



Yerli Bermuda Çimi ‘Survivor’ın Kuraklık Dayanımı ve Çim Performansı^A

Songül SEVER MUTLU*

Öz: Türler arası melezleme ile geliştirilmiş hibrit Bermuda çimleri [*Cynodon dactylon* (L.) Pers. x *C. transvaalensis* Burt-Davy] üstün çim karakteristikleri nedeniyle tropikal ve subtropikal iklim bölgelerindeki yeşil alanlarda yaygın kullanılmaktadırlar. Türkiye Bermuda çiminin genetik çeşitlilik merkezi içindedir. Akdeniz bölgesi’nden toplanan Bermuda genotipleri yüksek kuraklık dayanımına sahip kaliteli hibrit Bermuda çimi çeşit adaylarının geliştirilmesi açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmanın amacı Akdeniz Üniversitesinde türler arası melezleme yöntemiyle geliştirilen vejetatif tip hibrit Bermuda çimi ‘Survivor’ın genel çim performansını ve kuraklık dayanımını ülkemizde de ticarete konu olan ticari çeşit ‘Tifway’ ile karşılaştırarak ortaya koymaktır. Türkiye’nin ilk hibrit Bermuda çeşidi ‘Survivor’ ve çalışmada kontrol olarak kullanılan ticari çeşit ‘Tifway’ klonal olarak çoğaltılarak 2017 yılında araziye aktarılmıştır. Deneme, tesadüf blokları deneme deseninde ve üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Arazi koşullarında çeşitlerin dikim sonrası alan kaplama oranı (tesis olma hızı), stolon ve yaprak özellikleri, çim kalitesi ve rengi, ilkbaharda yeşillenme ve sonbahar kış dönemi yeşil rengini koruyabilme özellikleri 2017-2019 yılları arasında değerlendirilmiştir. Arazide tesis olduktan bir yıl sonra ise çeşitlere 60 gün boyunca kuraklık stresi uygulanmış ve ardından normal sulama rejimine geçilerek kendilerini yenilemelerine izin verilmiştir. Kuraklık stresi boyunca yaprak yanma oranı, klorofil içerikleri, kanopi sıcaklığı, çim kalite ve rengindeki değişim takip edilerek kuraklık dayanımları değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ‘Survivor’ ort 8.1 skala değeriyle kontrol olarak

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye, songulmutlu@akdeniz.edu.tr, [OrcID0000-0002-7886-1594](https://orcid.org/0000-0002-7886-1594)

kullanılan ‘Tifway’ den (ort. 7.5) daha üstün çim kalitesi ve daha koyu yeşil bir çim rengine sahiptir. ‘Survivor’ çeşidinin sonbahar-kış döneminde yeşil rengini daha uzun süre koruduğu ve ilkbaharda da daha erken yeşillenecek daha kısa bir dormansi periyoduna sahip olduğu tespit edilmiştir. Kuraklık sonrası kendini çok daha hızlı yenileyen ‘Survivor’, kuraklık stresi altında da daha uzun süre yeşil dokusunu ve kalitesini koruyarak kuraklık stresinden daha az etkilendiğini ortaya koymuştur. Üstün çim performansına sahip ‘Survivor’ Akdeniz iklim kuşağında sürdürülebilir yeşil alanların oluşturulması için kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: *Cynodon dactylon*, *Cynodon transvaalensis*, kuraklık stresi, Tifway.

Drought Resistance and Turf performance of ‘Survivor’: Turkish Hybrid Bermudagrass Cultivar

Abstract: Interspecific hybrid Bermudagrasses [*Cynodon dactylon* (L.) Pers. X *C. transvaalensis* Burt-Davy] are widely utilized turfgrasses due to improved turf characteristics throughout tropical and subtropical climates. Turkey is within the center of diversity of Bermudagrass. The accessions collected from the region possess great potential for development of hybrid Bermudagrasses with high drought resistance and acceptable turfgrass performance. The objective of this study was to evaluate the new interspecific hybrid Bermudagrass cultivar ‘Survivor’ developed by Akdeniz University in comparison to widely used commercially available ‘Tifway’ for turfgrass performance and drought resistance. The hybrid Bermudagrass cultivar ‘Survivor’, developed via interspecific cross between *C. dactylon* and *C. transvaalensis*, was clonally propagated and transplanted into field along with commercial Bermudagrass cultivar ‘Tifway’ in July 2017 at the Akdeniz University, Antalya-Turkey. The experimental design was a randomized complete block with three replications. Establishment rate, stolon and leaf characteristics, quality, color, spring green-up and fall color retention were recorded during the course of the study (2017-2019). One year after establishment, the turfs were subjected to drought stress for 60 days, which was followed by resumption of irrigation for recovery of the turf. Percentage of leaf firing, chlorophyll content, canopy temperature, and turfgrass quality and color under drought stress, and post-drought stress recovery were recorded. The ‘Survivor’ provided darker green color and significantly better summer quality (ave. 8.1) than ‘Tifway’ (7.5). Overall, the ‘Survivor’ presented better fall color retention and earlier spring green-up than ‘Tifway’. Survivor possessed higher drought resistance as evidenced by higher turfgrass quality and green color under drought stress and faster recovery after drought stress. The new cultivar has superior turf characteristics that may offer a sustainable turf under Mediterranean climates.

Keywords: *Cynodon dactylon*, *Cynodon transvaalensis*, drought stress, Tifway.

Giriş

Bermuda çimi (*Cynodon* (L.) Rich) tropikal ve sıcak ılıman iklim bölgelerinde golf alanları, spor sahaları, parklar, ev bahçeleri ve diğer peyzaj düzenlemelerinde kullanılan hakim çim türüdür. Bir çok çim türü ile kıyaslandığında çok daha yüksek kuraklık ve sıcaklık toleransına ve daha az sayıda hastalık ve zararlı problemlerine sahip olan Bermuda çiminin basılma ve çiğnenmeye olan dayanımında oldukça iyidir (Beard, 1973). Ülkemizin başta Akdeniz ve Ege bölgeleri olmak üzere yeşil alanlarında kullanılacak önemli çim türlerinden birisidir. Nitekim, Bermuda çiminin diğer sıcak iklim çim türleri ile Akdeniz iklimi şartlarında genel çim performansı ve kuraklığa dayanım açısından değerlendirildiği çalışmalarda en uygun çim türü olduğu bildirilmiştir (Severmutlu ve ark., 2011a; 2011b).

Poaceae (*Gramineae*) familyası altındaki *Cynodon* cinsine bağlı türler genel olarak Bermuda çimi olarak adlandırılır. Temel kromozom sayısı dokuz olan *Cynodon* cinsi farklı ploidi seviyelerine sahip dokuz türden oluşmaktadır (Harlan, 1970). Bu türler içerisinde en önemli iki tür; yabancı döllenmiş *C. dactylon* (L.) Pers (Bermuda çimi, köpek dişi ayrığı) ve *C. transvaalensis* Burt-Davy (Uganda çimi veya Afrika Bermuda çimi) dir (Taliaferro, 2003). Bugün çim bitkisi olarak kullanılan ve bu sektörde ekonomik açıdan büyük bir önem arz eden Bermuda çeşitleri bu iki türden gelmektedir (Taliaferro, 2003). Diploid *C. transvaalensis* türü tetraploid *C. dactylon* var. *dactylon* ile kolaylıkla melezlenebilmekte ve fertil bireyler oluşturabilmektedir (Taliaferro, 2003). Morfolojik açıdan oldukça geniş genetik varyasyona sahip olan *C. dactylon* (var. *dactylon*) türü çim bitkisi olarak değerlendirilebilecek narin bir tekstürden, yem bitkisi olarak kullanılmaya uygun, oldukça kaba yapıda bitki tiplerini içermektedir (Harlan ve de Wet, 1969). *C. dactylon* var. *dactylon* bir Eurasian çim varyetesi olup, Pakistan'dan Türkiye'ye kadar uzanan coğrafik alan ise evrimsel gelişim merkezidir (Harlan ve de Wet, 1969; Gulsen ve ark., 2009). Bermuda çiminin ülkemizde yayılışı ve genetik çeşitliliği üzerine yapılan çalışmalarda bölgenin bu tür özelinde genetik zenginliğine işaret etmiştir. Türkiye'nin güney kesimi boyunca toplanan Bermuda çimi (*C. dactylon* var. *dactylon*) genotiplerinin detaylı moleküler ve sitogenetik karakterizasyonları yapılmış ve çim bitkileri özellikleri ve kurağa dayanım bakımından değerlendirilmiştir (Gulsen ve ark., 2009; Karagüzel ve ark., 2009). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, Akdeniz Bölgemizin Bermuda çimi (*C. dactylon*) için dünyanın önemli bir gen ve genetik çeşitlilik merkezi olduğunu bilim dünyasına kanıtlamış ve toplanan genotipler arasında morfolojik özellikler ve kuraklık stresine tolerans bakımından önemli bir varyasyon olduğunu ortaya koymuştur.

Ülkemiz Bermuda çimi (*C. dactylon* var. *dactylon*) genetik orijini ve/veya çeşitlilik merkezi içinde olmasına rağmen, ticarete konu olan tüm Bermuda çimi çeşitleri ABD menşelidir. Bu durum ülkemizde Bermuda çimi ıslah programının oluşturulmasında oldukça geç kalınmış olmasından kaynaklanmaktadır. Kendi doğal bitki genetik kaynaklarımızdan yararlanarak kurağa dayanıklı özgün çim çeşitlerimizin geliştirilmesi için yapılacak ıslah çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Çünkü yerli çeşitler, bölgede yüzyıllardır var olan genotipler kullanılarak geliştirileceğinden daha yüksek adaptasyona yeteneğine sahip olurlar ve hastalık ve zararlılarına potansiyel olarak daha iyi dayanım gösterirler. Akdeniz bölgesi Bermuda çimi ıslahı yapmak ve kuraklık, sıcaklık ve bölgenin hastalık ve zararlılarına karşı dayanıklılık gibi önemli karakterler için seleksiyon yapabileceği

açısından çok elverişli bir iklime sahiptir. 2006 yılında Akdeniz Üniversitesinde başlatılan Bermuda çimi ıslah programı kapsamında Türkiye’den toplanan kurağa dayanıklı tetraploid *C. dactylon* ($2n=4x=36$) genotiplerinin, yüksek çim kalitesine sahip Güney Afrika orijinli *C. transvaalensis* ($2n=2x=18$) ile melezlemesiyle hibrit Bermuda çimi çeşit adayları geliştirilmiştir. Bu kapsamda geliştirilen ve kuraklık dayanımı ve üstün çim kalitesi ile öne çıkan hibrit çeşit adaylarından biri olan ‘Survivor’ için 2019 yılında tescil alınmıştır. Bu çalışmanın amacı ‘Survivor’ Bermuda çiminin arazi koşullarında genel çim performansını, bazı morfolojik özelliklerini ve kuraklık dayanımını ülkemizde de yaygın olarak kullanılan ticari Bermuda çimi çeşidi ‘Tifway’ ile kıyaslayarak ortaya koymaktır.

Materyal ve Yöntem

Akdeniz Üniversitesi’nde geliştirilen Türkiye’nin yerli ilk hibrit Bermuda çimi çeşidi olan ‘Survivor’ araştırmada bitki materyali olarak kullanılmıştır. ‘Survivor’ türler arası melezleme yöntemi (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*) kullanılarak geliştirilmiştir. Geliştirilme yöntemini kısaca özetlemek gerekirse; 2006 yılında Bodrum’dan Hatay-Reyhanlı’ya kadar uzanan bölgeden, farklı rakımlardan toplanan, Bermuda çimi (*C. dactylon* var. *dactylon*) genotiplerinin moleküler ve sitogenetik analizleri yapılarak ve arazi koşullarında çim performansları değerlendirilmiştir (Karagüzel ve ark., 2009). Ardındansıradışı kuraklık dayanımı ve üstün çim kalitesi nedeniyle seçilen yerel dört adet tetraploid *C. dactylon* genotipi ($2n=2x=36$), Güney Afrika orijinli çim kalitesi yüksek diploid ($2n=2x=18$) *C.transvaalensis* ile melezlenmiştir. Bu melezlemelerden elde edilen triploid projeniler moleküler markırlar ile taranmış ve hibrit oldukları doğrulanmış ön seleksiyondan geçirilmiş ve seçilen 273 adedi arazi koşullarında (2012-2015) kuraklık dayanımı ve çim performansları açısından karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda yüzlerce hibrit aday içinden üstün kuraklık dayanımı ve çim kalitesi ile öne çıkan Survivor (Islah deneme kodu: T4-C3) ve diğer 6 adet Bermuda çeşit adayı geliştirilmiştir.

Survivor’ın çim performansını ve kuraklık dayanımını ülkemizde de ticarete konu olan ve çok yaygın kullanılan triploid hibrit Bermuda çimi ‘Tifway’ ile karşılaştıran bu araştırma 2017-2019 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi çim bitkileri ıslah ve araştırma arazisinde yürütülmüştür. Çeşitler serada klonal olarak çoğaltılmış ve viyollerde büyütülen köklü çim fideleri, 5m x 3m boyutlarında hazırlanan parsellere 4 adet m^{-2} dikim sıklığında Haziran 2017’de dikilmiştir. Tesadüf blokları deneme deseninde ve üç tekerrürlü olarak yürütülen araştırmada parseller arasında 1 m boşluk bırakılmıştır. Toprak analiz sonuçlarına göre dikim öncesi parsellere net 5 g N m^{-2} oranında gübreleme (15N-6.6P-12.5K) yapılmıştır. Tesis olma sürecinde ise amonyum sülfat gübresi (21N-0P-0K) iki haftada bir 2.5 g N m^{-2} oranında verilmiştir. 2018 ve 2019 yıllarında Mayıs- Ekim dönemi boyunca her ay 5 g N m^{-2} dozunda gübreleme yapılmıştır. Dikimden itibaren bitkilerin su stresine girmelerini engelleyecek şekilde ihtiyaç duyuldukça yağmurlama sulama sistemi kullanılarak sulama yapılmıştır. Çimler 4 cm yükseklikten biçilmiş ve parseller arasına düzenli olarak glyphosate uygulaması yapılarak çeşitlerin birbirine karışması engellenmiştir.

Araziye aktarıldıktan itibaren alan kaplama oranı (tesis olma hızı), çim kalitesi ve rengi, sonbahar kış dönemi yeşil rengini koruma ve ilkbaharda yeşillenme (uyanma) ile stolon ve yaprak özelliklerine ait veriler alınmıştır.

Tesis olma hızı ve ilkbaharda yeşillenme oranı görsel %0-100 skalası (%0= yeşil çim örtüsü yok ve %100= tüm parsel yeşil çim örtüsü ile kaplı) kullanılarak iki haftada bir değerlendirilmiştir. İlkbaharda yeşillenme tüm parseller %100 yeşil dokuya ulaşana kadar mart-mayıs döneminde alınmıştır. Genel çim rengi bitkilerin stres altında olmadığı ve aktif büyüdüğü haziran ayında, sonbahar/kış dönemi yeşil rengini koruma ise kasım-ocak döneminde çimlerin %100 dormansi (dinlenme)'ye ulaştığı tarihe kadar iki haftada bir görsel 1-9 skalası (1=saman sarısı; 6= açık yeşil; 9= koyu yeşil) kullanılarak alınmıştır. Genel çim kalitesi, çim dokusuna ait renk, uniformite, yoğunluk, doku (tekstür), yabancı otlara ve biyotik/abiyotik streslere olan tepkinin bir kombinasyonu olup görsel 1-9 kalite puanlama skalası (1=ölü/çok kötü, 6=kabül edilebilir ve 9= mükemmel/ideal çim kalitesi) kullanılarak değerlendirilmiştir (NTEP, 2019). Çim yoğunluğu aktif büyüme döneminde (Haziran 2018) belirlenmiştir. Bu amaçla her bir parselden tesadüfî seçilen 2 noktadan 10 cm çapındaki toprak profil örnekleyici ile örnekler çıkarılmış, içindeki toplam sürgün sayısı belirlenmiş ve cm^2 ye düşen sürgün adedi hesaplanmıştır. Yaprak en, boy ve kanopi boylanma özelliklerini belirlemek için eylül-ekim döneminde her tekerrüre ait parselin yarısı biçilmeyerek büyüme ve çiçeklenmelerine izin verilmiştir. Çeşitlerin biçim uygulanmayan bu koşullarda, toprak yüzeyinden itibaren vertikal yönde oluşturduğu vejetatif aksamın uzunluğu olarak (çiçek başakları dahil ve hariç) tarif edilen kanopi yüksekliği (cm) her tekerrürden rastgele seçilen 20 farklı noktadan ölçümler yapılarak belirlenmiştir. Yaprak ölçümleri ise tesadüfî seçilen 10 bitki üzerinden yapılmıştır. Stolon özellikleri dikimden 3 hafta sonra her tekerrürden tesadüfî seçilen 10 adet çim fidesi üzerinde belirlenmiştir. Seçilen fidelerin her birinde en uzun 3 adet stolon (maksimum uzunluk) belirlenmiştir. Ardından bu stolonlarda; en uçtan (apikal meristemden) geriye doğru 4. boğuma kadar olan mesafe (ort. stolon uzunluğu), 3. üncü ve 4. üncü boğumlar arasındaki mesafe (boğumlar arası uzunluk) ve çap (stolon çapı), ve 4.boğum üzerindeki toplam sürgün sayısı (adet) ile stolon yaprağının eni (mm) ve boyu (cm) belirlenmiştir.

Alanda tesis olmuş olan çeşitlere ikinci yıl 60 gün süreyle (20 Haziran-20 Ağustos) kuraklık stresi uygulanarak kurağa dayanımları belirlenmiştir. Kuraklık stresi başlatılmadan hemen önce tüm parseller iyice sulanarak tarla kapasitesine getirilmiş ve ardından 60 gün süresince sulama yapılmamıştır. Bu süreçte kuraklık denemesini aksatacak herhangi bir yağış gerçekleşmemiştir. Kuraklık stresi altında haftalar bazında % yaprak yanma/kuruma oranı, kanopi sıcaklığı, bitki klorofil içeriği, çim indeks değeri, çim kalitesi ve çim rengindeki değişim belirlenmiştir. Yaprak Yanma/Kuruma Oranı (%) 0-100 skalası kullanılarak tespit edilmiştir. Bu skalada %0 = Yapraklarda hiçbir yanma (kuruma) olmadığını, %100= ise parseldeki tüm yaprakların yandığını (kuruduğu) ifade etmektedir (Beard ve Sifers, 1997). Çim Kanopi Sıcaklığı infrared termometre (IR2-S Infrared thermometer) ile öğlen 12.00-14.30 saatleri arasında her tekerrürden 20 adet ölçüm alınarak belirlenmiştir. Relatif yaprak klorofil içeriği klorofil metre (Field Scout CM 1000; Spectrum Technologies, Inc., Plainfield, IL) ve çim indeks değeri ise renk/kalite ölçüm cihazı (Field Scout TCM 500 NDVI Spectrum Technologies, Inc., IL) kullanılarak her tekerrürden 15 adet okuma yapılarak alınmıştır. Çim renk/kalite ölçer cihazı alandaki 660 nm ve 840 nm dalga boyundaki ışığı kullanarak normalize edilmiş vejetasyon index değerlerini (NDVI) hesaplamakta ve bu değerleri kullanarak 1- 9 arası çim indeks değerlerine dönüştürmektedir. Bu sıkalada 1= en kötü çim kalitesi olup (ölü/sarı çim örtüsü), 9 değeri en yüksek çim kalitesine eşdeğerdir. Kuraklık stresi sonunda ise parsellerde sulama yeniden başlatılarak normal sulama rejimi uygulanmıştır. Bu dönem boyunca ise

çeşitlerin stres sonrası kendini yenileme oranı (rejenerasyon yeteneği) ve genel çim kalitesi ve rengindeki değişim belirlenmiştir.

Arazi gözlemlerinden alınan tüm veriler PROC GLM programı (SAS Institute, 1999) ile varyans analiz yöntemi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Tüm ortalamalar Fisher metoduna göre korunmuş en az önemli fark (LSD) testi ile karşılaştırılmış ve faktörler düzeyinde LSD_(0.05) değerleri hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Kalite, renk ve ilkbaharda yeşillenme gibi iki yıl boyunca alınan çim performans verileri ile yıllar arasında önemli bir interaksiyon bulunmadığından yıllar ayrı olarak değerlendirilmemiştir (Çizelge 1). Analiz sonuçları incelenen tüm performans özellikleri bakımından ‘Survivor’ ve ‘Tifway’ Bermuda çimi çeşitleri arasında istatistiki olarak önemli farkların olduğunu ortaya koymuştur. Dikimden itibaren ilk sekiz hafta boyunca ‘Survivor’ alanda daha hızlı yerleşerek daha fazla çim dokusu oluşturmuştur. Örneğin dikimden altı hafta sonra ‘Survivor’ ve ‘Tifway’ çeşitlerinin alan kaplama oranları sırasıyla ort. %57 ve %22 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Ekim/dikimden sonra alanı hızla kapatabilme sadece istenen yeşil örtüye kısa zamanda ulaşmayı değil, yüksek rejenerasyon yeteneği (örn. kuraklık ya da trafik stresi sonrası kendini hızlı yenileme) ve yabancı otları baskılamayımkanı vermesi (özellikle ilk yerleşme sırasında) nedeniyle çim bitkileri sektöründe oldukça arzu edilen bir kriterdir. Bu bakımdan ‘Survivor’ın hızlı tesis olabilme yeteneği ile Bermuda çimi pazarı için önemli bir avantaja sahip olacağı düşünülmektedir.

Çizelge 1. Hibrit Bermuda çimi ‘Survivor’ ve ‘Tifway’ çeşitlerinin Antalya’da arazi koşullarında (2017-2019) genel çim performansları.

Çeşitler	Tesis olma hızı (%)				Çim Rengi (1-9 skalası)			
	6. hafta	8. hafta	12. hafta	16. hafta	Yaz	15 Kasım	15 Aralık	Sonb.-Kış Ort.
Survivor	57a	70a	80a	100a	8.2a	7.1a	6.1a	6.6a
Tifway	22b	55b	78a	100a	7.0b	5.7b	5.4b	5.6b
Çim Kalitesi (1-9 skalası)								
Çeşitler	İlkbahar				Sonbahar-Kış			
	15 Mart	15 Nisan	30 Nisan	İlk. ort.	Haz.-Ağus.	15 Kasım	15 Aralık	Sonb.-Kış Ort.
Survivor	4.7a	6.1a	6.8a	5.9a	8.1a	7.0a	6.2a	6.6a
Tifway	3.5b	4.4b	4.8b	4.2b	7.5b	5.3b	4.8b	5.1b
Çeşitler	İlkbaharda Yeşillenme %			Sürgün yoğunluğu (Adet cm ⁻²)	Yaprak eni (mm)	Yaprak Boyu (cm)	Kanopi Yüksekliği (cm)	
	15 Mart	30 Mart	20 Nisan				Vejetatif	Çiçekli
Survivor	48a	71a	95a	8.9a	2.8a	7.7a	31.8a	39.8a
Tifway	36b	48b	68b	7.2b	2.4a	6.3a	27.5a	36.4a
Stolon özellikleri								
Çeşitler	Ort. Uzunluk (cm)	Mak. Uzunluk (cm)	Stolon çapı (mm)	Boğum arası uzunluk (cm)	Stolon Yaprak boyu (cm)	Stolon Yaprak (mm)	Boğumda Sürgün sayısı (adet)	Stolonda boğum sayısı (adet)
Survivor	14.7a	115.8a	1.2a	4.6a	2.7a	1.9a	4.6a	21.6a
Tifway	20.1b	107.0a	1.3a	5.3b	2.5a	2.3a	3.0b	22.5a

Her bir özellik açısından aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$)

Kalite ve renk çim bitkileri ıslahında önemli seleksiyon kriterleri arasındadır. Bermuda çiminde kalite ve renk açısından seleksiyonu mümkün kılacak ölçekte varyasyonun mevcut olduğu bildirilmektedir (Trenholm ve ark., 1998; Taliaferro, 2003). Çeşitlerin aktif büyüdüğü ve herhangi bir stres altında olmadıkları yaz dönemi çim rengi sonuçları ‘Survivor’ çeşidinin 8.2 renk skala değeri ile ‘Tifway’den (7.0) daha koyu-mavimsi yeşil çim rengine sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Çizelge 1). Genel çim kalitesi açısından da çeşitler arasındaki farklar önemli bulunmuş ve deneme süresince ‘Survivor’ çeşidinin Tifway’den daha yüksek çim kalitesi sağladığı tespit edilmiştir. Sonbahar döneminde 0–10 °C arası düşük sıcaklıklar tüm sıcak iklim çim türlerinde olduğu gibi Bermuda çiminde klorofil kaybına, nekrotik lezyonların oluşmasına, büyüme ve gelişmenin durmasına, dinlenme (dormansi) dönemine girmeye ve yeşil rengin kaybına (saman sarısı/kahverengine dönüşmesine) sebep olmaktadır (Beard, 1973; DiPaola ve ark., 1982; Youngner ve ark., 1981). Akdeniz gibi subtropik iklimlerde yetişen Bermuda çimi çeşitlerinin 0–10 °C arası sıcaklığa olan toleranslarının iyi olması bu sayede gerek renk kaybı gerekse büyüme açısından minimum bir azalma göstermesi arzu edilen bir kalite kriteridir (Taliaferro, 2003). Sonbahar /kış döneminde ‘Survivor’ ın yeşil rengini ve kalitesini daha uzun süre muhafaza ettiği ve dormansiye daha geç girdiği tespit edilmiştir (Çizelge 1). Nitekim kasım ayı ikinci yarısı itibarıyla dormansiye giren ‘Tifway’ çeşidinin rengi aralık ayında 5.4 skala değeri ile sarımsı-yeşil tona gerilerken aynı tarihte ‘Survivor’ 6.1 skala değeri ile hala yeşil rengini muhafaza etmekteydi. Yaz dönemi boyunca ort. 7.5 kalite sağlayan ‘Tifway’ çeşine kıyasla 8.1 skala değeri ile oldukça iyi çim kalitesi sağlayan ‘Survivor’ kalitesini sonbahar/ kış döneminde de sürdürmüştür. Nitekim aralık ayının ikinci yarısında ‘Survivor’ 6.2 skala değeri ile hala kabul edilebilir bir çim kalitesi sağlarken aynı tarihte ‘Tifway’ 4.8 skala değerine düşerek kötü bir çim kalitesi sunmuştur. Bermuda çimi çeşitleri arasında düşük sıcaklıklara tepki açısından önemli farklılıklar olduğu literatürde bildirilmektedir (Dudeck ve Peacock, 1985; White ve Schmidt 1989; Severmutlu ve ark., 2011b). Bermuda çiminde sonbaharda dormansiye geç girerek yeşil rengin ve kalitenin daha uzun süre korunması mekanizmasının yaprak klorofil içeriği ve karbonhidrat metabolizması ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Zhang ve ark., 2006; Macolino ve ark., 2012).

İlkbaharda dormansiden çıkma ve yeşillenme hızı bakımından çeşitler arasındaki farklar önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Survivor çeşidinin ilkbaharda daha erken uyandığı ve %100 yeşil çim dokusuna daha hızlı ulaştığı tespit edilmiştir. Örneğin mart sonunda ‘Tifway’ çeşidinin sadece %48 oranında yeşillendiği tarihte Survivor %71 oranında yeşil çim dokusuna ulaşmıştır. İlkbaharda dormansiden çıkarak yeşillenmenin başlatıldığı taban sıcaklık değerleri açısından, Bermuda çiminde geniş varyasyon olduğu bildirilmektedir (Unruh ve ark., 1996; Madakadze ve ark., 2003). Nitekim çalışma sonuçlarımıza benzer şekilde ilkbaharda uyanma yeşillenme hızı bakımından Bermuda çeşitleri arasında farklılıklar olduğu literatürde bildirilmektedir (Croce ve ark., 2001; NTEP, 2006; Severmutlu ve ark., 2011b). İlkbaharda daha erken uyanan ‘Survivor’ hızla kalitesini artırarak nisan ayında kabul edilebilir ve üstü çim kalitesine (≥ 6.1) ulaşmış, ‘Tifway’ ise ort. 4.4 skala değeri ile hala kötü bir çim kalitesi sunmuştur. Özellikle geç dormansiye giren ve ilkbaharda da erkenden yeşillenerek kısa bir dormansi dönemine sahip çeşitlerin geliştirilmesi Bermuda çeşit ıslahında büyük önem taşımaktadır. Çünkü diğer sıcak iklim çim türlerinde olduğu gibi erken dormansiye (dinlenmeye) girme ve dormansiden geç çıkma çimlerin yıl boyu aktif ve fonksiyonel kalma sürelerini kısalttığı için arzu edilmez (Beard, 1973). Bu bakımdan

'Tifway' çeşidine göre daha kısa dinlenme dönemine sahip 'Survivor' özellikle subtropik iklimlere sahip bölgelerde daha uzun süre yeşil doku sağlayacak çim alanların oluşturulması için önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Çim yoğunluğu Bermuda çiminde geliştirilmesi gereken karakterlerden biri olarak gösterilmektedir (Wu ve ark, 2009). Çim bitkisinin farklı koşullara adapte olabildiğinin bir ölçütü olan yoğun bir çim örtüsü arzu edilen bir karakter olup, bitkinin yoğun miktarda rizom ve stolon üretebildiğinin de göstergesidir (Turgeon, 1999; Emmons, 2000). Analiz sonuçları Survivor Bermuda çiminin 'Tifway' çeşidinden daha yoğun çim dokusuna sahip olduğunu ve birim alanda ort. %24 daha fazla sürgün içerdiğini ortaya koymuştur (Çizelge 1). Genel olarak birim alanda artan sürgün sayısı çim kalitesinde yükselmektedir (Beard, 1973). Nitekim 'Survivor' çeşidinin çim yoğunluğu açısından gösterdiği performans, çim kalitesi sonuçları ile paralellik göstererek bu trendi doğrulamaktadır. Sonuçlar 'Tifway' çeşidinin yapraklarının 'Survivor'dan biraz daha ince (%14) ve kısa (%18) olduğunu ortaya koymakla birlikte farklar istatistik olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 1). Biçim yapılmayan koşullarda 'Survivor' Bermuda çimi 'Tifway' çeşidine benzer kanopi yüksekliği oluşturarak yaklaşık 40 cm boylanmıştır. Genel olarak stolon özellikleri, başta tesis olma kabiliyeti olmak üzere, çim yoğunluğu ve kalitesi, trafik, hastalık, kuraklık vb stres sonrası çimlerin kendini yenileme kabiliyeti gibi özelliklerine etkisi nedeniyle önemlidir (Beard, 1973). Analiz sonuçları stolon uzunluğu (uçtan geriye 4. boğuma kadar), boğumlar arası uzunluk ve boğumda ort. sürgün sayısı bakımından çeşitler arasındaki farkların istatistik olarak önemli olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 1). Bermuda çimi genotip ve varyetelerinin stolon ve yaprak yapısı gibi bitkinin tekstürünü oluşturan özellikler bakımından büyük oranda varyasyon gösterdiği literatürde de bildirilmiştir (Taliaferro, 2003). 'Tifway' çeşidi ile kıyaslandığında 'Survivor'da stolon uzunluğu ve boğumlar arası mesafenin sırasıyla %27 ve %13 oranında daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Boğumda (uçtan geriye 4. boğumda) oluşan sürgün sayısı 'Survivor' çeşidinde ort. % 35 oranında daha fazla bulunmuştur. Genel olarak boğumdan oluşturulan sürgün sayısının fazla olması demek, potansiyel olarak daha yoğun çim dokusuna sahip olabilmek, alanı daha hızlı kapatabilmek ve stress sonrası yüksek rejenerasyon için önemli bir avantaja sahip olmak şeklinde yorumlanabilir. Nitekim, 'Survivor' çeşidinin tesis olma, çim yoğunluğu ve kuraklık sonrası rejenerasyon oranına ilişkin gösterdiği üstün performans bu görüşü doğrulamaktadır.

Kurağa dayanıklı çim tür ve çeşitlerinin kullanılması peyzaj sulamalarına ayrılabilir suyun kısıtlı olduğu bölgelerde su tüketiminin azaltılması ve su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması yönünde en önemli stratejilerden biridir (Carrow ve ark., 1990). Bu bakımdan yeni geliştirilecek çeşitlerde kuraklık dayanımı aranan en önemli seleksiyon kriterlerinden birisidir. Analiz sonuçları kuraklık dayanımı açısından çeşitler arasında farklılıklar olduğu ve bu farkların önemli olduğunu ortaya koymuştur. Kuraklık stresi süresince alınan yaprak yanma/kuruma oranı, kanopi sıcaklığı, bitki klorofil içeriği, çim kalitesi, çim indeks ve çim rengindeki değişim oranlarına ait analiz sonuçları çizelge 2 de sunulmuştur. Kuraklık stresine tepki olarak yaprak ucu ve kenarlarında başlayarak tüm yaprak boyunca ilerleyen sararma ve kahverengiye dönme olarak tarif edilen yanma (kuruma) arazi koşullarında kuraklık stresinin en önemli görsel ölçütlerinden birisidir ve su kaybından korunmanın veya yeşil yaprak renginin muhafazasının ölçüsüdür (Carrow 1996; Beard ve Sifers, 1997). Veriler incelendiğinde ilerleyen kuraklık stresi altında 'Survivor' çeşidinin daha düşük yaprak yanma oranı ile endüstri

standardı olarak gösterilen ‘Tifway’ çeşidinden daha iyi kuraklık dayanımı gösterdiği tespit edilmiştir. Örneğin kuraklık uygulamasının başlatılmasından 3 hafta sonra, çim yapraklarındaki % yanma oranının ‘Tifway’ çeşidinde ort. %73’e ulaştığı zamanda bu oran ‘Survivor’da sadece %7 bulunmuştur. Kuraklık stresi altında %90 ve üzeri yaprak yanma oranı ‘Tifway’ de 4. haftada gerçekleşirken bu oran ‘Survivor’ da ancak 8. haftada görülmüştür

Çizelge 2. Hibrit Bermuda çimi ‘Survivor’ ve ‘Tifway’ çeşitlerinin Antalya’da 8 hafta uygulanan (21 Haziran-20 Ağustos 2018) kuraklık stresi altında genel çim performansları ve stres sonrası normal sulama rejimi altında kendilerini yenileme (rejenarasyon) kabiliyetleri.

Kuraklık Stresi Altında (8 hafta) Çim Performansı						
	Yaprak yanma oranı (%)		Klorofil oranı		Kanopi sıcaklığı (°C)	
	Survivor	Tifway	Survivor	Tifway	Survivor	Tifway
Stres öncesi	-	-	351a	224b	23.9a	31.3a
1.hafta	0 a	14 b	352a	196b	24.2a	34.9b
2.hafta	0a	53b	341a	148b	26.5a	41.0b
3.hafta	7a	73b	233a	114b	29.3a	45.0b
4.hafta	18a	93b	179a	83b	34.9a	46.0b
5.hafta	43a	99b	127a	76a	38.1a	48.6b
6.hafta	68a	100a	108a	75a	40.5a	51.5a
7.hafta	78a	100a	92a	72a	42.6a	52.6b
8.hafta	94a	100a	90a	69a	51.1a	53.3a
	Çim kalitesi (1-9 skalası)		Çim indeksi (1-9 skalası)		Çim Rengi (1-9 skalası)	
	Survivor	Tifway	Survivor	Tifway	Survivor	Tifway
Stres öncesi	8.8a	7.7b	8.3a	8.0b	9.0a	7.3b
1.hafta	8.9a	6.3b	7.7a	6.9b	9.0a	6.2b
2.hafta	8.8a	4.0b	7.3a	6.0b	9.0a	4.5b
3.hafta	7.8a	3.0b	6.9a	4.5b	7.9a	3.0b
4.hafta	5.8a	1.7b	6.5a	3.9b	7.0a	1.5b
5.hafta	4.2a	1.7b	5.6a	3.8a	5.0a	1.3b
6.hafta	3.0a	1.2a	5.1a	3.7a	3.3a	1.2a
7.hafta	2.3a	1.2a	4.8a	3.8a	2.0a	1.2a
8.hafta	1.2a	1.0a	4.9a	3.6a	1.3a	1.0a
Kuraklık Stresi Sonrası Çim Performansı						
	Rejenarasyon (Yeşil doku) %		Çim Kalitesi (1-9 skalası)		Çim Rengi (1-9 skalası)	
	Survivor	Tifway	Survivor	Tifway	Survivor	Tifway
1.hafta	80a	29b	6.5a	2.2b	7.5a	2.3b
2.hafta	98a	66b	7.5a	4.6b	8.0a	4.7b
3.hafta	100a	74b	7.6a	5.4b	8.0a	5.5b
4.hafta	100a	78b	7.7a	5.8b	8.2a	6.2b
8.hafta	100a	95b	8.0a	6.1b	8.9a	6.3b

Her bir özellik açısından haftalar bazında aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$)

Kuraklık stresinin bitkide sebep olduğu önemli etkilerden biriside klorofil moleküllerinin parçalanması ve kaybıdır (Long ve ark., 1994). Bitkinin kuraklık stresine verdiği tepkilerden biri olarak klorofil

içeriğindeki değişimin takibinin, hassas ve kolayca ölçülebilen bir karakter olması nedeniyle araştırmalarda ve seleksiyonlarda kullanımı önerilmektedir (O'Neill ve ark., 2006; Silva ve ark., 2010; Çamoğlu ve ark., 2019). Analiz sonuçları kuraklık stresi altında her iki Bermuda çiminin klorofil içeriklerinde değişen oranlarda önemli azalmalar olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 2). Örneğin, kuraklık stresi başlatılmadan hemen önce ort. 351 (Survivor) ve 224 (Tifway) olan klorofil indeks değerleri, stres ilerledikçe artan yaprak yanma oranına paralel olarak ortalama %70 oranında azalarak denemenin sonlandırıldığı tarihte (8.hafta) sırasıyla 90 ve 69 indeks değerine düşmüştür. Bu durum kuraklık stresi sonunda gözlemlenen %90-100 yaprak yanma oranı (kuruma) ile örtüşmektedir. Kuraklık süresi ve şiddeti ile orantılı olarak çim yapraklarında klorofil miktarının azaldığı önceki çalışmalarda da bildirilmiştir (Jiang ve Huang, 2001; He ve Huang, 2010). Öte yandan 'Survivor' çeşidinin klorofil içeriğini daha iyi ve uzun süre muhafaza ettiği ve stres altında 5. haftaya kadar çeşitler arasındaki farkların önemli olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, kuraklık stresi altındaki 2. hafta sonunda stres öncesi değer ile kıyaslandığında klorofil içeriklerinin 'Survivor' ve 'Tifway' çeşitlerinde sırasıyla %3 ve %34 oranında azaldığı anlaşılmıştır (Çizelge 2).

Bitki kanopi sıcaklığındaki değişimin izlenmesi yoluyla bitkinin kuraklık stresine olan tepkisinin ortaya konması araştırmalarda kullanılan yöntemlerdendir (Gibeault ve Cockerham, 1985; Alkire ve Simon, 1992). Eğer bitkinin alabileceği su sınırlanırsa, transpirasyon giderek azalır ve absorbe edilen radyasyon nedeniyle bitki yaprak (kanopi) sıcaklığı artış göstererek ortam sıcaklığının üstüne çıkar (Jackson, 1982). Bu eğilim uyguladığımız 60 günlük kuraklık stresi altında görülmüş ve kanopi sıcaklıkları iki çeşitte ancak farklı oranlarda artarak, stres öncesi sıcaklık değerlerinin üstüne çıkmıştır (Çizelge 2). Analiz sonuçları kuraklık stresi altında 6. haftaya kadar kanopi sıcaklığı bakımından çeşitler arasında görülen farkların önemli olduğunu ve 'Survivor' çeşidinin daha düşük kanopi sıcaklık değerlerini sürdürdüğünü ortaya koymuştur. Örneğin kuraklık stresi altında çim kanopi sıcaklığının 'Tifway' de ort. 45 °C' ye ulaştığı 3. hafta sonunda; bu değer 'Survivor'da ort. 29 °C olarak saptanmıştır. Kuraklık stresi altındaki bitkilerde, daha düşük kanopi sıcaklığını sürdürebilme, topraktaki suyu çok daha iyi alabilme ve/veya çok farklı fizyolojik ve morfolojik adaptasyon özelliklerini devreye sokarak bitki su içeriğini daha iyi muhafaza edebilme kapasitesinin bir göstergesidir (Blum ve ark., 1982; Blum ve Pnuel, 1990).

Artan kuraklık stresi farklı düzeylerde olmak üzere çeşitlerin genel çim kalitesi ve rengini düşürmüştür. Analiz sonuçları renk ve kalite açısından çeşitler arasında görülen farkların stres altındaki ilk altı hafta boyunca istatistiki olarak önemli olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 2). Bu süreçte 'Survivor' çeşidinin genel çim kalitesini ve yeşil rengini daha iyi koruduğu tespit edilmiştir. Örneğin kuraklık stresi altında 3.haftayı geride bırakırken 'Survivor' ort. 7.8 kalite skala değeri ile hala oldukça iyi çim kalitesi sağlarken ticari çeşit 'Tifway'in kalitesi kabul edilebilir minimum çim kalitesi olan 6.0'ın çok daha altına düşerek ort. 3.0 skala değerine gerilemiştir. Benzer şekilde kuraklık stresinin 4. haftasında 'Survivor' ort. 7.0 renk skala değeri ile hala yeşil bir renk ve kabul edilebilir çim kalitesi sağlarken aynı tarihte ort. 1.5 renk skala değerine gerileyen 'Tifway' yeşil rengini kaybederek saman sarısı renge bürünmüştür. Kuraklık stresi altında çim indeks (grass indeks) değerleride ölçülmüştür. Normalize edilmiş ve jetasyon indeksi (NDVI) değerlerini 'çim indeks' değerine dönüştüren çim renk ölçer aleti çim kalitesi ve/veya renginin daha objektif alınmasını sağlayabilmektedir (Keskin ve ark., 2008).

Çim indeks değerleri aynı süreçte alınan görsel çim kalite ve renk ile karşılaştırıldığında sonuçların birbirleriyle uyum içinde olduğu anlaşılmıştır. Nitekim ‘Survivor’ kuraklık stresi altında daha yüksek çim indeks değerlerini sağlayarak ‘Tifway’ çeşidini geride bırakmıştır (Çizelge 2). Bu sonuçlar kuraklık dayanımının ortaya konmasında çim indeks ölçümlerinin kullanılabilmesine de işaret etmektedir. Önceki çalışmalarda benzer şekilde çim indeks (NDVI) değerleri ile bitki stres durumu arasında önemli ilişkinin varlığına dikkat çekmiştir (Fenstermaker-Shaulis ve ark., 1997; Trenholm ve ark., 1999; Bell ve ark., 2002; Jiang ve ark., 2003).

Kuraklık stresi sonrası rejenerasyon (kendini yenileyebilme) yeteneği arazi koşullarında kuraklığa dayanıklılığın diğer bir ölçüsüdür (Beard ve Sifers, 1997). Rejenerasyon yeteneği kuraklık stresinin sona erdirildiği 60. gün sonunda %95-100 oranında yaprak yanma oranı ile saman sarısı renge dönen çeşitlerin sulamaya tekrar başladıktan itibaren parsellerinde % olarak geliştirdikleri yeşil sürgün bağlamında değerlendirilmiştir. Kuraklık stresi sonrası çeşitlerin kendini yenileme oranı, genel çim kalitesi ve rengindeki değişim Çizelge 2’de verilmiştir. Analiz sonuçları iki Bermuda çeşidi arasında kuraklık sonrası kendini yenileme hızı bakımından görülen farkların önemli ve ‘Survivor’ çeşidinin daha yüksek rejenerasyon yeteneğine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Nitekim sulamanın tekrar başlatılmasından sadece 1 hafta sonra ‘Survivor’ çeşidinin ort. %80 oranında yeşil çim dokusu geliştirdiği tarihte ‘Tifway’ sadece ort. %29 oranında kendini yenilemiştir. Sonuçlar kuraklık sonrası kalite ve renk değerleri açısından çeşitler arasındaki farkların önemli olduğunu ve ‘Survivor’ çeşidinin daha kısa sürede yüksek çim kalitesini sağladığını ortaya koymuştur. Örneğin sulamanın başlatılmasından sadece 1 hafta sonra ‘Survivor’ ort. 6.5 skala değeri ile kabul edilebilir ve üstü çim kalitesine ulaşarak yeşil çim dokusu (7.5 renk skala) sağlayabilmiştir. Öte yandan ‘Tifway’ kabul edilebilir çim kalitesi ve yeşil çim dokusuna sulamanın başlatılmasından ancak dört hafta sonra ulaşabilmiştir. Kuraklık dönemi ve sonrası analiz sonuçları beraber değerlendirildiğinde ‘Survivor’ çeşidinin kuraklık stresi altında daha düşük yaprak yanma oranı ve daha yüksek klorofil içeriği ile çim kalite ve rengini daha uzun süre koruduğu ve kuraklık sonrasında ise çok daha hızlı bir şekilde kendini yenileyerek daha iyi kuraklık dayanımına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Kurağa dayanıklı bir tür olarak bildirilen Bermuda çiminde, kuraklık toleransı ve su tüketimi (Beard ve ark., 1992; Beard ve Sifers, 1997; Kneebone ve Pepper, 1982) bakımından tür içinde önemli varyasyona sahip olduğu bildirilmektedir. Ülkemiz gibi subtropikal iklim koşullarına sahip bölgelerden seçilen Bermuda genotiplerinin kuraklığa toleransının ılıman iklimlerden toplananlardan daha iyi olduğuna özellikle dikkat çekilmektedir (Beard ve Sifers, 1997). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarda Türkiye’den toplanan yerel genotipleri kullanarak geliştirilen ‘Survivor’ çeşidinin kuraklık stresinden daha az etkilendiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde Bermuda çimi ile yapılan araştırmalarda, yerel Bermuda genotiplerinin ve bunlardan geliştirilen çeşitlerin kuraklık stresi altında popüler ticari çeşitlerden daha iyi performans gösterdiklerini ve bunların kuraklık dayanımı için mükemmel kaynak olabileceklerini kanıtlamıştır (Hays ve ark., 1991; Zhou ve ark., 2009, 2012).

Sonuç

Akdeniz Üniversitesinde türler arası melezleme yöntemiyle geliştirilen yerli Bermuda çimi çeşidi ‘Survivor’ın genel çim performansı ve kuraklık dayanımı ‘Tifway’ ile arazi koşullarında karşılaştırılmıştır. Daha koyu yeşil çim rengine sahip ‘Survivor’ yıl boyunca daha yüksek çim kalitesi sağlamıştır. Sonbaharda daha geç dormansiye giren ‘Survivor’ İlkbaharda daha erken uyanarak yeşillenmiştir. Bu bakımdan ‘Tifway’ çeşidine göre daha kısa dinlenme dönemine sahip ‘Survivor’ özellikle subtropik iklimlerde daha uzun süre yeşil kalan çim alanların oluşturulması için önemli bir potansiyel sunmaktadır. ‘Survivor’ kuraklık stresi altında çim kalitesini ve yeşil rengini çok daha uzun süre muhafaza etmiş ve stres sonrasında ise hızla kendini yenileyerek yüksek kuraklık dayanımına sahip olduğunu kanıtlamıştır. Sonuçlar yerli ilk Bermuda çim çeşidimiz ‘Survivor’ın üstün çim performansına ve kuraklık dayanımına sahip olduğunu ve Akdeniz iklim kuşağında sürdürülebilir yeşil alanların oluşturulması için kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Teşekkür

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

Kaynakça

- Alkire, B.H. and Simon, J.E. 1992. Use of IR thermometry to monitor water status in peppermint. *Acta Horticulturae*, 306: 385–396.
- Beard, J.B. 1973. *Turfgrass: Science and culture*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, USA. 658p.
- Beard, J.B., Green, R.L. and Sifers, S.I. 1992. Evapotranspiration and leaf extension rates of 24 well-watered turf type Cynodon genotypes. *HortScience*, 27:986-988.
- Beard, J.B. and Sifers, S.I. 1997. Genetic diversity in dehydration avoidance and drought resistance within the Cynodon and Zoysia species. *International Turfgrass Society Research Journal*, 8:603-610.
- Bell, G.E., Martin, D.L., Wiese, S.G., Dobson, D.D., Smith M.W., Stone, M.L. and Solie, J.B. 2002. Vehicle-mounted optical sensing: An objective means for evaluating turf quality. *Crop Sci.*, 42:197–201.
- Blum, A., Mayer J. and Gozlan, G. 1982. Infrared thermal sensing of plant canopies as a screening technique for dehydration avoidance in wheat. *Field Crops Res.*, 5:137–146. doi:10.1016/0378-4290(82) 90014-4.
- Blum, A. and Pnuel, Y. 1990. Physiological attributes associated with drought resistance of wheat cultivars in a Mediterranean environment. *Australian Journal of Agricultural Research*, 41:799–810.

- Çamoğlu, G., Demirel, K., Akçal, A. ve Genç, L. 2019. Su Stresinin Sofralık Domatesin Verimi ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33 (1):15-29. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat/issue/45425/570918>
- Carrow, R.N., Shearman, R.C. and Watson, J.R. 1990. Turfgrass. Irrigation of Agriculture Crops. Editörler: Stewart, B.A., Nielsen D.R. *Agronomy Monograph*, 30. Amer. Soc. Agron. Madison: WI. USA, 475p.
- Carrow, R.N. 1996. Drought resistance aspects of turfgrasses in the southeast: Root-shoot responses. *Crop Sci.*, 36:687-694.
- Croce, P., Deluca, A., Mocioni Volterranni, M.M. and Beard, J.B. 2001. Warm-season turfgrass species and cultivar characterizations for a Mediterranean climate. *Intl. Turf. Soc. Res. J.*, 9:855-859.
- DiPaola, J.M., Beard, J. B. and Brawand, H. 1982. Keys events in the seasonal root growth of Bermudagrass and St. Augustinegrass. *HortScience*, 17:829-831.
- Dudeck, A.E. and Peacock, C.H. 1985. "Tifdwarf" Bermudagrass growth response to carboxin and GA3 during suboptimum temperatures", *HortScience*, 20:936-938.
- Emmons, R. 2000. *Turfgrass science and management*. Delmar Publishers, Albany, NY, USA. 528p.
- Fenstermaker-Shaulis, L.K., Leskys, A. and Devitt, D.A. 1997. Utilization of remotely sensed data to map and evaluate turfgrass stress associated with drought. *J. Turfgrass Management*, 2:65-80.
- Gibeault, V.A. and S.T. Cockerham, 1985. *Turfgrass water conservation*. publ.21405, University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, CA.385p.
- Gulsen, O., Sever-Mutlu S., Mutlu, N., Tuna, M., Karaguzel, O., Shearman, R.C., Riordan, T.P. and Heng-Moss T.M. 2009. Polyploidy creates higher diversity among Cynodon accessions as assessed by molecular markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 118:1309-1319.
- Harlan, J.R. and de Wet, J.M.J. 1969. Sources of Variation in Cynodon dactylon (L). Pers. *Crop Science*, 9:774-778.
- Harlan, J.R. 1970. Cynodon species and their value for grazing and hay. *Herbage Abs.* 40:233-238.
- Hays, K.L., Barber, J.F., Kenna, M.P. and McCollum, T.G. 1991. Drought avoidance mechanisms of selected bermudagrass genotypes. *HortScience*, 26:180-182.
- He, Y. and Huang, B. 2010. Differential Responses to Heat Stress in Activities and Isozymes of Four Antioxidant Enzymes for Two Cultivars of Kentucky Bluegrass Contrasting in Heat Tolerance. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 135:116-124.
- Jackson, R.D. 1982. Canopy temperature and crop water stress: Advances in irrigation, Ed.: Hillel, D.E, Academic, NewYork, USA, pp. 43-85.

- Jiang, Y. and Huang, B., 2001. Drought and Heat Stress Injury to Two Cool-Season Turfgrasses in Relation to Antioxidant Metabolism and Lipid Peroxidation. *Crop Science*, 41,436-442.
- Jiang, Y.W., Carrow, R.N. and Duncan, R.R. 2003. Correlation analysis procedures for canopy spectral reflectance data of seashore paspalum under traffic stress. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 128:343-348.
- Karagüzel, O., Sever Mutlu, S., Mutlu, N., Gülşen, O., Gürbüz, E., & Hocagil, M.M. (2009). Bermuda Çimi [Cynodon dactylon (L.) Pers var. dactylon] Genotiplerinin Toplanması, Çim Bitkileri Özellikleri Bakımından Değerlendirilmesi ve Moleküler Karakterizasyonlarının Yapılması ve Alternatif Sıcak İklim Çim Türlerinin Akdeniz Bölgesi Şartlarında Cynodon dactylon ile Performanslarının Karşılaştırılması Projesi. TÜBİTAK-TOVAG Projesi (No: 105 O 586), Proje Sonuç Raporu, Ankara, 105 s.
- Keskin, M., Han, Y.J., Dodd, R.B. and Khalilian A. 2008. Reflectance-based sensor to predict visual quality ratings of turfgrass plots. *Appl. Eng. Agric.* 24:855-860.
- Kneebone, W.R. and Pepper, I.L. 1982. Consumptive water use by sub-irrigated turfgrasses under desert conditions. *Agron. Journal*, 74:419-423.
- Long, S.P., Humphries, S., and Falkowski, P.G. 1994. Photoinhibition of photosynthesis in nature. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 45:633-662.
- Macolino, S., Ziliotto, U. and Leinauer, B. 2012. Comparison of Turf Performance and Root Systems of Bermudagrass Cultivars and 'Companion' Zoysiagrass, XVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People. *Int Soc Horticultural Science*, Leuven 1. 185-190.
- Madakadze, I.C., Stewart, K.A., Madakadze, R.M. and Smith, D.L. 2003. Base temperatures for Seedling growth and their correlation with chilling sensitivity for warm-season grasses. *Crop Sci.*, 43, 874-878.
- NTEP (National Turfgrass Evaluation Program) 2006. 2002 National bermudagrass test. 2003-2006 data. Final report. NTEP No. 07-10. 5 Jan. 2009. <http://www.ntep.org/reports/bg02/bg02_07-10f/bg02_07-10f.htm>.
- NTEP (National Turfgrass Evaluation Program) 2019. How is turfgrass quality evaluated? <<http://www.ntep.org/reports/ratings.htm#quality>> (1 Oct. 2019).
- O'Neill, P.M., Shanahan, J.F. and Schepers J.S. 2006. Use of Chlorophyll Fluorescence Assessments to Differentiate Corn Hybrid Response To Variable Water Conditions. *Crop Science*, 46(2): 107. DOI: 10.2135/cropsci2005.06-0170.
- Silva E.N., Ferreira-Silva, S.L., Viégas, R.A. and Silveira J.A.G. 2010. The role of organic and inorganic solutes in the osmotic adjustment of drought-stressed *Jatropha curcas* plants. *Environ Exp Bot*, 69:279-285.
- Severmutlu, S., Mutlu, N., Gurbuz, E., Gulsen, O., Hocagil, M., Karaguzel, O., Heng-Moss, T., Shearman, R.C. and Gaussoin, R.E. 2011a. Drought resistance of warm-season Turfgrass grown in mediterranean region of Turkey, *HortTechnology*, 21(6):726-736.

- Severmutlu, S., Mutlu, N. Shearman, R.C., Gurbuz, E., Gulsen, O., Hocagil, M. and Karaguzel, O. 2011b. Establishment and Turf Qualities of Warm-season Turfgrasses in the Mediterranean Region. 2011. *HortTechnology*, 21(1):67-81.
- Taliaferro, C.M. 2003. Bermudagrass (*Cynodon* (L.) Rich): Turfgrass Biology, Genetics, and Breeding, Ed.: Casler, M. D., Duncan, R.R, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken: NJ: USA, pp:235-256.
- Trenholm, L.E., Dudeck, A.E., Sartain, J.B. and Cisar, J.L. 1998. Bermudagrass growth, total nonstructural carbohydrate concentration, and quality as influenced by nitrogen and potassium. *Crop Sci.* 38:168–174.
- Trenholm, L.E., Carrow, R.N. and Duncan, R.R. 1999. Relationship of multispectral radiometry data qualitative data in turfgrass research. *Crop Science*, 39:763–769.
- Turgeon, A.J. 1999. *Turfgrass management*. Prentice Hall, NJ, USA. 375p.
- Unruh, J.B., Gaussoin R.E. and Wiest, S.C. 1996: Basal growth temperatures and growth rate constants Of warm-season turfgrass species. *Crop Sci.* 36: 997–999.
- White, R. H. and Schmidt, R. E. 1989. Bermudagrass Response to Chilling Temperatures as Influenced by Iron and Benzyladenine. *Crop Sci.*, 29(3):768-773.
- Wu, Y., Martin, D.L., Anderson, J.A., Bell, G.E., Anderson, M.P., Walker, N.R. and Moss J.Q. 2009. Recent Progress in Turf Bermudagrass Breeding Research at Oklahoma State University, *USGA Turfgrass and Environmental Research Online*, 8(16):1-11.
- Youngner, V. B., Marsh, A. W., Strohmman, R. A., Gibeault, V. A. and Spaulding, S. 1981. Water use and turf quality of warm-season and cool-season turfgrasses. *California Turfgrass Culture*, 31: 3-4.
- Zhang, X., Ervin, E.H. and LaBranche, A.J. 2006. Metabolic defense responses of seeded bermudagrass during acclimation to freezing stress. *Crop Sci.*, 46:2598-2605.
- Zhou, Y., Lambrides, C.J., Kearns, R., Ye, C., Cao, N. and Fukai, S. 2009. Selecting for drought tolerance among Australian green couch grasses (*Cynodon* spp.). *Crop Pasture Sci.* 60:1–9.
- Zhou, Y., Lambrides, C.J. and Fukai, S. 2012. Drought resistance of bermudagrass (*Cynodon* spp.) ecotypes collected from different climatic zones. *Environ. Exp. Bot.*, 85:22-29.

