AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
(JOURNAL OF FACULTY OF AGRICULTURE, AKDENİZ UNIVERSITY)
Cilt (Volume): 12 Yıl (Year): 1999 ISSN 1301-2215

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına Sahibi
Dekan
Prof. Dr. Aziz ÖZMERZİ

Yayın Komisyonu
(Editorial Board)

Prof. Dr. Nihat ÖZEN
Prof. Dr. İbrahim UZUN
Doç. Dr. Osman KARAGÜZEL
Yard. Doç. Dr. Naci ONUS

Bu Sayının Yayın Danışmanları
(Advisory Board)

Prof. Dr. İbrahim AK
Prof. Dr. Numan AKMAN
Prof. Dr. Murat ALTIN
Prof. Dr. Şükriye BİLGİNER
Prof. Dr. Mehmet BÜLBÜL
Prof. Dr. Fuat ERGENOĞLU
Prof. Dr. Onur ERKAN
Prof. Dr. Nevin ERYÜCE
Prof. Dr. İ. Hakkı İNAN
Prof. Dr. Mustafa KAPLAN
Prof. Dr. Mustafa KAPLANKIRAN
Prof. Dr. Mehmet KARA
Prof. Dr. Kadir MENDİLCİOĞLU
Prof. Dr. Ahmet ÖZÇELİK
Prof. Dr. Metin ŞENGONCA
Prof. Dr. Alaettin TAYSUN
Prof. Dr. Güngör UZUN
Prof. Dr. İbrahim UZUN
Prof. Dr. Ö. Faruk YALÇIN

Antalya-1999

Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Derg., 12, 169-182, 1999

ÇİM ALANLARIN SU GEREKSİNİMİ VE SULANMASI

Ruhi BAŞTUĞ
Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Antalya

Özet

Çim alanlarının çoğunda, yağış ve toprakta depolanan sudan sağlanan suyun, zaman ve miktar olarak bitki su gereksinimi ile uyuşması çok enderdir. Su, miktar ve maliyet bakımından sınırlı olursa, çim sulaması için suyun etkin kullanılması gerekir. Bu ise yeterli suyu eş düze biçimde dağıtan ve gerçekçi bir minimum su kullanımı sağlayan yönetim girdilerinin uygulanabildiği sulama sistemleri gerektirir.

Çimler, toprak yüzeyinin tümünü örtme ve günlük olarak kullanılma özellikleriyle diğer bitkilerden farklılık gösterirler. Bu özellikler, diğer bitkilerde yaygın olarak kullanılan salma ve karık gibi sulama yöntemlerinin seçenek dışı kalmasına neden olur.

Sulanan çim alanlarda, çoğu zaman tarla ve bahçe bitkilerinde görülmeyen birçok sorunla karşılaşılır. Çimler çok yıllık olduklarından, çim şeritlerinin üretimi dışında sabit yağmurlama sulama sistemleri tercih edilir. Bu; eğimi, o yerdeki farklı toprak tiplerini, farklı çimleri, hem dağılım desenine engel olan hem de su için rekabet eden ağaç ve çalıların varlığını göz önünde tutan, dikkatli bir tasarım gerektirir.

Bu makalede farklı çim tür ve çeşitlerinin su kullanımları, kültürel uygulamaların su kullanımına etkisi, çim alanlarda sulama randımanını sınırlayan toprak sorunları ve giderilmesi, çim sulaması ekipmanları ve teknolojisindeki ilerlemeler gibi sulamanın çim alanlara özgü esasları üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Çim, Su Tüketimi, Sulama-Performans İlişkisi, Su Tasarrufu.

Turfgrass Water Use and Irrigation

Abstract

On many turfgrasses, water available from rainfall and soil storage is raerly synchronized with plant needs as time or quantity. If water supplies are limited in amount and costly, water for turfgrass irrigation must be used efficiently. This requires irrigation system capable of uniform delivery to the turf in appropriate amounts and the ability to apply which management inputs relate to a realistic minimum water use.

Turfgrasses differ from other crops in that they constitue full ground cover and are used daily. These eliminate irrigation methods common on other crops, such as flood and furrow methods.

Irrigated turfgrass sites often present a number of problems not encountered for irrigation of agronomic or horticultural crops. Since turfgrasses are perennials, except for the case of sod production, permanent sprinkler irrigation systems are preferred. This requires careful design to account for slopes, different soil types on a site, different turfgrasses, and the presence of trees and shrubs that may compete for water, as well as interfere with distribution pattern.

In this artickle, those aspects of irrigation that are unique to turfgrasses are emphasized: water use rates of different turfgrass species and cultivars, soil problems on turf sites that limit irrigation efficiency and correction of these problems, and a review of advances in turfgrass irrigation equipment technology.

Key Words: Turfgrass, Evapotranspiration, Irrigation-Performance Relations, Water Conservation.

1. Giriş

Çim alanlarda sulama esas olarak toprakta yeterli düzeyde nemi sağlamak üzere yapılır. Çim alanlar ayrıca, gübre ve pestisid uygulamalarının etkili olabilmesi, çimlenmeyi sağlamak için yeterli yüzey neminin sürdürülmesi ve sıcak günlerde

çimlerin doku sıcaklıklarının düşürülmesi amaçlarıyla da sulanırlar (Turgeon, 1980).

Çim alanlarda sulamanın önceliği, kurak iklimlerde çimin canlılığını sürdürebilmesi için zorunlu olan düzeyden, nemli iklimlerde istenilen yeşil rengin sürdürülmesi için gereken düzeye kadar değişebilir (Kneebone ve ark., 1992). 1000-1500 mm yıllık yağışa sahip olan iklimlerde bile, yağışın mevsimlik dağılımının uygun olmaması durumunda, uygun bir gelişim ve renk için belirli düzeyde sulama yapmak gerekir (Carrow ve ark., 1990).

Sulama suyunun yeterli ölçüde uygulanması, çim alanların özel koşullarının gereksinimlerini karşılamaya yetecek oranda eş düze bir uygulama gerektirir. Sulama sisteminin iyi tasarlanması ve işletilmesinin ötesinde, bu süreç için zorunlu olan başka parametreler de vardır. Bunlar; toprağın infiltrasyon hızı, evapotranspirasyon (ET) potansiyeli, ET tarafından belirlenen çimin su gereksinimi ve çimin seçilen performans düzeyini içerir (Kneebone ve ark., 1992).

Sulanan çim alanlarda çoğu zaman tarla ve bahçe bitkilerinde karşılaşılmayan birçok sorun söz konusudur. Çimler toprak yüzeyinin tümünü örtmesi ve günlük kullanım özellikleriyle diğer bitkilerden farklılık gösterirler. Bu, salma ve karık yöntemleri gibi diğer bitkilerde yaygın olarak kullanılan sulama yöntemlerinin seçenek dışı kalmasına neden olur. Çimler çok yıllık bitkiler olduklarından çim şeritlerinin üretimi dışında, sabit yağmurlama sulama sistemleri tercih edilir. Bu; söz konusu alandaki eğimi, farklı toprak ve çim tiplerini, dağılım desenine engel olmanın yanı sıra su için de rekabet eden ağaç ve çalıların varlığını göz önünde tutan dikkatli bir tasarım gerektirir. Çim alanlarda olağan dışı peyzaj şekilleri nedeniyle, döner başlıklara ek olarak sprey başlıklar da kullanılabilir. Su gereksiniminde değişikliğe yol açan arazi çeşitliliği ve farklı debilere sahip değişik başlık tiplerinin kullanımı, çim sulama sistemlerinin özenle belirlenmiş çok sayıda başlık bölgelerine (uydulara) ayrılmasını ve karmaşık kontrol sistemlerini gerektirir (Carrow ve ark., 1990).

Toprak altına gömülü sistemlerle çim alanlarının sulanması görece olarak yenidir. Çim sulama endüstrisi, 1950'lerde önce çabuk bağlayıcı sistemler ve nihayet otomatik, hidrolik ya da elektriksel sistemlerin yayılımı ile başlamıştır. Gelişme en çok golf alanlarında olmuştur. Ancak 1960'lardan sonra rekreasyonel alanlar, evlerin çim alanları, iş yerleri ve park alanları sulanmaya başlamıştır (Carrow ve ark., 1990).

2. Çimin Su Gereksinimi ve Su Kullanım Özellikleri

Bitki su gereksinimi belirli bir verimi sağlayabilmek için gerek duyulan yağış ve sulama suyu olarak tanımlanabilir. Ancak çim alanlarda su gereksinimi, verimden çok kalite ve performans standartlarını karşılamak için gerekli olan suyu ifade eder (Kneebone ve ark., 1992). Çimin kullandığı su miktarı, transpirasyonla (terlemeyle) su kaybını ve toprak, bitki yüzeylerinden evaporasyonu (buharlaşmayı) içeren, bitkinin gelişmesi için gerekli toplam su miktarı olup evapotranspirasyon (ET) olarak belirtilir. Çimin kullandığı su miktarı üzerinde toprak suyunun alınabilirliği, su isteminin düzeyi,

atmosferik koşullar ve kültürel yönetim uygulamaları etkili olur.

ET'nin zorlayıcı kuvveti solar radyasyondur. Solar radyasyonun miktarı ve etkinliği ise iklim, mevsim, enlem ve yüksekliğin bir fonksiyonudur. Solar radyasyonun en yoğun olduğu yaz ayları boyunca ET maksimum düzeyde seyreder (Turgeon, 1980).

Bitkilerin su kullanımı ve onun hesaplanmasına ilişkin literatür geniştir (Doorenbos ve Pruitt, 1975; Teare, 1984). ET'nin ölçümü için A sınıfı buharlaşma kabından olan su kaybının belirlenmesi uygun bir yaklaşımdır. Anılan kap, yerden 15 cm yükseğe oturtulmuş 122 cm çaplı ve 25 cm derinliğe sahip bir kaptır (Doorenbos ve Pruitt, 1975). Kabın konulduğu yerdeki koşullar bitkilerinkine yakınsa, kaptan olan kayıp ile bitki su tüketimi arasındaki korelasyon 1'e yaklaşır.

Doorenbos ve Pruitt (1975), Blaney-Criddle, Penman, Net Radyasyon ve A Sınıfı Buharlaşma Kabı olmak üzere dört yöntemi kullanarak çim benzeri bir kıyas bitkiden su kaybını (ETo) hesaplamak üzere bir rehber hazırlamışlardır. Anılan yöntemlerle elde edilen kıyas bitki su tüketimleri, bir bitki katsayısı (Kc) aracılığı ile özel bir bitkiden olabilecek gerçek potansiyel ET'nin hesabında kullanılır (ET = Kc . ETo).

Kneebone ve Pepper (1982), çim için Kc kap değerlerinin %50-90 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Öte yandan günümüzde çim sulama endüstrisi kıyas ET'yi yerinde hesaplamak için meteoroloji istasyonları pazarlamakta, Penman formülünün çeşitli biçimleri kullanılarak sulama programlaması otomatik biçimde yapılabilmektedir. Toprak ve çimin tipi, toprağın sıkışma durumu, çim alandaki diğer bitkiler ve gölge durumu için uyarlamalar yapılarak her bir istasyonda uygun toprak nemini sürdürecek sulama süresi belirlenebilir.

Farklı çim çeşitleri ve kültürel yönetim faktörlerinden değişik Kc değerleri beklenebileceğinden yerel olarak geliştirilmiş, araştırmaya dayalı bitki katsayıları su tasarrufuna yol açacaktır (Kneebone ve ark., 1992).

Kısıntılı sulama, kıyas bitki su tüketimi belirleme yöntemleriyle elde edilecek düzeyin belirli bir yüzdesini ifade eden bir kavramdır. Maksimum (baz) ET düzeyi, küçük tartılı lizimetreler kullanılarak belirlenebilir (Feldhake ve ark., 1984; Fry ve Butler, 1989). Kısıntılı sulama uygulamaları çoğu zaman, hem eksik sulama düzeylerini hem de sulama aralığı değişkenlerini kapsar.

Kneebone ve ark. (1992), çimin tipik su kullanımının 2.5-7.5 mm/gün arasında değiştiğini, maksimum 12 mm/gün olduğunu bildirmişlerdir.

Kneebone ve Pepper (1984), Bermuda çiminin (Cynodon spp.) aşırı sulanması (364 mm/hafta) durumunda yıl boyunca 8 mm/gün su kullandığını saptamışlardır.

Çimin su gereksinimine ilişkin değerlerin geniş bir aralıkta değişmesi nedeniyle mm/gün veya mm/hafta terimleriyle öneride bulunmak güçtür. İklimsel ve yerel farklılıkların genelleştirilmesiyle, çimin tipik su gereksiniminin A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın sıcak iklim çimlerinde %55-65'i, serin iklim çimlerinde %65-80'i olmak üzere %55-80'i kadar olduğu bulunur (Kneebone ve ark., 1992).

Çim alan yöneticileri arasında su tasarrufuna ilgi büyüktür. ET düzeyi azaltılmış çim tür ve çeşitleri, çim alanlarda su muhafazası açısından önemli bir rol oynar (Carrow ve ark., 1980). Çimleri ET açısından serin ve sıcak iklim türleri biçiminde sınıflandırma eğilimi

yaygındır (Biran ve ark., 1981; Kneebone ve Pepper, 1982).

Kneebone ve Pepper (1982), Bermuda çiminin iki farklı çeşidinde su kullanımının farklı olmadığını bulmuşlardır. Biran ve ark., 1981; Kneebone ve Pepper, 1982; Aronson ve ark., 1987; Kim ve Beard, 1988 ise ET miktarında türler arası farklar bildirmişlerdir. Örneğin, Biran ve ark. (1981), Bermuda çiminin yengeç otundan (Stenophrum secundatum) önemli düzeyde fazla su kullandığını saptamışlardır. ET düzeylerine göre çimleri Çizelge 1' deki gibi sınıflandırmak olasıdır.

Çizelge 1. Çimlerin Evapotranspirasyon Düzeylerine Göre Sınıflandırılması (Carrow ve ark., 1990).

Oransal değerlendirme	Evapotranspirasyon düzeyi	
	mm/gün	mm/hafta
Çok düşük	< 4.0	< 25
Düşük	4.0-4.9	26-34
Orta düşük	5.0-5.9	35-41
Orta	6.0-6.9	42-48
Orta yüksek	7.0-7.9	49-55
Yüksek	8.0-8.9	56-62
Çok yüksek	> 9.0	> 63

Serin iklim türlerinin, sıcak iklim türlerinden daha yüksek ET'ye sahip olmadıklarını gösteren çalışmalar da vardır. Örneğin yengeç otu bir sıcak iklim türü olup 9.6-12.2 mm/gün arasında değişen yüksek bir ET düzeyine sahiptir. Kamışsı yumak (Festuca arundinacea schreb.) ise bir serin iklim türü olup serin iklim türleri içerisinde en yüksek ET düzeyine (10.6-12.6 mm/gün) sahiptir. Öte yandan çayır salkım otu (Poa pratensis L.), Japon çimi (Zoysia Japonica L.) ve Bermuda çiminin ET miktarının azaltılması yoluyla su muhafazası açısından ümitvar oldukları gösterilmiştir (Carrow ve ark., 1990).

ET düzeyinde türler arası farklılıkları destekleyen bazı çalışmalardan (Biran ve ark., 1981; Kopec ve ark., 1988; Shearman, 1986) elde edilen veriler düşük ET'li çeşitlerin seçimi, ıslah ve seleksiyon programlarında düşük ET'li çeşitlerin geliştirilmesinin su muhafazası açısından kuvvetli bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Johns ve ark. (1983), iyi sulanan çimlerde, ET'ye direncin büyük bölümünü sürgün yoğunluğu, yaprak açısı ve alanının birlikte etkisiyle oluşan taç direncinin oluşturduğunu göstermişlerdir.

3. Çimin Su Kullanımını Etkileyen Kültürel Etmenler

Biçim, gübreleme ve sulama, çimin su kullanımını etkileyen başlıca kültürel uygulamalardır. Çünkü bu uygulamalar çimin büyüme hızı, yaprak yüzey alanı, taç direnci ile köklenme derinliği ve

yayılımı üzerinde doğrudan etkilidirler. Kültürel uygulamalar tek veya birleşik olarak çim yöneticisi tarafından su kaybını minimize etmek ve su tasarrufunu artırmak üzere düzenlenebilir. Su kullanımını azaltıcı kültürel uygulamalar çoğunlukla bitkilerin kuraklık direnci mekanizmaları üzerine etki ederler. Kuraklık direnci, bitkinin kurak dönemlere dayanma yeteneği olarak tanımlanır. İki ana tip kuraklık direnci vardır: (a) kuraklıktan sakınma -bitkinin kurak bir dönemde daha fazla toprak suyu çekmek ve/veya bitkiden olan su kaybını azaltmak yoluyla, kurumasını geciktirerek doku zararından sakınması yeteneğidir, ve (b) kuraklık toleransı -bitkilerin uyku dönemine girerek, nem kaybına karşı genetik açıdan doku/membran toleransını ve dayanıklılığını artırarak kurak dönemlere dayanabilme yeteneğidir (Carrow ve ark., 1990).

Bazen, özel bir kültürel uygulama, çim ET' sini azaltırken kuraklık direncini olumsuz etkileyebilir. Örneğin, kısa biçim ET'yi azaltırken aynı zamanda bitkinin kök derinliğini de azaltarak, bitkinin kuraklıktan sakınma özelliğini olumsuz etkiler ve bitkinin kuraklık toleransı azalır.

3.1. Sulama

Çoğu zaman çim alanlarda istenilen kalite ve fonksiyonu sağlamak için doğal yağışa ek olarak sulama yapmak gerekmektedir. Sulama, çimin su kullanımını etkileyen diğer kültürel uygulamalarla etkileşim içindedir. Yaygın kabul gören çim yönetim önerisi derin ve sık olmayan sulama biçimindedir (Carrow ve ark., 1990).

Tovey ve ark. (1969), karışım çimin kumlu topraklarda haftada iki, tınlı topraklarda haftada bir, Bermuda çiminin ise her iki toprak tipinde de haftada bir sulanması ile yüksek kalitenin sürdürülebileceğini saptamışlardır. Kneebone ve Pepper (1982), toprak altından sulanan çimin, su kullanım hızının su isteminin yüksek ve büyümenin aktif olduğu dönemlerde A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmaya yakın bir değerde olduğunu bildirmişlerdir.

Elektronik nem algılayıcıları, tansiyometreler, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma değerleri veya bunların birlikte kullanımıyla sulama aralığının belirlenmesinin gereksiz su kullanımını azaltması olasıdır. Ancak çim alan yöneticileri sulama programlarını bu aygıtlara dayandırmazdan önce, yerel araştırma sonuçlarını dikkatle gözden geçirmelidirler (Carrow ve ark., 1990).

Kısıntılı sulama uygulamaları, yüzeysel olsalar bile, suyun büyük bölümünün alındığı kılcal köklerin yoğun olduğu bölgenin önemli bir bölümünü ıslatmış olur. Bu nedenle hem kuraklıktan sakınma hem de kuraklık toleransı mekanizmaları, sulamalar arasındaki belirli bir sürede etkili olabilir. Böylece sulama suyundan tasarruf sağlanabilir (Kneebone ve ark., 1992).

3.2. Biçim

Çimin biçim yüksekliği, sıklığı, deseni ve biçimde kullanılan ekipman çimin büyümesi, gelişimi ve su kullanımını doğrudan ve dolaylı olarak etkiler (Carrow ve ark., 1990).

Biçim yüksekliği ve üst büyümenin artması, yaprak yüzey alanını ve transpirasyonu, dolayısıyla su kullanımını artırır. Bu durum aynı zamanda bitki taç örtüsü geometrisini değiştirerek, onu daha pürüzlü hale getirir, advektif ısının absorbe edilme kapasitesinde artışa neden olur. Üst gelişimin artması kök

gelişiminde artış sağlayarak toprak suyundan daha fazla yararlanmaya yol açar (Kneebone ve ark., 1992).

Madison ve Hagan (1962) ile Feldhake ve ark. (1983 ve 1984) çayır salkım otunda; Fry ve Butler (1989) yıllık salkım otu (Poa annua L.) ve tavus otunda (Agrotis palustris Huds.); Biran ve ark. (1981) ise kamışsı yumak ve İngiliz çiminde (Lolium perenne L.) biçim yüksekliğinin artmasıyla çimin su kullanımının arttığını belirlemişlerdir.

Biçim sıklığı ve biçicinin keskinliği de su kullanımını etkileyebilir. Kneebone ve ark. (1992), tavus otunda biçim sıklığının 14 günde 1'den 12'ye kadar artırılmasıyla su kullanımının %15 arttığını bildirmişlerdir. Steinegger ve ark. (1983), keskin bıçaklarla biçilen çimlerde kör bıçaklarla biçilenlere göre toplam su kullanımında %20-30 artış olduğunu göstermişlerdir. Ancak kör bıçaklarla biçim; parçalanma, yırtılma ve ezilmeler nedeniyle yapraklardan olan su kaybının geçici olarak artmasına neden olur. Su kullanımının küçük bir oranını kapsayan bu geçici etki, golf alanları gibi biçimin çok sık yapıldığı durumlarda önem kazanabilir.

Shearman (1986), ET hızlarının dikey genişleme hızı ile pozitif, sürgün yoğunluğu ve yeşil aksam ile negatif ilişkili olduğunu bulmuştur. Johns ve ark. (1983)'da, benzer bulgulara ulaşmışlardır. Araştırmacılar bu tepkileri taç direncine bağlamaktadırlar. Kısa biçilen çimlerde sürgün yoğunluğu artar, taç yoğun ve sıkı olur. Yüksek biçilen çimlerde ise, taç direnci azalır yaprak alanı artar. Bu da ET potansiyelini artırarak su kaybına katkıda bulunur. Bu sonuçlar çimin ne kadar sık biçilirse o kadar daha az su kullanacağını göstermektedir.

Araştırma verilerinin gözden geçirilmesiyle, su tasarrufu sağlayarak çim kalitesini maksimize ederken; keskin bıçaklarla orta yükseklikte, sık biçimin önerilebileceği sonucuna ulaşılabilir.

3.3. Gübreleme

Çimin gübrelenmesi, büyüme hızı, yaprak alanı, köklenme derinliği ve yayılımını ve çimin su kullanımını etkiler. Araştırmalar azotlu gübrelemenin su kullanımını artırdığını göstermiştir. Yaprak genişliği, sürgün yoğunluğu ve sürgün büyümesi N düzeyiyle artar ve bu morfolojik değişimler su kullanımı ile doğru orantılıdır. Ancak aşırı N düzeyleri tersi etki yaratır (Carrow ve ark., 1990; Kneebone ve ark., 1992).

Kneebone ve Pepper (1982) ile Feldhake ve ark. (1983 ve 1984) yüksek N uygulamasında çimin daha fazla su kullandığını saptamışlardır.

N ve P kombinasyonları üzerindeki çalışmalar çimde fosfor uygulamalarının su kullanımının artışı üzerinde N' dan daha az etkili olduğunu, N-P etkileşiminin ise önemli olmadığını göstermiştir (Carrow ve ark., 1990).

K gübrelemesi kuraklığa, sıcağa, soğuğa, hastalıklara direnci, kök üretimini dolayısıyla çimin potansiyel su kullanımını artırır (Kneebone ve ark., 1992). Öte yandan bitki tacına uygulanan Fe ile mevsim sonuna doğru N uygulamaları da kök gelişimini artırır.

Su tasarrufu potansiyellerini en yükseğe çıkarmak isteyen çim alan yöneticilerinin, aşırı üst gelişime olanak vermeyen ve olası kök gelişimini artıran bir beslenme programını uygulamaları gerekir.

3.4. Toprak İşleme

Çim alanlar çoğu zaman trafik, ardından aşınma ve toprak sıkışması stresi

ile karşılaşırlar. Toprağın sıkışması, hacim ağırlığı, havalanması ve su tutma kapasitesini etkiler. Söz konusu etkiler sürgün ve kök gelişiminde azalmaya yol açar, suyun alındığı toprak hacmini ve yüzeyden transpirasyonu sınırlayarak bitkinin potansiyel su kullanımını azaltır (Kneebone ve ark., 1992).

O'Neil ve Carrow (1983), İngiliz çiminde toprak sıkışmasının oksijen difüzyonunu azaltarak sürgün ve kök gelişimini olumsuz etkilediğini, bitkinin su kullanımını azalttığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, infiltrasyon hızının düşük, kök derinliğinin az olduğu sıkışmış topraklarda sık ve hafif sulamalar önermişlerdir. Carrow ve ark (1990), toprağı derin işlemenin köklenme derinliğini artırarak sıkışmış topraklarda su kullanımını arttıracağını belirlemişlerdir.

3.5. Kimyasallar

Çim kültürel programlarında kullanılan çeşitli kimyasallar çimin büyümesi, yaprak alanı, kök gelişmesi ve su kullanımını doğrudan veya dolaylı etkileyebilmektedir. Bu kimyasallar arasında bitki büyüme düzenleyicileri, abscisic asit (ABA), antitranspirantlar, pestisidler, ıslatıcı maddeler sayılabilir (Carrow ve ark., 1990).

ABA, bitki stomalarının açılmasını önler ve kapalı kalma süresini uzatır. Antitranspirantlar, yaprak mezofilindeki su-hava ara yüzeyinde ince monomoleküler katman oluşturarak transpirasyonu azaltırlar, stomaların açılmasını önlerler veya yaprak yüzeyini su geçirmeyen bir film ile kaplayarak su kaybını önlerler (Kneebone ve ark., 1992). Ancak antitranspirantların, çimin fotosentez ve evapotranspirasyonal serinlemesi üzerindeki zararlı potansiyel etkisi göz ardı edilmemelidir (Carrow ve ark., 1990).

Bazı pestisidler stoma açıklıklarını etkileyerek transpirasyonu azaltabilir. Öte yandan çim tacını, kök sistemini veya ikisini birden artırmak ya da azaltmak yoluyla transpirasyonu dolaylı olarak etkileyebilir. Ancak, yerinde ve uygun pestisid kullanımı çim kalitesi ve performansını yükselteceğinden çimin su kullanımı üzerindeki potansiyel etkisi çoğu zaman yararlı olur (Carrow ve ark., 1990).

3.6. Stoma Özellikleri

Çeşitli sıcak mevsim çimlerinde, stoma özelliklerinin ET miktarı üzerine etkilerinin araştırılması sonucunda parafinle kaplanan Bermuda çiminin stomalarının kuraklık stresinde hızla kapandığı, bu çimlerin kuraklık stresli ve stressiz koşullarda düşük ET düzeylerine sahip olduğu, yengeç otu stomalarının ise parafinle korunamadığını saptayan sonuçlar bildirilmiştir (Peacok ve Dudeck (1984).

Taç direnci ve turbulent hava değişim direnci, ET miktarının belirlenmesinde stoma ve yaprak direncine göre daha önemli olabilir. Johns ve ark. (1983), streslenmiş koşullarda yengeç otunun su kullanımında ilkinin ikincisine oranla 2-4 kat daha önemli olduğunu bulmuşlardır.

Çimin su kullanımını azaltmak açısından, büyüme düzenleyicilerinin sadece stomaları engelleyen veya kapatan kimyasallardan daha uygun olduğu söylenebilir (Kneebone ve ark., 1992).

4. Çim Alanlarda Toprak Özellikleri ve Sulama İlişkisi

Çimin su kullanımı, toprak-bitki-atmosferik süreklilik içindeki dinamiklere

bağlıdır. Toprağa ilişkin su tutma kapasitesi, doygun ve doygun olmayan koşullardaki su akış özellikleri, toprak suyu potansiyeli, infiltrasyon, bitki gelişimi üzerinde etkili toprak özellikleri; bitkiye ilişkin kök, su iletim, stoma, su stresine fizyolojik ve morfolojik adaptasyon, yaprak alanı gibi özellikler ve atmosfere ilişkin solar radyasyon, nemlilik, sıcaklık, rüzgar hızı durumu gibi özellikler, su hareketi, bitkinin su alımı ve su potansiyelini etkileyen dinamik ve içsel ilişkilere sahip bir sistemi oluşturur (Carrow ve ark., 1990).

4.1. İnfiltrasyon

Bitki tarafından kullanılabilmesi için yağış ve sulama suyunun toprağa infiltre olması gerekir. İnfiltrasyonun düşük olduğu topraklarda yüzey akış ve ET ile su kaybı çok olur ve sulama programlaması güçleşir.

Killi topraklar 0.02-0.25 cm/h, kumlu topraklar ise 2.50-20.00 cm/h arasında değişen infiltrasyon düzeyine sahiptirler.

Özellikle yüzey toprağının strüktürü bozulursa infiltrasyon değişe-bilir. İyi strüktürlü topraklar, suyun hareketine olanak veren sürekliliğe sahip büyük porlar içerirler.

Özellikle golf alanları gibi dalgalı araziler yüzey akışı büyük ölçüde artırabilir. Islanana dek kısmen hidrofonik özellik gösteren organik kalıntı katmanı da infiltrasyonu azaltabilir. Bu durumda ıslatıcı bir madde veya kısa bir ön ıslatma devresi çözüm olabilir. Alt toprağa göre ince bünyeli yüzey katmanları da çoğunlukla su alımını azaltır.

Toprağın işlenmesi, ince bünyeli, sıkışmış, katmanlaşmış ve eğimli topraklardaki infiltrasyonu geliştirir. Son yıllarda çim alanlar için sadece toprak yüzeyini değil drenajı engelleyen derin katmanları da kırabilen toprak işleme yöntemleri geliştirilmiştir.

İnfiltrasyonu artırmak için, sulamalar arasında toprağın kurumasına olanak tanımak diğer bir yönetim stratejisidir. Önce fazla, giderek azalan miktarlarda sulama uygulaması yapılabilir. Uzun bir zaman periyodunda çok düşük miktarlarda sulama yapmak diğer bir seçenek olabilir. İnfiltrasyon hızı düşük topraklarda kısa aralıklı sulama önerilebilir.

Zayıf strüktürlü topraklarda çim tesisinden önce organik madde ilavesi infiltrasyonu geliştirebilir. Olgun çimlerde %10 veya daha az hacimde havalandırılmış organik madde kullanılabilir (Carrow ve ark., 1990).

Çim alan yöneticilerinin infiltrasyonu geliştirmek açısından yapabilecekleri çoktur ve iyi tasarlanmış sulama sistemlerinde bunların uygulanması kolaydır. Toprağın infiltrasyon hızında sulama yapmak için, kısa aralıklı sulama tasarımı, benzer alanları birlikte sulama, uygun programlama seçenekleri ve kontrol sistemi ile uygulama eş düzeliği üzerinde düşünülmelidir.

4.2. Perkolasyon

Perkolasyon, bir kez toprağa infiltre olduktan sonra suyun aşağı doğru hareketini, drenaj ise suyun kök sisteminin ötesine hareketini ifade eder. Düşük infiltrasyonun nedenleri, perkolasyonu da etkiler, ancak farklı sorunlara neden olabilirler. Örneğin kumlu bir toprak, yüzeyindeki ince katman nedeniyle düşük infiltrasyona sahip olabilir, fakat su bir kez penetre olduktan sonra hızlı bir perkolasyon oluşabilir. Kumlu bir toprak yüksek infiltrasyona sahip olabilir, fakat 8-10 cm

derinliğindeki ince bünyeli bir katman yoğun bir su uygulaması sırasında perkolasyon ve infiltrasyonu sınırlayabilir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde Na birikimi kil partiküllerinin ayrılıp dağılmasına neden olarak perkolasyon ve infiltrasyonu azaltır.

Drenaj uygulaması, doygun topraklardan suyu uzaklaştırarak perkolasyonu artırır. Drenaj boruları nemli bölgelerde 1-1.25 m, kurak bölgelerde 1.6-1.9 m derinliğe yerleştirilmelidir. Kurak bölgelerde yüzeyde tuzlanmayı önlemek için daha derin hatlar önerilebilir. Spor alanlarında drenaj boruları yüzeye yaklaşık 0.30 m kadar yakına yerleştirilirler. Bazen oluşan geçirimsiz katmanlar drenlere akışı engelleyebilir. Bu katmanların kırılması sorunu çözebileceği gibi drenaj gereğini de ortadan kaldırabilir.

Çimi bozmadan derin işleme ağır topraklarda perkolasyonu artırır. İnce bünyeli topraklara %5-10 hacimde iyi yanmış organik madde içsel drenajı artırmak için yararlı olur. Ancak ıslaklığı artıracağından aşırı uygulamadan kaçınılmalıdır (Carrow ve ark., 1990).

İnce bünyeli toprağa kum ilavesi bazen infiltrasyon ve perkolasyonu geliştirir. Ancak kum oranı %80-85'e ulaşana dek belirgin bir iyileşme olmaz. Bu konuda 3 cm derinlikteki kili iyileştirmek için kil ile iyi karışmış 10-20 cm derinlikte kum önerilebilir.

Yoğun trafiğe sahip çimlerde içsel drenaj ve infiltrasyonu iyileştirmek için toprağın tümüyle değiştirilmesi önerilebilir. Kullanılacak karışımlarda en az %85 kum, %5-15 iyi yanmış organik madde ve %0-5 toprak olmalıdır. Bu durumda en azından 10 cm/h infiltrasyon ve perkolasyon beklenir.

Sodyumlu topraklarda Ca ile yer değişimi sağlamak için jips uygulaması düşünülebilir. Yine Na'u uzaklaştırmak için ağır bir yıkamanın ardından drenajda geçici bir iyileşme yaratmak için aşırı toprak işleme gerekir.

4.3. Su Tutma Kapasitesi

Faydalı su tutma kapasitesi yüksek ince bünyeli topraklarda, sık sulama gereksinimi duyulmaz. Su tutma kapasitesini belirleyen en önemli etmen toprağın bünyesidir (Çizelge 2). Bitkiye yararlı su en çok tınlı topraklarda tutulur. Killer yüksek oranda küçük porlar içerirler. Ancak, çoğunda nem adhezyon ve kohezyon kuvvetleri ile çok kuvvetli biçimde tutulur. Kumlarda ise nemin tutumunu sağlayan küçük porların oranı çok azdır (Carrow ve ark., 1990).

Golf ve atletizm sahalarında kullanılan yüksek kumlu karışımlar iyi bir su ilişkisi için organik madde içermelidirler. Ancak aşırı nemde, havalanma azalacağından aşırı organik maddeden (> %20) kaçınılmalıdır.

4.4. Toprak Suyunun Bitkilerce Alınabilirliği

Kurak ve yarı kurak bölgelerde, tuz birikimi nedeniyle osmotik potansiyel, suyun alınabilirliğini etkileyecek düzeye ulaşabilir. Topraktaki tuzların neden olduğu fizyolojik kuraklık stresini önlemek için çimi, sık sulayarak toprak su içeriğini yüksek bir düzeyde tutmak gerekir. Eğer Na iyonu yaygınsa, toprağın fiziksel koşulları kötüleşir ve kök gelişimi sınırlanır.

Toprak su potansiyeli ile toprak su içeriği ilişkisini iyileştirmek için tuzlar yıkama ile çimin kök bölgesinden uzaklaştırılmalıdır. Bu amaçla her sulamada ET miktarından %10-20 kadar fazla sulama uygulanmalıdır. Diğer bir

Çizelge 2. Farklı Toprak Bünyelerinde 30 cm Derinlikte Tutulan Toplam, Bitkiye Yararlı, Yararsız Su Miktarları ve Göreceli Sulama Aralıkları (Carrow ve ark., 1990).

Toprak Bünyesi	Toprağın 30 cm derinliği için su tutma kapasitesi (mm)			
	Toplam	Bitkiye yararlı	Yararsız	Sulama aralığı*
Kum	15-46	10-25	5-20	2-5
Kumlu kil	46-69	23-33	23-36	4-6
Kil	69-100	33-51	36-51	6-10
Siltli tın	100-120	51-58	51-61	10-11
Killi tın	110-124	46-53	61-69	9-10
Kil	114-124	46-48	69-76	9-10

* Evapotranspirasyon hızı sabit (5 mm/gün) ve başka su kaybı olmadığı varsayılmıştır. Çimin kök sisteminin 30 cm'den az olması durumunda daha sık aralıklarla daha az kullanılabilir su söz konusu olacaktır.

seçenek tuzların yıkanmasını sağlamak için, belirli aralıklarla aşırı su uygulamaktır. İlk yaklaşım özellikle ince bünyeli topraklarda daha etkili olur.

Tuz yıkamasının başarılı olabilmesi için drenajın iyi olması ve taban suyunun en azından 1.2-1.8 m arasında tutulması esastır. Çim yöneticisi aynı zamanda tuz birikiminin orijinal kaynağını da değerlendirmeli ve gerekli önlemi almalıdır (Carrow ve ark., 1990).

Özet olarak, infiltrasyon, perkolasyon, su tutma ve suyun alınabilirliğini artırmaya yönelik yönetim uygulamaları sulama randımanını büyük ölçüde artıracaktır.

5. Çimde İstenilen Performansın Düzeyi

Süregelen tartışmalar, su kullanımını azaltan yönetim uygulamalarının genellikle çimin gelişimini de azalttığını göstermiştir. Gelişme gereksinimleri minimal olduğunda, biçim ve diğer yönetimsel girdilerde olduğu gibi büyük oranda su tasarrufu yapılabilir. Bu konuda açık park alanları veya golf alanları örnek verilebilir. Aşırı ölçüde aşınmanın beklendiği atletizm alanları ve çimenli yollar gibi alanlarda, aşınan yerde yeniden büyümeyi sağlayıcı bir yönetim olmalıdır. Bu ise daha fazla sulama suyu gerektirir. Büyümenin hızlı olduğu ve görece fazla su kullanılan koşullarda birim suya karşılık gelişme en yüksek düzeye ulaşır. Çimden istenen performansın bol yeşillik ve eş düzelikten oluştuğu dinlenme yerleri ve otellerin peyzaj alanları da su maliyetinin yüksek olduğu kategoriye girer. Golf alanlarında eş düze büyümeyi sürdürmek için yüksek su düzeyleri gerekli olur. Her iki durumda da, aşırı sulamayla elde edilene yakın bir kalite daha az sulamayla sağlanabilir. Aşırı su uygulama, çok az su uygulamaya göre daha fazla soruna yol açar. Bunlar arasında hastalıklar, yabancı ot, toprağın sıkışması ve havasız kalması sayılabilir (Kneebone ve ark., 1992).

6. Çim Su Kullanımını İzleme Yöntemleri

Çim su kullanımını ölçmek için öncelikle kullanılabilir toprak suyunun belirlenmesine ilişkin bilgilere gereksinim vardır. Toprak örneğinin elde sıkılarak incelenmesi veya toprağa bir çubuk ya da tornavida sokulması gibi kaba tahmin yöntemleri deneyimli ellerde etkin olabilir. Bunun yanında jips bloklar, tansiyometreler, nötronmetreler, elektronik nem algılayıcıları gibi duyarlı aletsel yöntemler de vardır.

Anılan yöntemler içerisinde sulamaların programlamasına da olanak vermesi ve pratik kullanım açısından tansiyometreler en basit ve ucuz olanlardır. Tansiyometrelerde suyla doldurulan gövde, seramik bir uçtan oluşan geçirgen bir ortam boyunca toprak nemiyle dengeye gelir. Toprak nem tansiyonu artarken sistemden çekilen suyun oluşturduğu emme gövdeye bağlı göstergeden okunur. Gösterge, sulamaların başlatılıp sonlandırılabileceği elektriksel düzeneğe bağlanabilir. Tansiyometrelerin çalışma sınırının 0-1 bar arasında olması ve 80 cb'a kadar doğruluğunun üst düzeyde olması sakınca yaratmaz. Çünkü büyümekte olan çimlerde kök bölgesinde istenilen nem tansiyonu genellikle bu sınırlar arasındadır.

7. Çim Sulamada Kullanılan Ekipman ve Sistem Tasarımı

7.1. Çim Sulamada Kullanılan Ekipman

Çim alanların sulanmasında kullanılan yağmurlama sistemleri; yağmurlama başlıkları, vanalar, denetim aygıtları, bunların bağlandığı boru ve bağlantı parçaları ile pompa biriminden oluşur.

7.1.1. Yağmurlama Başlıkları

Yağmurlama başlıkları, suyu basınçla çim alana yöneltirler. Çim alanların sulanmasında sprey (sabit) ve döner tip olmak üzere iki tip yağmurlama başlığı kullanılır. Sprey başlıklar suyu her doğrultuya yönlendirerek ıslattığı alanı sürekli olarak örterler. Genellikle dar çim alanlar, bahçeler, çiçek yatakları ve odunsu süs bitkilerinin bulunduğu yerler gibi küçük alanları sulamada kullanılırlar. Döner başlıklar ise, suyu bir veya iki memeye yöneltirler ve örttüğü alan üzerinde dönerler. Döner başlıklarda su debisi ve bunun sonucu olarak yağmurlama hızı; dönmeyen, sprey başlıklara göre daha düşük olduğu halde ıslatılan alan daha büyük olmaktadır. Döner tip başlıkların kullanımı daha yaygındır. Dönmeyi sağlayan hareket mekanizması çarpma etkili ve çarklı olmak üzere iki tiptir. Çarklı dönüşlü başlıklar genellikle sabit bir kuvvet uygulanması nedeniyle daha eşdüze bir dağılım sağlar (Turgeon, 1980).

Günümüzde çim alanlarının sabit yağmurlama sistemleri ile sulanmasında pop-up tipi yağmurlama başlıkları kullanılır. Bu başlıklar kapağı çimle aynı düzeyde olacak biçimde toprağa gömülü olup uzaktan fark edilmez. Sistem çalıştırıldığında basıncın etkisi ile yükselerek toprak yüzeyine çıkar. Sulama tamamlandığında basınç kalkacağından tekrar yuvasına iner. Söz konusu başlıklar döner veya sprey tipte olabilirler (Yıldırım, 1994).

7.1.2. Vanalar

Vanalar, suyu boru hatlarına, sürekli basınç altında olan hatlarda ise doğrudan başlıklara vermeye yararlar. Genellikle küresel tipte olmakla birlikte,

suyu bir diyafram veya piston sistemi ile harekete geçiren hidrolik veya elektriksel tipte de olabilirler.

Vanalar bir veya daha fazla yağmurlama başlığını kontrol etmek için kullanılırlar. Golf alanlarında vanalar çoğu zaman başlık üzerinde bulunurlar ve tek başlığı kontrol ederler. Daha denetimli bir su uygulaması sağladığı için tek başlık kontrolü tercih edilir (Carrow ve ark., 1990).

Onarımlar sırasında sistemin bir bölümünü diğer bölümlerinin çalışmasını kesmeksizin yalıtmak üzere aşağı su akışını engellemek için özel tip vanalar kullanılır.

7.1.3. Denetim Aygıtları

Denetim aygıtları; kontrol ediciler ve uzaktan kumandalı vanalardan oluşurlar. Kontrol ediciler, bina duvarlarına veya ayrı bir kaide üzerine monte edilebilen, suyun yağmurlama başlıklarına akışını sağlayan vananın açılması veya kapanması için elektriksel veya hidrolik sinyal gönderen zamanlama aygıtlarıdır.

İstasyonlara bölünmüş sistemlerde her istasyondaki kontrol edicilerle yağmurlamanın başlama ve bitimi denetlenir. Tüm istasyonlarda işletimin bitirilmesi "döngü" olarak adlandırılır (Turgeon, 1980).

Bilgisayar denetimli sistemler, çim alanda bulunan bir otomatik meteoroloji istasyonundan elde edilen verilerle hesaplanan ET miktarlarına göre harekete geçebilen ileri düzeyli kontrol ediciler kullanırlar. Düşük basınçlı yağmurlama başlıkları bilgisayarlı bir denetleyici ile birlikte kullanıldığında, su kullanımında ve enerji giderinde %40'a varan tasarruf sağlanabileceği bildirilmiştir (Carrow ve ark., 1990). Öte yandan toprak nemi algılayıcıları da, denetleyicileri harekete geçirmekte kullanılabilir.

Golf alanı sulama sistemleri, merkezi denetleyicinin görüş alanından uzak çok sayıda uydunun kullanılmasını kapsayabilir. Yaygın uygulama, bir merkezi denetleyici ve alanın stratejik yerlerine yerleştirilmiş birkaç uydu denetleyicisi kullanmaktır.

7.1.4. Boru Hatları ve Bağlantı Parçaları

Borular suyu kaynaktan alıp yağmurlama başlığına kadar iletirler. Bir sulama sisteminin fonksiyonunu yerine getirebilmesi, kullanılan borular ve bağlantı parçalarının tipi, boyutu ve durumu ile yakın ilişkilidir. Günümüzde, kullanılan boruların hemen tümü termoplastik (PVC veya PE) malzemeden yapılmakta olup birleşme yerleri yapıştırmalı veya plastik geçmelere kelepçelidirler.

Soğuk bölgelerde, suyun donması boruların patlamasına neden olabilir. Bu nedenle borular ya donma derinliğinin altına yerleştirilmeli ya da soğuk havalardan önce drene edilmelidir (Turgeon, 1980).

7.1.5. *Pompalar*

Sulama sistemlerinde genel olarak, basınç yükseltici pompalar ve sistem temin pompaları olmak üzere iki tip pompa kullanılır (Turgeon,1980). Basınç yükseltici pompalar akış debisini değiştirmeksizin boru içindeki basıncı yükseltirler. Genellikle yükseklik nedeniyle basınç kayıplarının karşılanmasının gerektiği büyük sulama sistemlerinde kullanılırlar.

Sistem temin pompaları ise suyu istenilen basınçta ve belirli bir debide su

kaynağından çeken pompalardır. Seri bağlı pompalarda akış debisi tek bir pompanınkine eşit iken, her bir pompanın kapasitesinin toplamına eşit miktarda basınç sağlanır. Paralel bağlı pompalar ise tek bir pompanınkine eşit basınç sağladıkları halde debileri her bir pompanın debilerinin toplamı kadardır.

Pompaların emme girişlerinde, sudan gelen partikülleri tutucu elek ve filtreler bulunur. Ayrıca, su seviyesi girişin altına düştüğünde, pompa içine hava hareketini ve basınç kaybını önlemek için kontrol vanaları kullanılır.

7.2. Sistem Tasarımı

Günümüzün iyi tasarlanmış ve programlanmış otomatik sulama sistemleri, suyu çimin gerçek gereksinimine duyarlı biçimde uygulama özellikleriyle su tasarrufu sağlarlar. Söz konusu sistemler tek merkezden denetim, suyu toprağın infiltrasyon ve perkolasyon kapasiteleri ile uyuşumlu olarak uygulama özelliklerine de sahiptirler.

Sistem tasarımı, sistem unsurları ile birlikte düşünülmelidir. Tasarımcı mühendis çim alan yöneticisinin görüşlerini de alarak çim alanın büyüklüğünü, sulama suyunun bulunabildiği saatleri, uygulanacak su miktarını göz önünde tutarak en iyi performansı belirlemeli ve sistem tasarımını maliyet ile uzlaştırmalıdır. Tasarımcı ayrıca yağmurlama hızı, rüzgar hızı ve yönü, toprağın tipi, infiltrasyon ve perkolasyon özellikleri ile seçilen ekipmanın servis ömrünü de göz önünde bulundurmalıdır. Stres periyotları süresince yeterli ve eşdüze bir su dağılımı sağlayacak kapasitede, uygun tasarlanmış bir sistem büyüme mevsimi boyunca çim alanın yeşil kalmasını sağlayacaktır (Carrow ve ark., 1990).

8. Sonuç

Sağlanan suyun miktar ve maliyet açısından sınırlı olduğu koşullarda çim alanların sulanması için suyun etkin kullanımı gerekir. Bu ise, yeterli suyu eşdüze biçimde dağıtan ve gerçekçi bir minimum su kullanımı sağlayan yönetim girdilerinin uygulanabildiği sulama sistemleri gerektirir.

Yapılan çalışmaların gözden geçirilmesi, sıcak iklim çimlerinde su kullanımının A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın %55-65'i, serin iklim çimlerinde ise %65-80'i arasında değiştiğini göstermektedir. Maksimum su tüketimi 12 mm/güne yükselirken tipik su kullanımı 2.5-7.5 mm/gün arasında değişir.

Evaporatif istemin; çevresel faktörlerle bir miktar değiştirilebilmesine karşın, su kullanımını minimize edici en önemli unsur, kültürel yönetim uygulamalarıdır. Yukarıda verilen buharlaşma kabı katsayılarının değişim sınırları, su tasarrufu için büyük bir potansiyelin varlığını gösterir. Kısıntılı sulama, gübreleme rejiminde farklılık, daha kısa fakat eşdüze örtü yaratan sık biçim uygulaması ile tür ve çeşit seçimi su tasarrufu sağlar. Serin ve sıcak iklim çimlerinde tür ve çeşitler arasında ET açısından farklar gözlenmiştir. Kuraklıktan sakınma ve kuraklık toleransı mekanizmaları üzerindeki çalışmalar çim ıslahçılarının daha az su kullanan ve özel yönetim programlarına daha iyi tepki gösteren çimleri geliştirmesine olanak verebilir. Antitranspirantların kullanımının fazla etkin olmamasına karşın, büyüme düzenleyicilerinin su tasarrufu açısından potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

Kaynaklar

Aronson, L.J., Gold, A.J., Hull, R.J., Cisar, J.L., 1987. Evapotranspiration of Cool-Season Turfgrasses in the Humid Northeast. Agron. J. 79:901-905.

Biran, I., Bravdo, B., Bushkin-Harav, I. and Rawitz, E., 1981. Water Consumption and Growth Rate of 11 Turfgrasses as Effected by Mowing Heigth, Irrigation Frequency, and Soil Moisture. Agron. J. 73:85-90.

Carrow, R.N., Shearman, R.C. and Watson, J.R., 1990. Turfgrass. In: Irrigation of Agricultural Crops (B.A. Stewart and D.R. Nielsen, co-editors). Madison, Wisconsin USA, pp. 889-919.

Doorenbos, J. and Pruitt, W.O., 1975. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Rome.

Feldhake, C.M., Danielson, R.E. and Butler, J.D., 1983. Turfgrass Evapotranspiration. I. Factors Influencing Rate in Urban Environments. Agron. J. 75:824-830.

Feldhake, C.M., ., Danielson, R.E. and Butler, J.D., 1984. Turfgrass Evapotranspiration. II. Responses to Deficit Irrigation. Agron. J. 76:85-89.

Fry, J.D. and Butler, J.D., 1989. Annual Bluegrass and Creeping Bentgrass Evapotranspiration Rates. Hortic. Sci. 24 (2): 269-271.

Johns, D., Beard, J.B. and van Bavel, C.H.M., 1983. Resistance to Evapotranspiration from a St. Augustine Turf Canopy. Agron. J. 75:419-422.

Kim, K.S. and Beard, J.B., 1988. Comperative Turfgrass Evapotranspiration Rates and Associated Plant Morphological Characteristics. Crop. Sci. 28:328-331.

Kneebone, W.R. and Pepper, I.L., 1982. Consumptive Water Use by Sub-irrigated Turfgrass Under Desert Conditions. Agron. J. 74:419-423.

Kneebone, W.R. and Pepper, I.L., 1984. Luxury Water Use by Bermudagrass Turf. Agron. J. 76:999-1002.

Kneebone, W.R., Kopec, D.M., Mancino, C.F., 1992. Water Requirement and Irrigation In: Turfgrass (D.V. Waddington, R.N. Carrow and R.C. Shearman, co-editors). Agronomy No:32, ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin USA, pp.441-473.

Kopec, D.M., Shearman, R.C. and Riordan, T.P., 1988. Evapotranspiration of Tall Fescue Turf. HortScience 23 (2): 300-301.

Madison, J.H. and Hagan, R.M., 1962. Extraction of Soil Moisture by Merion Bluegrass (Pao pratensis L."Merion") Turf as Affected by Irrigation Frequency, Mowing Heigth, and Other Cultural Operations. Agron. J.54:157-160.

Peacock, C.H. and Dudeck, A.E., 1984. Physiological Response of St. Augustinegrass to Irrigation Scheduling. Agron. J.76:275-279.

Shearman, R.C., 1986. Kentucky Bluegrass Cultivar Evapotranspiration Rates. HortScience. 21(3):455-457.

Steinegger, D.H., Shearman, R.C., Riordan, T.P. and Kinbacher, E.J., 1983. Mower Blade Sharpness Effects on Turf. Agron. J. 75:479-480.

Teare, J.D.(ed.), 1984. Crop-Water Relations. John Wiley and Sons, New York.

Tovey, R., Spencer, J.S. and Muckel, D.C., 1969. Turfgrass evapotranspiration. Agron. J. 61:863-867.

Turgeon, A.J., 1980. Irrigation, In: Turfgrasses Management. Chapter 5, p.167-190.

Yıldırım, O. 1994. Çim Alanların Sulanması. Çağdaş Yaşamda Çim Alanlar Sempozyumu II ve III. Ank. Üniv. Zir. Fak. Eğitim, Araş. Ve Geliş. Vakfı Yayınları No:2, s.16-46.