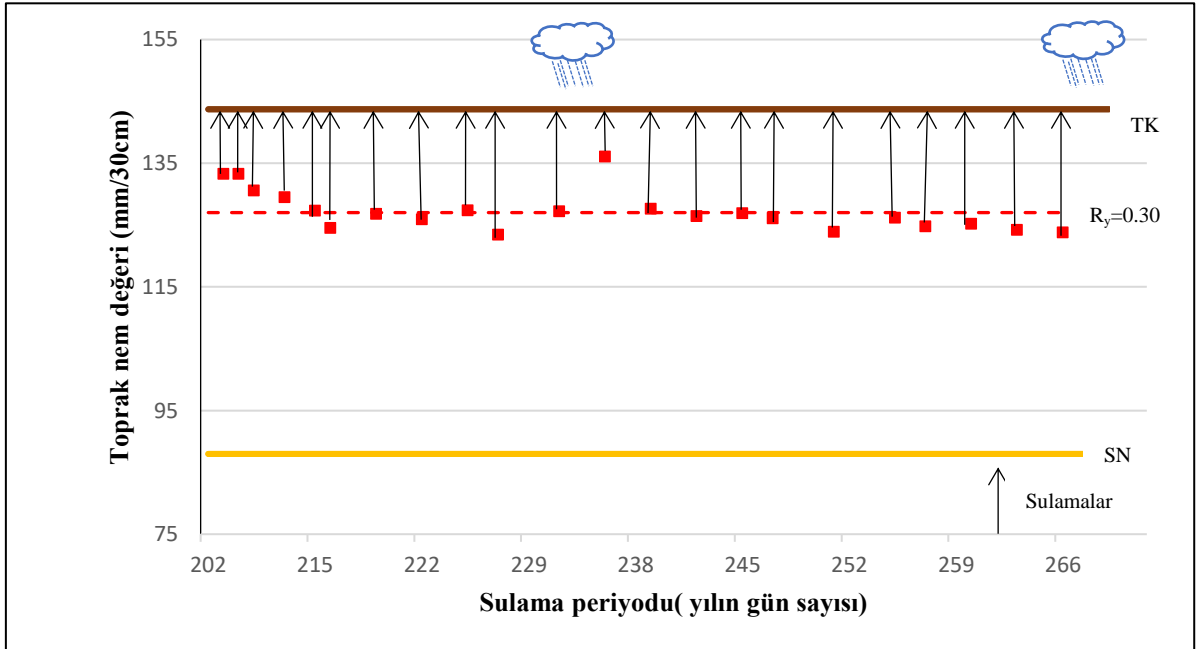
Şekil 3. $C_1S_{0.50}$ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar

Figure 3. Readily available soil moisture values just before irrigation and irrigation applications in $C_1S_{0.50}$ treatment



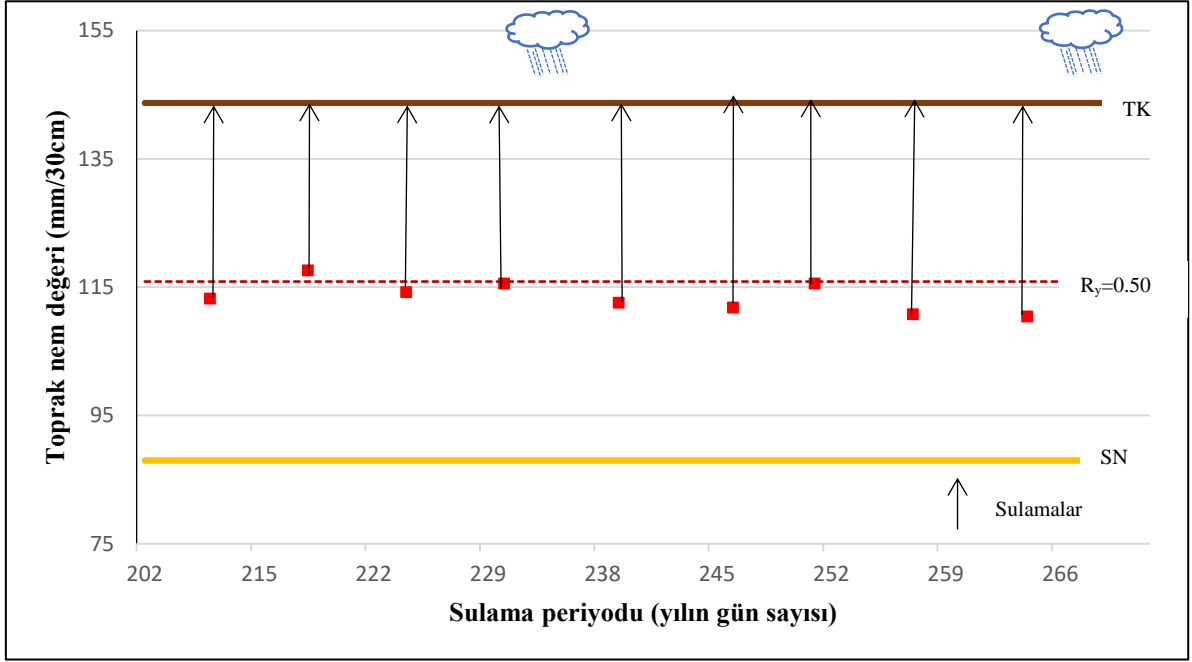
Şekil 4. C₁S_{0.70} konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar

Figure 4. Readily available soil moisture values just before irrigation and irrigation applications in C₁S_{0.70} treatment



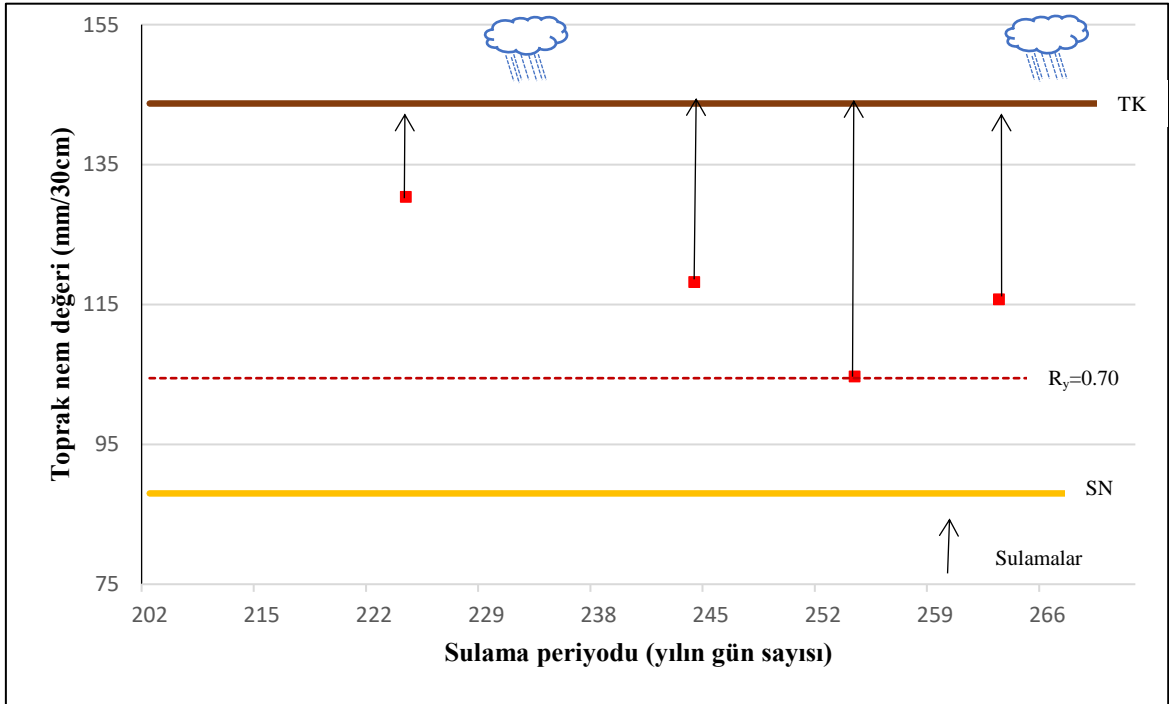
Şekil 5. C₂S_{0.30} konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar

Figure 5. Readily available soil moisture values just before irrigation and irrigation applications in C₂S_{0.30} treatment



Şekil 6. $C_2S_{0.50}$ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar

Figure 6. Readily available soil moisture values just before irrigation and irrigation applications in $C_2S_{0.50}$ treatment



Şekil 7. $C_2S_{0.70}$ konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar

Figure 7. Readily available soil moisture values just before irrigation and irrigation applications in $C_2S_{0.70}$ treatment

Çim çeşitlerinin fenolojik gözlemlerine ilişkin sonuçlar

Kaplama süresi

Serin iklim çim çeşitleri karışımının ekimi 7 Mayıs 2017 tarihinde gerçekleştirilmiş, çimlenme 14 Mayıs 2017 tarihinde ekim tarihinden 7 gün sonra başlamış ve %100 çimlenme 2 Haziran tarihinde, ekimden 26 gün sonra gerçekleşmiştir (Çizelge 5).

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

Çizelge 5. Çim çeşitlerinin çimlenme ve yüzey kaplama süreleri

Table 5. Duration of germination and surface coating of grass varieties

Çeşitler	Sulama Konuları	Ekim /Dikim Tarihleri	Çimlenme Başlangıcına olan gün sayısı	%50 Çimlenmeye olan gün sayısı	%100 Çimlenmeye olan gün sayısı	Toplam gün sayısı
C ₁ (Serin iklim çimi)	S _{0.30}	07.05.2017	7	7	12	26
	S _{0.50}	07.05.2017	7	7	12	26
	S _{0.70}	07.05.2017	7	7	12	26
C ₂ (Sıcak iklim çimi)	S _{0.30}	05.05.2017	-	41	10	51
	S _{0.50}	05.05.2017	-	41	10	51
	S _{0.70}	05.05.2017	-	41	10	51

Vejetasyon yüksekliği

Serin ve sıcak iklim çim çeşitlerinin vejetasyon yüksekliklerine ait değerler ile aralarındaki farklılığın İstatistiksel açıdan önemlilik düzeyini gösteren LSD testi sonucunda elde edilen gruplar Çizelge 6’te görülmektedir. Çizelge 6’dan da görüleceği gibi, gerek çim çeşitleri gerekse sulama konuları arasında vejetasyon yüksekliği açısından $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. C₁ konularında vejetasyon yükseklikleri 13,50 cm ile 12,67 cm arasında değişirken, C₂ konularında bu değerler 12,40 cm ile 12,00 cm arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında ise en yüksek değerler S_{0.30} konularında elde edilmiştir.

Sulamaya başlanacak nem düzeylerine bakıldığında C₁S_{0.30} konusu ilk grubu, C₂S_{0.50} ve C₂S_{0.70} konuları da son grubu oluşturmuştur (Çizelge 6). Bunun yanında, serin iklim çiminde vejetasyon yüksekliklerinin, sulama konularından sıcak iklim çimine göre daha fazla etkilendiği açıkça görülmektedir. Bu bulgu, sıcak iklim çiminin su stresinden daha az etkilendiği biçiminde yorumlanabilir. Beard (1973) yaptığı çalışmada, çim bitkisinde kuraklık stresinin, büyüme oranını, görsel kaliteyi (sürgün yoğunluğu, yaprak yapısı, çim rengi), bitki su tüketimini doğrudan etkilediğini ifade etmiştir.

Çizelge 6. Vejetasyon yükseklikleri(cm) ve önemlilik grupları

Table 6. Vegetation heights of grass (cm) and their statistical significance

Çim Çeşitleri	Sulama Konuları	1.Blok	2.Blok	3.Blok	Blok Ortalamaları
C ₁ (Serin iklim çimi)	S _{0.30}	13,50	13,47	13,50	13,49 a**
	S _{0.50}	13,00	13,17	13,37	13,18 b
	S _{0.70}	12,67	12,70	12,67	12,68 c

Çizelge 6.(Devam) Vejetasyon yükseklikleri(cm) ve önemlilik grupları

Table 6. (Cont.) Vegetation heights of grass (cm) and their statistical significance

	S ₀₋₃₀	12,33	12,40	12,33	12,35 d
C ₂ (Sıcak iklim çimi)	S ₀₋₅₀	12,00	12,07	12,00	12,02 e
	S ₀₋₇₀	12,17	12,13	12,17	12,16 e

** (P≤0.01)

Yüzey kaplama

Tam çimlenmenin tamamlanmasından hemen sonra sürme gücü ve kaplama hızları 1-9 ölçeğine göre (1: En kötü, 9: En iyi) değerlendirilerek, elde edilen sonuçlar ve LSD testi ile belirlenen gruplar Çizelge 7' de verilmiştir. Çizelge 7'den görüldüğü gibi, sıcak iklim çimi sulama konularından etkilenmeksizin birinci grubu oluşturmuş, serin iklim çimleri ise sulama konularından önemli düzeyde etkilenerek farklı gruplarda kalmıştır.

Bu bulgular ışığında, sıcak iklim çiminde sulamaya başlanacak nem düzeyinin yüzey kaplama kalitesini etkilemediği, serin iklim çiminde ise aksine önemli düzeyde etkilediği söylenebilir. Başka bir deyişle, yüzey kaplama açısından sıcak iklim çiminin serin iklim çimlerine göre çok daha avantajlı olduğu ve sulamaya başlanacak nem düzeylerinden bağımsız olarak istenen düzeyde bir yüzey örtüsü oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 7. Yüzey kaplama değerleri ve önemlilik grupları

Table 7. Surface coating of grass and their statistics significance

Çim Çeşitleri	Sulama Konuları	1.Blok	2.Blok	3.Blok	Blok Ortalamaları
C ₁ (Serin iklim çimi)	S _{0.30}	8,67	8,67	8,67	8,67 b**
	S _{0.50}	7,17	7,33	7,33	7,28 c
	S _{0.70}	7,17	7,00	7,00	7,06 d
C ₂ (Sıcak iklim çimi)	S _{0.30}	9,00	9,00	9,00	9,00 a
	S _{0.50}	9,00	9,00	9,00	9,00 a
	S _{0.70}	9,00	9,00	9,00	9,00 a

** (P≤0.01)

Renk

Her parselde biçim sonrası, biçimin yapılmadığı dönemlerde ise belirli aralıklarla çim renginin görsel olarak belirlenmesi amacıyla, 1-9 ölçeğine göre (1: Sarı, 9: koyu yeşil) gözlem yapılarak elde edilen sonuçlar ve LSD testi ile belirlenen gruplar Çizelge 8' de verilmiştir. Çizelge 8'den izleneceği gibi, serin iklim çimleri sıcak iklim çimlerine göre daha kaliteli bir yeşil oluşturmuş ve sulamaya başlanacak nem düzeylerinden önemli düzeyde etkilenmiştir. Anılan çim çeşidinde sulamaya başlanacak nem düzeyleri elde edilen yeşilin kalitesine direkt etkili olmuştur. Sıcak iklim çimi daha düşük kalitede bir yeşil oluşturmasına karşın sulama konularından serin iklim çimleri kadar etkilenmemiştir. Bu sonuçlar ışığında, serin iklim çimlerinde kaliteli bir yeşil için daha sık sulama gerekirken, sıcak iklim çiminde böyle bir zorunluluğun olmadığı söylenebilir.

Çizelge 8. Renk değerleri ve önemlilik grupları

Table 8. Color of grass and their statistics significance

Çim Çeşitleri	Sulama Konuları	1.Blok	2.Blok	3.Blok	Blok Ortalamaları
C ₁ (Serin iklim çimi)	S _{0.30}	9,00	9,00	9,00	9,00 a**
	S _{0.50}	8,17	8,00	8,00	8,05 b
	S _{0.70}	7,17	7,17	7,33	7,22 c
C ₂ (Sıcak iklim çimi)	S _{0.30}	6,50	6,33	6,50	6,44 d
	S _{0.50}	6,33	6,17	6,17	6,23 e
	S _{0.70}	6,17	6,17	6,17	6,17 e

** (P≤0.01)

Kalite

Her parselde biçim öncesi, kalite değerlerinin görsel olarak belirlenmesi amacıyla çimin tekdüzeliği, sıklığı ve yabancı otlardan temizliği dikkate alınarak, 1-9 ölçeğine göre (1: En kötü, 9: En iyi) kalite değerleri saptanmış ve LSD testi ile belirlenen gruplar Çizelge 9’ da verilmiştir.

Çizelge 9’ dan da izleneceği gibi, gerek çim çeşitleri arasında gerekse sulama konuları arasında kalite açısından istatistiksel olarak farklılıklar gözlemlenmektedir. C₁ konularında kalite 9,00 ile 8,00 değerleri arasında değişirken, C₂ konularında bu değerler 8,67 ile 8,17 arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında ise serin iklim çeşitlerinde sulamaya başlanacak nem düzeyleri değiştiğinde kalite değerleri geniş aralıklarda değişmesine karşın, sıcak iklim çiminde bu değişim daha dar aralıklarda gerçekleşmiştir. C₁S_{0.30} konusu birinci grubu oluştururken C₁S_{0.70} sonuncu grupta kalmıştır. Başka bir deyişle, serin iklim çimi sulamaya başlanacak nem düzeyinden ciddi düzeyde olumsuz etkilenmiş, sıcak iklim çiminde ise kalite değerleri serin iklim çimlerinde olduğu kadar etkilenmemiştir.

Çizelge 9. Kalite değerleri ve önemlilik grupları

Table 9. Quality of grass and their statistics significance

Çim Çeşitleri	Sulama Konuları	1.Blok	2.Blok	3.Blok	Blok Ortalamaları
C ₁ (Serin iklim çimi)	S _{0.30}	9,00	9,00	8,83	8,94a**
	S _{0.50}	8,67	8,67	8,67	8,67b
	S _{0.70}	8,00	8,00	8,17	8,06d
C ₂ (Sıcak iklim çimi)	S _{0.30}	8,33	8,33	8,17	8,28c
	S _{0.50}	8,67	8,67	8,50	8,61b
	S _{0.70}	8,33	8,33	8,17	8,28c

** (P≤0.01)

Uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliği ve bitki katsayısı eğrileri

Araştırmada, iki farklı çim çeşidi için her bir sulama konusundan elde edilen günlük ve mevsimlik bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4’de verilmiştir. Aynı zamanda on günlük periyotlar için deneme alanında yer alan otomatik meteoroloji istasyonundan alınan iklim elemanlarından yararlanılarak, Jensen-Haise yöntemi (J-H), Penman yönteminin FAO modifikasyonu (P-FAO), Penman-Monteith yöntemi (P-M), A sınıfı kap buharlaşması yönteminin FAO modifikasyonu (A-FAO) ve Blaney-Cridle yöntemi (B-C) ile referans bitki su tüketimi değerleri

hesaplanmıştır. Çizelge 10'da iki çim çeşidi için her bir sulama konusundan elde edilen günlük bitki su tüketimi değerlerinin ortalaması alınarak belirlenen günlük bitki su tüketimi değerleri (ET_c) ve farklı yöntemlerle hesaplanan referans bitki su tüketimi (ET_o) değerleri özetlenmiştir.

Çizelge 10. Ölçülen bitki su tüketimi ve bazı yöntemlerle hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri

Table 10. Actual and reference evapotranspiration values for treatments

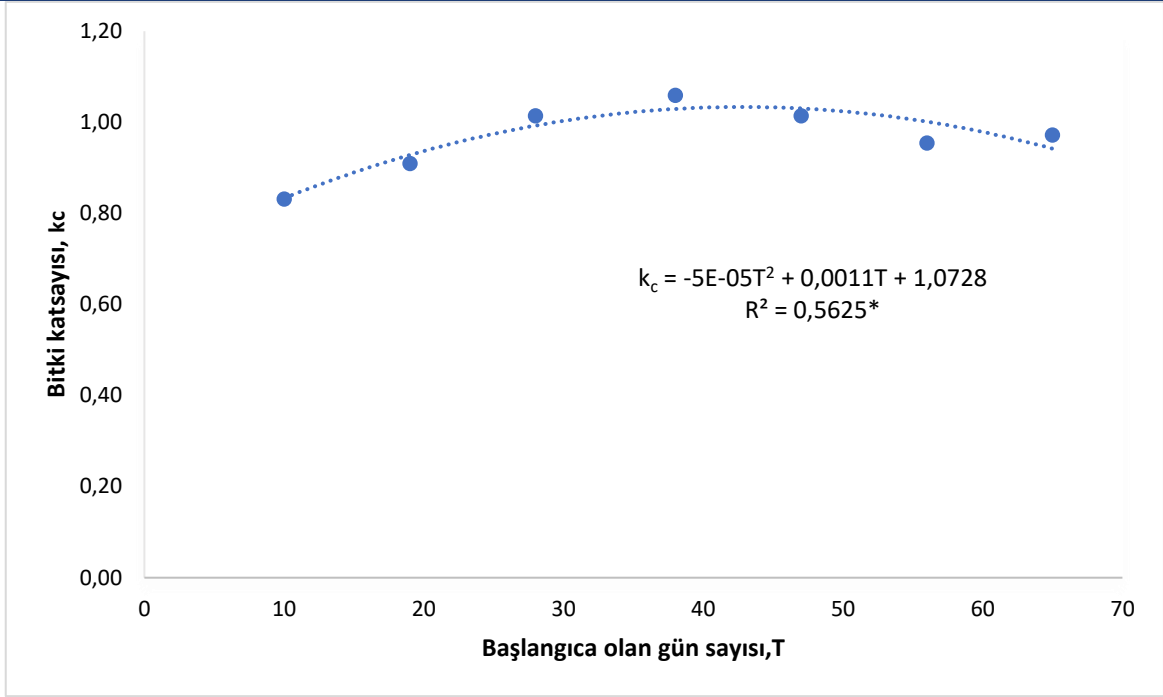
Çim Çeşitleri	Periyot	Ölçülen Bitki Su Tüketimleri (ET_c) (mm/gün)	Farklı Yöntemlerle hesaplanan referans bitki su tüketimi (ET_o) değerleri (mm/gün)				
			J-H	P-FAO	P-M	A-FAO	B-C
C ₁ (Serin iklim çimi)	21.7-31.7	4,33	3,77	5,48	5,05	6,44	5,20
	1.8-10.8	4,70	4,20	6,11	5,88	7,60	5,17
	11.8-20.8	5,07	3,61	6,16	5,52	5,20	5,00
	21.8-31.8	4,55	2,76	5,08	4,46	5,96	4,30
	1.9-10.9	4,57	3,06	4,24	4,81	5,60	4,50
	11.9-20.9	4,49	2,98	4,91	5,34	5,71	4,70
	21.9-30.9	4,76	1,19	4,18	2,98	4,48	4,90
C ₂ (Sıcak iklim çimi)	21.7-31.7	4,20	3,77	5,48	5,05	5,63	5,20
	1.8-10.8	2,71	4,20	6,11	5,88	6,65	5,17
	11.8-20.8	4,18	3,61	6,16	5,52	4,55	5,00
	21.8-31.8	3,37	2,76	5,08	4,46	5,21	4,30
	1.9-10.9	4,52	3,06	4,24	4,81	4,90	4,50
	11.9-20.9	3,47	2,98	4,91	5,34	5,00	4,70
	21.9-30.9	3,71	1,19	4,18	2,98	3,92	4,90

En düşük kareler toplamı, 100'e en yakın mevsimlik bitki su tüketimi karşılama yüzdesi ve 1'e en yakın mevsimlik ortalama bitki katsayısı (k_c) değerleri birlikte dikkate alındığında, Çizelge 11 ve Çizelge 12'den görüleceği gibi, her iki çim çeşidinde de Blaney-Cridle yönteminin daha sağlıklı sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu yöntem için hazırlanan bitki katsayısı eğrileri Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir. Allen vd. (1998), Blaney-Cridle yönteminin kıyas bitki su tüketimini hesaplamada hassas olmadığını, rüzgar hızının düşük ve hava neminin kısmen yüksek olduğu dönemler için kıyas bitki su tüketimini yüksek hesaplayabildiğini belirtmişlerdir. Belirtilenin aksine, deneme koşullarında rüzgar hızının yüksek olması Blaney-Cridle yönteminin sağlıklı sonuçlar üretmesine neden olduğu söylenebilir.

Çizelge 11. Ölçülen bitki su tüketimi ile referans bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler

Table 11. Some indicators of relation between actual and reference evapotranspiration

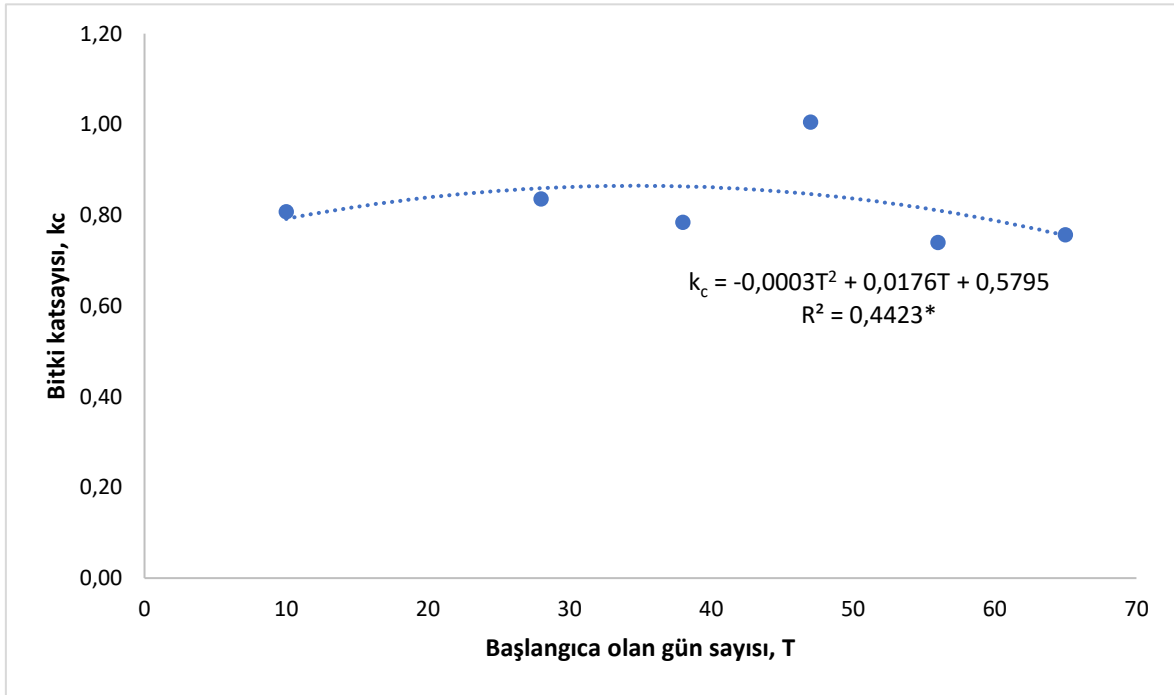
Çim Çeşitleri	Tahmin Yöntemi	Farkların kareler toplamı	Mevsimlik Bitki Su Tüketimini Karşılama yüzdesi (%ET)	Korelasyon Katsayısı
C ₁ (Serin iklim çimi)	J-H	3,32	66	0,855
	P-FAO	0,77	112	0,653
	P-M	0,87	105	0,653
	A-FAO	2,94	128	0,870
	B-C	0,16	104	0,750
C ₂ (Sıcak iklim çimi)	J-H	1,69	83	0,858
	P-FAO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



*: p<0.05 düzeyinde önemli

Şekil 8. Serin iklim çimleri için bitki katsayısı (kc) eğrisi

Figure 8. The crop coefficient (kc) curve for cool season turf grass



*: p<0.05 düzeyinde önemli

Şekil 9. Sıcak iklim çimi için bitki katsayısı (kc) eğrisi

Figure 9. The crop coefficient (kc) curve for warm season turf grass

Çizelge 12. Bitki su tüketimi tahmin eşitlikleri için elde edilen k_c bitki katsayıları ve en yüksek korelasyon katsayısına sahip bitki katsayısı eşitlikleri

Table 12. Crop coefficient (k_c) values which are determined for different reference evapotranspiration methods and their correlation coefficients

Konu	Başlangıca olan gün sayısı, T	Bitki katsayısı, k_c				
		J-H	P-FAO	P-M	A-FAO	B-C
C ₁ (Serin iklim çimi)	11	1,15	0,79	0,86	0,67	0,83
	21	1,12	0,77	0,80	0,62	0,91
	31	1,41	0,82	0,92	0,98	1,01
	42	1,65	0,90	1,02	0,76	1,06
	52	1,49	1,08	0,95	0,82	1,01
	62	1,51	0,91	0,84	0,79	0,95
	72	4,00	1,14	1,60	1,06	0,97
	Mevsimlik ortalamalar	1,76	0,92	1,00	0,81	0,97
	Korelasyon katsayısı, r	0,730	0,7568	0,426	0,429	0,562
C ₂ (Sıcak iklim çimi)	11	1,35	0,93	1,00	0,90	0,98
	21	0,95	0,65	0,68	0,58	0,77
	31	1,07	0,63	0,70	0,85	0,77
	42	1,21	0,66	0,75	0,64	0,78
	52	1,43	1,03	0,91	0,89	0,97
	62	1,30	0,79	0,73	0,78	0,83
	72	2,85	0,81	1,14	0,87	0,69
	Mevsimlik ortalamalar	1,45	0,79	0,84	0,79	0,83
	Eşitlik	$k_c = 0,0012T^2 - 0,0608T + 1,6115$	$k_c = 5E-05T^2 + 0,0009T + 0,6152$	$k_c = 0,0003T^2 - 0,0171T + 0,885$	$k_c = 5E-05T^2 + 0,001T + 0,6285$	$k_c = -0,0003T^2 + 0,0176T + 0,5795$
	Korelasyon katsayısı, r	0,736	0,267	0,491	0,223	0,442

Sonuç

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

Deneme koşullarında toprak altı damla sulama yöntemi ile sulanan serin ve sıcak iklim çim çeşitlerinin sulamaya başlanacak nem düzeylerine karşı gösterdikleri tepkiler istatistiksel açıdan önemlilik arz etmiştir. Serin iklim çimlerinde tüm kalite unsurları beraber değerlendirildiğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiğinde sulamaya başlanan deneme konusu en üst grubu oluşturmasına karşın, en yüksek su tüketimi ve en sık biçim aralığına sahip olmuştur. Rekreasyon alanlarında yüksek su tüketimi ve biçim sıklığı işletme giderlerini ciddi düzeyde arttırdığından, yöre koşullarında yeterli görsel kaliteyi oluşturmasının yanında, daha az su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı gösteren ve daha geniş aralıklarla biçilebilen $S_{0.50}$ konusu önerilebilir. Bunun yanında, deneme süresince $S_{0.70}$ konusunda görsel tatminin eldesi noktasında hiçbir yetersizlik belirlenmemiştir. Buradan hareketle, toprak altı damla sulama yöntemiyle sulanan serin iklim çimlerinde KSTK'nın %70'i tüketildiğinde de sulamaya başlanabileceği söylenebilir.

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

İki farklı çim çeşidinin önerilen konuları kıyaslandığında, serin iklim çimlerinin $S_{0.50}$ konusunda toplam 12 adet sulama ile 267,1 mm sulama suyu uygulanmış ve 343,9 mm bitki su tüketimi ölçölmüştür. Sıcak iklim çim bitkisinin $S_{0.70}$ konusunda ise bu değerler sırasıyla 4 adet, 117,1 mm ve 180,4 mm' dir. Sonuç olarak, sıcak iklim çimi serin iklim çimlerine göre %43 daha az sulama suyu uygulanmış ve bitki su tüketimi %52 daha az olmuştur. Kabaca; sıcak iklim çiminin, serin iklim çimine göre ihtiyaç duyduğu sulama suyu ve tükettiği su miktarının yarı yarıya düşük olduğu söylenebilir. Bunun yanında, biçim aralığı da serin iklim çimlerine göre çok daha yüksektir. Ne var ki, sıcak iklim çimleri ortam sıcaklığının 15-18 °C ve altına düşmesi koşulunda sararması nedeniyle tüm yıl boyunca yeşil görüntüsünü koruyamamaktadır.

Bu nedenle, yöre koşullarında 12 ay yeşilin hedeflendiği yeşil alan işletmeciliğinde, serin iklim çimlerinin kullanılması ve sulamalara 30 cm etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'si tüketildiğinde başlanması; yeşil görüntünün sadece yaz aylarında istendiği yazlık siteler ve benzeri yaşam alanlarında ise sıcak iklim çimlerinin kullanılması ve sulamalara 30 cm etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %70'i tüketildiğinde başlanması önerilebilir.

Kaynakça/References

- Akpınar A, Cankurt M (2015). Türkiye’de Kişi Başına Düşen Yeşil alan Miktarı ile Ölüm Oranı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(2): 101-107.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998). Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage, No:56, 280pp Rome.
- Avcıoğlu R (1997). Çim Tekniği -Yeşil Alanların Ekimi Dikimi ve Bakımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü. Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova-İzmir.
- Beard JB (1973). Turfgrass: Science and Culture. Prentice-Hall, 658pp, USA.
- Doorenbos J, Pruitt W (1977). Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage, No:24, Food and Agriculture organization of the United Nations, 144pp, Rome.
- Düzgüneş O (1963). İstatistik Prensipleri ve Metotları. Ege Üniversitesi Matbaası, 375s, İzmir.
- Evelt S, Howell AT, Steiner JL, Cresap LL (1993). Management of Irrigation and Drainage, Div/ASCE, Utah.
- Güngör Y, Yıldırım O (1989). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları 1155, 371s, Ankara.
- Jensen M (1973). Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requirements. ASCE, Irrig. Drain. Div. 215pp, New York.
- Orta AH (1994). Farklı Sulama Yöntemlerinin Biber (*Capsicum annum L.*) Verimine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara.
- Orta AH (2017). Rekreasyon Alanlarında Sulama Kitabı. ISBN:978-605-320-764-1: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Yıldırım O, (2005). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1542. 348s. Ankara.
- Yurtsever N (1984) Deneyel İstatistik Metodlar. TOKB. Köy Hiz. Genel Müd. Toprak ve Gübre Araştırma Enst. Müd. Yay. (Gn. Yayın No: 121; Tek. Yayın No: 56), Ankara.