

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**YERLİ *BERMUDA* ÇİMİ (*Cynodon dactylon*) ÇEŞİT ADAYLARININ BASILMA
VE ÇİĞNENMEYE DAYANIMININ BELİRLENMESİ**

Bahar SANCAR

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYZAJ MİMARLIĞI

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**YERLİ *BERMUDA* ÇİMİ (*Cynodon dactylon*) ÇEŞİT ADAYLARININ BASILMA
VE ÇİĞNENMEYE DAYANIMININ BELİRLENMESİ**

Bahar SANCAR

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYZAJ MİMARLIĞI

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2018

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YERLİ *BERMUDA* ÇİMİ (*Cynodon dactylon*) ÇEŞİT ADAYLARININ BASILMA
VE ÇİĞNENMEYE DAYANIMININ BELİRLENMESİ**

**Bahar SANCAR
PEYZAJ MİMARLIĞI
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Bu tez TÜBİTAK – TOVAG tarafından 214O067 nolu proje ile desteklenmiştir.

ARALIK 2018

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**Yerli *Bermuda Çimi* (*Cynodon dactylon*) Çeşit Adaylarının Basılma ve Çiğnenmeye
Dayanımının Belirlenmesi**

Bahar SANCAR
PEYZAJ MİMARLIĞI
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 25/12/2018 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Songül SEVER MUTLU (Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi Ceren SELİM

Dr. Öğr. Üyesi Kamil ERKEN

ÖZET

YERLİ BERMUDA ÇİMİ (*Cynodon dactylon*) ÇEŞİT ADAYLARININ BASILMA VE ÇİĞNENMEYE DAYANIMININ BELİRLENMESİ

Bahar SANCAR

Yüksek Lisans Tezi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Songül SEVER MUTLU

Aralık 2018; 69 sayfa

Bermuda çimi tropikal ve sıcak iklim bölgelerine adapte olmuş, çok farklı kullanım alanlarına sahip olmakla birlikte, özellikle atletik sahalarda en yoğun kullanılan sıcak iklim çim bitkisidir. Kısa biçimi tolere edebilmesi, basma ve ezilmeye dayanıklılığı ve hızlı büyüme özelliği nedeniyle zarar gören alanları hızla kapatabilmesi, yüksek çim kalitesi, çevresel koşullara adaptasyon yanında sıcak ve kurağa dayanımı bermuda çiminin tercih nedenlerinden sadece bazılarıdır. Bu çalışmanın amacı, Akdeniz Üniversitesi yürütücülüğünde geliştirilmiş olan ilk yerli tohumlu bermuda çimi çeşit adaylarının iki farklı biçim yüksekliği altında basılma ve ezilme toleransları ve kendilerini yenileme (rejenarasyon) yeteneklerinin belirlenmesidir. Bu amaçla geliştirilmiş üç (3) çeşit aday (A4-4, B3-6, C12-133) ve 3 ticari çeşit (Riviera, Princess 77, Tifway-419) farklı biçim yüksekliğine (2 cm ve 4 cm), basılma ve ezilme stresine maruz bırakılmıştır. Basılma (trafik) stresi, 12 hafta süreyle Brinkman Trafik Simülatörünün (BTS) haftada 2 gün parsellerden 4 kez geçirilmesi ile uygulanmıştır. Bu trafik rejimi kabaca haftada dört futbol oyununa denk gelmektedir. Basılma ve ezilme stresi altında çim kalitesi, çim ile kaplı alan oranı (%), yırtılma direnci, yüzey (alan) sertliği ve çim yoğunluğundaki değişim değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda çim kalitesi, yırtılma direnci, çim yoğunluğu bakımından çeşit adayları 'A4-4' ve 'C12-133'in ticari çeşitler 'Riviera' ve 'Tifway'e eşdeğer veya üstü performans gösterdiği tespit edilmiştir. Çeşit adayları C12-133, A4-4 ve ticari çeşit Riviera çim örtüsünü en iyi muhafaza eden bermuda çimleri olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; geliştirilmiş çeşit adaylarının basılma ve ezilmeye dayanımlarının oldukça iyi olduğu ve uygulanan kısa biçimi tolere edebildikleri görülmüştür. Geliştirilen yerli çeşit adayları 'A4-4' ve 'C12-133' yoğun kullanımlı atletik çim sahalar ve diğer yeşil alanlar için önemli bir potansiyel sunmaktadır.

ANAHTAR KELİMELEER: Basılma ve ezilme stresi, bermuda çimi, trafik simülatörü, yeşil alanlar

JÜRİ: Doç. Dr. Songül SEVER MUTLU

Dr. Öğr. Üyesi Ceren SELİM

Dr. Öğr. Üyesi Kamil ERKEN

ABSTRACT

DETERMINATION OF RESISTANCE TO SHEAR AND CRUSHING OF NATIVE *BERMUDAGRASS* (*Cynodon dactylon*) CULTIVARS CANDIDATE

Bahar SANCAR

MSc Thesis in Landscape Architecture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU

December 2018; 69 pages

Bermudagrass is widely used in the world and is a hot climate grass plant which is used extensively in athletic fields that can adapt to tropical and warm temperate climates. Bermudagrass is able to tolerate short moving, resistance to traffic stress and damaged due to the rapid growth in property field quickly be able to close the high grass quality, hot and drought resistance, adaptation to environmental conditions are just some of the reasons for preference. The aim of this study is to determine tolerance against traffic stress and their regeneration ability under two different moving heights of the first native seeded bermudagrass species developed by the management of Akdeniz University. Three cultivars of candidate (A4-4, B3-6, C12-133) and 3 commercial variety (Riviera, Princess 77, Tifway) developed for this purpose were exposed to different moving height (2 cm and 4 cm) and traffic stress. Traffic stress throughout 12 weeks Brinkman Traffic Simulator was used and it was applied 4 passes twice a week. This treatment equals four football games a week. Grass quality, turf cover rate (%), shear-strength, surface hardness and density were evaluated under traffic stress. As a result of the evaluation, it has been observed that the cultivars of candidates ‘A4-4’ and ‘C12-133’ showed superior performance than commercial varieties ‘Riviera’ and ‘Tifway’ in terms of grass quality, shear-strength and density. Cultivars of candidates C12-133, A4-4 and commercial variety of Riviera turf cover was found to be the best preserving bermudagrass. As a result, it was observed that the candidates of the developed variety had a good resistance to traffic stress and tolerated the short moving applied. Developed native variety candidates 'A4-4' and 'C12-133' intensive use area offers a significant potential for athletic turf and other green areas.

KEYWORDS: Bermudagrass, green areas, traffic stress, traffic simulator

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU

Asst. Prof. Dr. Ceren SELİM

Asst. Prof. Dr. Kamil ERKEN

ÖNSÖZ

Öncelikle; bu çalışmada yer almamı sağlayan, bana her türlü destek ve fedakârlığı sağlayan, bilgi, birikim ve güler yüzü ile çalışmama ılık tutan, öğrencisi olmaktan onur duyduğum değerli hocam Doç. Dr. Songül SEVER MUTLU'ya teşekkürlerimi sunarım. Çalışmam boyunca deneme parsellerindeki çim bakım ve uygulamalarındaki yardımlarından dolayı Tijen BAHAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması TUBİTAK 214O067 nolu “Tohumlu Tıp Kurağa Dayanıklı Bermuda Çimi (*Cynodon* (L.) Rich) Çeşit Islahı” başlıklı projesinin bir kısmını kapsamaktadır ve çalışmanın gerçekleştirilmesindeki desteklerinden dolayı TUBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tezim süresince her türlü desteği sağlayan ve arazi çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Damla ZORLU, Yeliz YILMAZ, Mehmet ZEYBEK, Mustafa YILGIN, Onur VURAL, Begüm EVCI, Sıla BALTA, Alparslan KARABENİZ, Betül TÜZÜN, Emine AKSU'ya gönülden teşekkür ederim.

Hayatımın her anında yanımda olan, eğitim ve sosyal yaşamımda gerek maddi gerekse manevi desteklerini esirgemeyen, anlayış ve sabırlarıyla bana güven veren çok sevgili; babam Hasan SANCAR, annem Melahat SANCAR, ağabeyim Fatih SANCAR, kardeşlerim Yusuf SANCAR ve İbrahim SANCAR'a gönülden teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	4
3. MATERYAL VE METOT	30
3.1. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyali.....	30
3.2. Çeşit Adaylarının Arazi Koşullarında Trafik Toleranslarının ve Kısa Biçim Altında Çim Performanslarının Belirlenmesi.....	31
3.2.1. Çim ile kaplı alan oranı	34
3.2.2. Genel çim kalitesi.....	35
3.2.3. Genel çim rengi	35
3.2.4. Yüzey sertliği/toprak sıkışma oranı (surface hardness/soil compaction).....	35
3.2.5. Çim yırtılma/kopma direnci (Turfgrass shear strength).....	36
3.2.6. Çim yoğunluğu (Density).....	36
3.2.7. Çim indeks değeri (NDVI).....	37
3.2.8. Klorofil içeriği.....	37
3.3. Çeşit Adaylarının Trafik Stresi Sonrası Toleranslarının ve Kendini Yenileme Kabiliyetlerinin Belirlenmesi	38
3.3.1. Genel çim rengi	38
3.3.2. Genel çim kalitesi.....	38
3.3.3. Klorofil içeriği.....	38

3.3.4. Çim indeks değeri (NDVI).....	38
3.3.5. Trafik stresi sonrası kendini yenileme (rejenerasyon-recuperation) oranı.....	38
3.4. İstatistiksel Veri Analizleri	39
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	40
4.1. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Genel Çim Kalitesindeki Değişim	41
4.2. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Genel Çim Rengindeki Değişim	45
4.3. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Çim İndeks Değerindeki Değişim	48
4.4. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Klorofil İçeriğindeki Değişim	50
4.5. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Çim Örtüsündeki (% Çim ile Kaplı Alan Oranı) Değişim	52
4.6. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Yırtılma Direncindeki Değişim...	54
4.7. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Saha Sertliğindeki (Toprak Sıkışma Oranı Surface Hardness/Soil Compaction) Değişim.....	56
4.8. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Çim Sürgün Yoğunluğundaki Değişim	59
4.9. Çeşit Adaylarının Trafik Stresi Sonrası Toleranslarının ve Kendilerini Onarma Yeteneklerinin Belirlenmesi.....	63
5. SONUÇLAR	69
6. KAYNAKLAR	70
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “YERLİ *BERMUDA* ÇİMİ (*Cynodon dactylon*) ÇEŞİT ADAYLARININ BASILMA VE ÇİĞNENMEYE DAYANIMININ BELİRLENMESİ” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

25/12/2018

Bahar SANCAR



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Ca: Karbon

K: Potasyum

N: Azot

P: Fosfor

Fe: Demir

Cl: Klor

Kısaltmalar

kg: Kilogram

da: Dekar

spp.: Tür

var.: Varyete

°C: Santigrat derece

m: Metre

cm: Santimetre

mm: Milimetre

nm: Nanometre

m²: Metrekare

g: Gram

% : Yüzde Oran

pH: Hidrojen İyonu Konsantrasyonu

l: Litre

ml: Mililitre

dS/m: Desi-Siemens

°N: Enlem Değeri

m³ : Metreküp

ET: Evapotranspirasyon

r: Korelasyon

TE: Trinexapac-etil

CO₂: Karbondioksit

kPa: Kilopascal

sn: Saniye

Nm: Newton metre

ARS: Tarımsal Araştırma Hizmeti

USDA: Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Futbol sahasında kısa biçilmiş çim (Anonim 1 2018)	1
Şekil 1.2. Bermuda çimi homojen ve yoğun çim dokusu oluşturur.....	2
Şekil 2.1. Bermuda çiminin yayılış alanı (Anonim 2 2018)	4
Şekil 2.2. <i>C. dactylon</i> türünün morfolojik özellikleri (a) ve stolonları üzerindeki her bir adet gözden gelişen yeni bitkiciklerle kaplama yeteneği (b)	6
Şekil 2.3. Bermuda bitkisinin çiçekçikleri bir pistil ve üç anterden oluşur (a ve b). Türkiye’den toplanan bermuda çimi genotiplerinde çiçek başakları açısından (başakçık sayısı ve uzunluğu) görülen varyasyon (c) (Sever Mutlu 2016).....	7
Şekil 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü alanın uydu görüntüsü (GoogleEarth, 2018).....	30
Şekil 3.2. Farklı biçim yüksekliği uygulamaları.....	31
Şekil 3.3. Trafik stresi uygulamasında kullanılan Brinkman trafik simülâtörü (BTS) (Cockerham and Brinkman, 1989).....	32
Şekil 3.4. Çim parsellerinde uygulanan 2 farklı biçim yüksekliği (2cm ve 4cm)	33
Şekil 3.5. Yaklaşık 450 kg ağırlığındaki Brinkman Trafik Simülâtörünün yakından görünüşü.	34
Şekil 3.6. Clegg impact hammer toprak test cihazı (a ve b)	36
Şekil 3.7. Turf-Tec Shear Strength test cihazı (a ve b).....	36
Şekil 3.8. TCM 500 “NDVI” Turf Color/quality Meter	37
Şekil 3.9. Klorofil metre (FIELDSCOUT CM 1000) (a ve b).....	38
Şekil 4.1. Trafik denemesinin sonlandırıldığı 12. hafta. Resimde ‘Tifway’ çeşidinin 1. blokta yer alan tekerrürü üzerinde trafik uygulaması yapılan/yapılmayan ve kısa biçim (2 cm)ve uzun biçim (4 cm) yapılan parselleri arasında çim kalitesi, rengi, çim örtüsü açısından varyasyon görülüyor.	42
Şekil 4.2. Trafik denemesi çalışması başlatıldıktan 2 hafta sonra trafik stresi Brinkman trafik simülâtörü uygulaması.....	43
Şekil 4.3. Trafik stresi altında çeşit adayı ‘C12-133’ ticari çeşit ‘Princess 77’ten daha iyi çim kalitesi sağlamıştır. Ayrıca 2 cm biçim yüksekliği, uzun biçime göre (4 cm) daha yüksek çim kalitesi sağlamıştır.	44
Şekil 4.4. Denemenin sonlandırıldığı 12. hafta parsellerin durumu	45
Şekil 4.5. Kısa biçim uygulamasında sonra çeşit adayı ‘A4-4’(b) ve ticari çeşitler ‘Princess 77’(a) –‘Riviera’nın(c) performansları.....	46

Şekil 4.6. Kısa biçim uygulamasından sonra çeşit adayları ‘B3-6’(b) – ‘C12-133’ (c) ve ticari çeşit ‘Tifway’(a) görünüşleri.....	46
Şekil 4.7. Trafik uygulamasının 8. haftası parsellerin biçim sonrası görünüşü	48
Şekil 4.8. Trafik uygulamasının 8. Haftası trafik simülatörü uygulama sonrası görünüşü	49
Şekil 4.9. Klorofil metre ile klorofil index ölçümü (a,b)	51
Şekil 4.10. Trafik uygulamasının 9. Haftası (a ve b)	54
Şekil 4.11. Trafik simülatörü uygulaması.....	59
Şekil 4.12. Çeşit adayları ‘A4-4’ ve ‘C12-133’	60
Şekil 4.13. Sürgün sayımı (a ve b).....	60
Şekil 4.14. Çim (sürgün) yoğunluğunu belirlemek için örnek alma ve sürgün sayımı (a,b,c)	61
Şekil 4.15. Trafik stresi sonlandırıldıktan 4 hafta sonra ‘Riviera’nın görünüşü (a,b,c,d).....	67

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. <i>Cynodon</i> cinsinin yeniden düzenlenmiş sınıflandırması (Harlan 1970a; Taliaferro vd. 2003).	5
Çizelge 2.2. Bazı sıcak ve serin iklim çim türlerinin abiyotik streslere karşı dayanımları ve genel çim performansları (Patton ve Boyd 1914).	11
Çizelge 2.3. Çim türlerinin oransal olarak yüksek sıcaklıklara dayanım durumları (Karagüzel 2007).....	15
Çizelge 2.4. Çim türlerinin kurağa göreceli dayanım durumları (Karagüzel, 2010)	18
Çizelge 2.5. Çim türlerinin tuza göreceli dayanıklılığı (Karagüzel 2007).....	21
Çizelge 4.1. İki farklı biçim yüksekliğinde (2 cm veya 4 cm) trafik refimi altında (trafik var veya trafik yok) bermuda çimi çeşit adaylarının ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin denemenin sonlandırıldığı 12. hafta sonunda genel çim kalitesi, rengi, çim indeks, klorofil içeriği, çim örtüsü ile kaplı alan oranı, saha sertliği, çim yırtılma direnci, çim yoğunluğu ve yaprak tekstürü değerleri bu verilere ait varyans analiz sonuçları varyasyon kaynakları.....	40
Çizelge 4.2. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) rejimi altında seçili haftalar bazında genel çim kalitesi değerleri.....	44
Çizelge 4.3. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) rejimi altında seçili haftalar bazında genel çim renk değerleri	47
Çizelge 4.4. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) rejimi altında seçili haftalar bazında çim indeks değerleri.....	49
Çizelge 4.5. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa = 2cm ve uzun= 4cm) rejimi altında seçili haftalar bazında klorofil indeks değerleri.....	52
Çizelge 4.6. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin denemenin sonlandırıldığı haftada farklı trafik rejimi (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) altında çim ile kaplı alan (% çim örtüsü) oranları	54
Çizelge 4.7. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) rejimi altında deneme başlatılmadan hemen önce ve deneme sonlandırıldığında çim yırtılma/kopma direncinde meydana gelen değişim	56
Çizelge 4.8. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm)	

rejimi altında deneme başlatılmadan hemen önce ve deneme sonlandırıldığında
yüzey (saha) sertliğinde meydana gelen değişim..... 58

Çizelge 4.9. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari
çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm)
rejimi altında deneme başlatılmadan hemen önce ve deneme sonlandırıldığı
haftalarda görsel olarak alınan çim yoğunluğunda meydana gelen değişim..... 62

Çizelge 4.10. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari
çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm)
rejimi altında denemelerin sonlandırıldığı sırasıyla 7. hafta ve 12. haftalarda birim
alandaki çim yoğunluk değerleri..... 63

Çizelge 4.11. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari
çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm)
rejimi altındaki değişim (trafik sonlandırıldıktan sonra 4. Hafta verileri)..... 65

1. GİRİŞ

Çim bitkileri yeşil alanlarda en yaygın kullanılan yer örtücülerdir. Çim alanlar, insanoğlunun dış mekânlardaki rekreasyonel aktivitelerine sağladığı görsel zenginliğinin yanında fonksiyonel işlevleri bakımından zengin kullanım alanına sahiptir. Dış mekân rekreasyonel aktivitelerinde sıkça kullanılan çim bitkileri, özellikle spor sahalarının vazgeçilmez bir parçasıdır. Homojen ve tekdüze bir zemin oluşturarak peyzaj alanlarının estetik değerini arttıran çim bitkilerinin basılma ve ezilmeye göreceli dayanımlarının yüksek olması onları futbol, golf, tenis ve daha birçok spor sahalarının vazgeçilmez bitkisel materyali kılmaktadır. Çok yıllık bermuda çimi (*Cynodon* (L.) Rich) türleri dünyanın pek çok ülkesinde ev bahçeleri, parklar, golf ve spor sahalarında en yaygın kullanılan çim bitkilerindendir (Beard 1973, Boyd vd. 2003).

Sıcak iklim çim bitkilerinden biri olan bermuda çimi, tropikal ve sıcak iklim bölgelerine adapte olmuş bir çim türüdür (Beard 1973). Ülkemizde yürütülen farklı çalışmalar bermuda çiminin başta Akdeniz ve Ege sahil bölgeleri olmak üzere çim alanlar için en uygun türlerden biri olduğunu doğrulamaktadır (Severmutlu 2011a, b). Bermuda çimi golf alanlarında, spor sahalarında, parklarda, ev bahçelerinde ve diğer peyzaj düzenlemelerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Wu vd. 2009). Oldukça hızlı büyüyen ve kuraklığa dayanıklı bermuda çimi, golf alanları gibi yüksek kalite ve yoğun bakım isteyen alanlardan, yol kenarları gibi az bakım isteyen yeşil alanlara kadar geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir (Emmons 1995; 2000). Güçlü stolonları ve rizomları ile hızla yayılarak bulunduğu alanı kısa sürede kaplayabilmektedir. Belirtilen bu özelliği nedeniyle de mükemmel bir rejenerasyon (kendini yenileme) potansiyeline sahip olan bermuda çimi, basılma veya çiğnenme gibi nedenlerden dolayı zarar gören alanları, tekrar hızlı bir şekilde kapatabilmektedir (Emmons 2000; Christians 2004).



Şekil 1.1. Futbol sahasında kısa biçilmiş çim (Anonim 1 2018)

Bermuda çimi, sıcak ve kurağa son derece dayanıklı ancak soğuğa çok duyarlıdır. Bu nedenle kışın koruma sistemi gereği uyku dönemine (dormansi) girer, yapraklarda klorofiller parçalanır ve ardından tümüyle sararır. Bu sararma ve uyku hali toprak ısısı düzenli olarak 15°C'nin altına indiğinde başlar, ilkbaharda tekrar bu sıcaklığın üzerine çıktığında sona erer ve bitki büyümeyi başlatır. Işığı çok seven bermuda çiminin gölgeye dayanıklılığı da yok denecek kadar azdır (Avcıoğlu 1997).

Çok değişik toprak koşullarına adapte olabilen bermuda çimi verimli, nispeten gevşek yapılı, süzek topraklarda en yüksek performansa sahip olmaktadır. Ancak çok kaba (kumlu) toprak yapısı, besin maddesi noksanlığı nedeniyle olumsuz sonuç vermektedir. Bermuda çimi, su birikmelerine, tuzluluğa ve pH: 5,5-7,5 olan toprak asitliği koşullarına da dayanıklıdır. Uygun koşullarda çok sık, üniform ve yüksek kaliteli bir yeşil örtü oluşturan bermuda çimi; ılıman iklimlerde hızla yeniden büyüme özelliği nedeniyle parklar, spor alanları, atletizm pistleri, mezarlıklar, bina çevreleri, yol şevlerinde kullanılmaktadır. Bermuda'nın hızla kendini yenileme özelliği spor alanlarında en olumlu sonucu vermekte, kışın sararmış bitki örtüsü üzerinde, kısmen ölü sap ve yapraklardan oluşan bitki örtüsü zarar görse bile uzun süre spor yapılabilir (Avcıoğlu 1997).



Şekil 1.2. Bermuda çimi homojen ve yoğun çim dokusu oluşturur

Sıcak iklim çimlerinin, toprak yüzeyine daha yakın gelişmeleri nedeniyle kısa biçim yüksekliğine dayanıklı oldukları ve daha derine giden yoğun kök yapıları ile basılmaya ve ezilmeye, sıcağa ve kurağa daha dirençli oldukları bilinmektedir. Diğer sıcak ve serin iklim çim türleriyle kıyas edildiğinde, bermuda çiminin daha az sayıda hastalık ve zararlı sorununa, daha yüksek kuraklık, sıcaklık ve tuz stresi toleransına sahip olduğu bildirilmiştir (Açıkgöz 1994; Avcıoğlu 1997; Emmons 1995; Christians 2004; Sarıca 2014; Sever Mutlu 2011a,b; Taliaferro vd. 2003). Gerek doğal yayılış alanı olması gerekse çim bitkisi olarak sağladığı avantajları göz önüne alındığında ülkemizin Akdeniz Bölgesi için bu tür, spor ve golf sahaları, kent parkları, site ve ev bahçeleri, turizm işletmeleri, endüstriyel sahalar ve toprak stabilizasyonu amacıyla kullanıma zorunluluğu olan en önemli türlerden biridir (Sever Mutlu 2017). Bermuda çimi özellikle tropik ve subtropik iklime sahip bölgelerde ve ayrıca geçiş iklim bölgelerinde tesis edilen atletik sahalarda en yoğun kullanılan çim türüdür (Cockerham 2008). Kısa biçimi tolere edebilmesi, basma ve ezilmeye dayanıklılığı ve agresif büyüme özelliği ile

zarar gören alanları hızla kapatabilmesi, bermuda çiminin atletik sahalar ve trafik stresine maruz kalan diğer yeşil alanlarda tercih nedenlerinden sadece bazılarıdır (Beard 1973; Puhalla vd. 2010). Günümüzde hem türler arası melezleme yöntemiyle elde edilen vejatatif çeşitleri ('Tifway', 'Tifsport', 'Tifgreen' vb.) hemde yeni nesil, tohumlu tip bermuda çimi çeşitleri örneğin; 'Riviera' ve 'Princess 77' başta futbol sahaları olmak üzere atletik sahalarda ve diğer yoğun kullanılan yeşil alanlarda yaygın kullanılmaktadır (Cockerham 2008).

Basılma ve ezilme stresi, futbol sahalarında daha yoğun olmak üzere tüm atletik ve diğer rekreasyonel yeşil sahalarda karşımıza çıkabilmektedir. Çim bitkilerinde trafik (basılma ve çiğnenme) stresi, yıpranma ve aşınma stresi ile birlikte toprağın sıkışmasının kombinasyonudur. Basılma ve ezilme nedeniyle strese girmiş bir çim örtüsü yeşil rengini/kalitesini kaybetmekte ve zaman içinde zeminde çim örtüsünden yoksun çıplak alanlar oluşturmaktadır. Bu durum ise oyuncuların düşme ve sakatlanma riskini arttırmaktadır (Sever Mutlu 2018). Sıkışmış bir toprakta ise çim bitkisinin kendini yenilemesi ve aktif büyümeye devam etmesi zorlaşmaktadır. Sıkışma temelde iki nedenden dolayı çim bitkisinin büyüme gelişmesi için oldukça zararlı sonuçlar vermektedir. Öncelikle çimlerin kök sistemi gerekli olan oksijeni alamaz. Sıkışmış bir toprak fiziksel bir bariyer oluşturarak kökün toprak içinde ilerlemesini yavaşlatır veya engel olabilir (Puhalla vd. 1999). Sonuç olarak, yoğun kullanıma bağlı olarak yüzey sertliği artmakta ve çim örtüsü azalmaktadır.

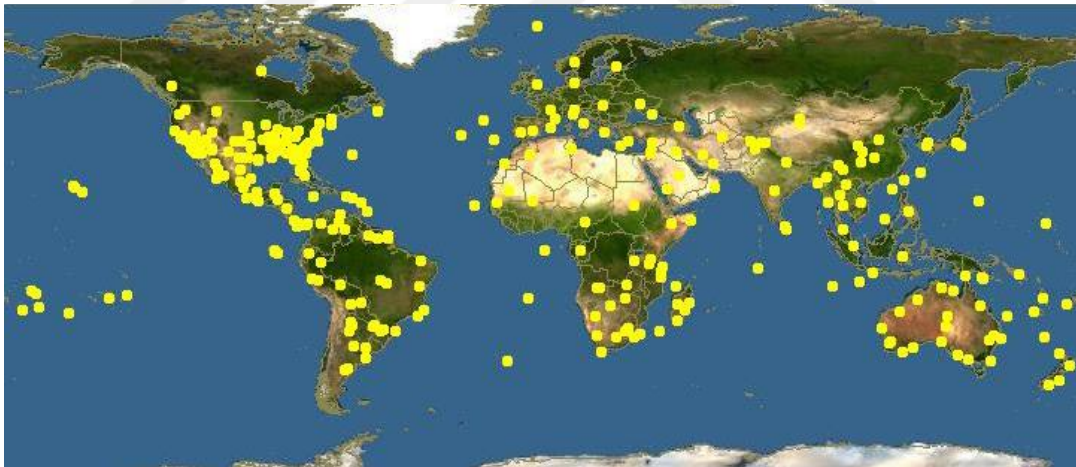
Basılma ve çiğnenmeye dayanım yanında kısa biçim yüksekliğini tolere edebilmek atletik sahalarda kullanılabilecek çim tür ve çeşitleri için önemli karakterlerden bir diğeridir (Sever Mutlu 2018). Kısa kesilmiş bir çim yüzey, üzerinden geçen topa daha az sürtünme uyguladığından ve topun istenilen yönde, zıplamadan yuvarlanmasına olanak sağlayabildiğinden futbol gibi topun tepkisinin önemli olduğu sporlarda çim sahanın kısa ve düzgün biçilmesi şarttır (McNitt vd. 2004; Puhalla vd. 2010). Sıcak iklim bölgelerinde tesis edilen futbol sahalarında en yaygın kullanılan çim bitkileri hibrit bermuda melezleri (*Cynodon dactylon* X *Cynodon transvalensis*) ve genel bermuda çimi türü ve çeşitleridir (Cockerham 2008). Kısa biçilebilmesi, bu sayede top tepkilerine olan olumlu katkısı ve istenilen hızda bir yüzey sağlayabilmesi bermuda çim türünün atletik sahalarda yoğun kullanımını sağlamıştır (Beard 1973; Puhalla vd. 2010). Çim kalitesi, kuraklık dayanımı, çevresel koşullara adaptasyon, basılma ve çiğnenmeye dayanım (trafik toleransı), farklı biçim yüksekliklerinin tolere edilebilmesi bermuda çimi türünde de yeni varyetelerin geliştirilmesine yönelik seçimdeki temel kriterler arasındadır (Taliaferro 2003). Basılma ve ezilmeye dayanıklılığı yanında, kısa biçime dayanımı iyi olan bermuda çimi özellikle Akdeniz ve Ege sahil bölgelerinde tesis edilen spor sahalarında ve diğer yeşil alanlarda kullanım için önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Akdeniz Üniversitesi yürütücülüğünde geliştirilmiş olan ilk yerli tohumlu bermuda çimi çeşit adaylarının iki farklı biçim yüksekliği altında basılma ve ezilme toleransları ve kendilerini yenileme (rejenarasyon) yeteneklerinin belirlenmesidir.

2. KAYNAK TARAMASI

Cynodon, hızlı gelişen, çok yıllık bir sıcak iklim bitkisidir. Liliopsida sınıfı, Poaceae (Gramineae) familyasındaki Chloridoideae alt familyası içinde Cynodonteae takımında yer alan Chloridinae alt takımında *Cynodon* cinsindeki türler genel olarak bermuda çimi olarak isimlendirilmektedir. Bermuda çimi dünyada çok yaygın kullanım alanlarına sahip olmakla birlikte tropikal ve sıcak ılıman iklim bölgelerine adapte olabilen sıcak iklim çim bitkisidir. Türkiye’de köpek dişi ayrığı olarak da adlandırılan bermuda çimi Akdeniz iklim kuşağında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bermuda çimleri golf sahalarında, spor alanlarında, kent parklarında, ev bahçelerinde ve diğer peyzaj alanlarında en yaygın kullanılan sıcak iklim çim türüdür (Sever Mutlu 2016).

Bermuda cinsinin temel kromozom sayısı 9 (temel kromozom sayısı $x=9$) olarak bildirilmektedir (Harlan vd. 1970). Yaklaşık dokuz türü kapsayan *Cynodon* cinsi içinde *C. dactylon* yabancı döllenmiş bir çim türüdür ve diploid ($2n$) seviyeden hexaploid ($6n$) seviyeye kadar farklı ploidi seviyelerini içerebilmektedir (Gülşen vd. 2009). *C. transvaalensis* Burt-Davy (Afrika bermuda çimi) ise diploid bir türdür. Bugün çim bitkisi olarak kullanılan ve ekonomik açıdan büyük bir öneme sahip olan bermuda çimleri bu iki türden gelmektedir (Taliaferro 2003). Bu iki türün orijin merkezinin doğu Afrika’da Kenya ve Uganda bölgeleri olduğu bilinmektedir (Beard 1973). Bu bölgelerdeki yazları kurak geçen subtropikal iklim özelliği, kökleri sık dokulu, yoğun ve oldukça derine giden, düşük evapotranspirasyon oranına sahip ve kuraklığa oldukça dayanıklı bu çim türlerinin oluşmasına neden olmuştur (Taliaferro 2003).



Şekil 2.1. Bermuda çiminin yayılış alanı (Anonim 2 2018)

C. dactylon var. *dactylon* oldukça geniş bir genetik çeşitliliğe sahip olmakla birlikte çim bitkisi olarak kullanmaya uygun küçük, ince tekstür yapısından, yem bitkisi olarak kullanılmaya uygun, oldukça geniş ve kaba dokulu olan, bitki tiplerini içermektedir (Harlan ve De Wet 1969). *C. dactylon* ekotiplerinin kuzeyde 53°N enleme ve deniz seviyesinden 3000 m rakıma kadar olan yükseltilerde bulunduğu bilinmektedir (Harlan ve De Wet 1969). Pakistan’dan Türkiye’ye kadar uzanan coğrafik alanın *C. dactylon* (L.) Pers var *dactylon* varyetesinin evrimsel gelişim merkezi olduğu ve bu varyeteden günümüzde oldukça yayılcı, hızlı büyüyen yabancı ot tipi ırklarının doğduğu ifade edilmektedir (Harlan ve De Wet 1969; Gülşen vd. 2009).

Harlan (1970) *Cynodon* cinsinin sistematik sınıflandırılmasını yeniden düzenleyerek dokuz tür ve on varyeteden oluştuğunu rapor etmiştir. Belirtilen dokuz türün isimleri, kromozom sayıları ve doğal yayılış bölgeleri Çizelge 2.1’de belirtilmektedir. Daha sonra Kew Kraliyet Botanik bahçesi (Royal Botanic Gardens 1999) tarafından bu listeden *C. x magennisii* Hurcome çıkarıp, *Cynodon* cinsinin sekiz türü içerdiğini belirtmişlerdir.

Bermuda cinsi içinde çim bitkisi olarak kullanılan ve ticari olarak da yaygın iki tür *C. dactylon* (L.) Pers var. *dactylon* (bermudagrass veya genel bermuda çimi) ve *C. transvaalensis* Burt-Davy (Uganda çimi veya Afrika bermuda çimi) dir (Taliaferro 2003). Bu iki taksondan *C. dactylon* var. *dactylon* (bermuda çimi) yabancı tozlanan bir tetraploid (4n), *C. transvaalensis* (Afrika bermuda) çimi ise diploiddir.

Çizelge 2.1. *Cynodon* cinsinin yeniden düzenlenmiş sınıflandırması (Harlan 1970a; Taliaferro vd. 2003).

<i>Cynodon</i> Taksonları	Kromozom sayısı	Doğal yayılış Bölgeleri
<i>C. aethiopicus</i> Clayton et Harlan	18, 36	Doğu Afrika: Etiyopya’dan Transvaal Bölgesine kadar
<i>C. arcuatus</i> J.S. Presl ex C.B. Presl	36	Malagazi, Hindistan, Güney- Doğu Asya, Güney Pasifik-Avustralya
<i>C. barberi</i> Rang. et Tad.	18	Hindistan
<i>C. dactylon</i> (L.) Pers var. <i>dactylon</i> var. <i>afghanicus</i> Harlan et de Wet var. <i>aridus</i> Harlan et de Wet var. <i>coursii</i> (A.Camus) Harlan et de Wet var. <i>elegans</i> Rendle var. <i>polevansii</i> (Stent) Harlan et de Wet	36 18, 36 18 36 36 36	Kozmopolit Afganistan Güney Afrika Filistin, Doğu-Güney Hindistan Madagaskar Güney Afrika, G. Yarımküre 13. Enlemin güneyi- Baberspan yak.
<i>C. incompletus</i> Nees var. <i>incompletus</i> var. <i>hirsutus</i> (Stent) Harlan et de Wet	18 18, 36	Güney Afrika: Transvaal-Cape Güney Afrika: Transvaal-Cape
<i>C. nlemfuensis</i> Vanderyst var. <i>nlemfuensis</i> var. <i>robustus</i> Clayton et Harlan	18, 36 18, 36	Tropikal Afrika Tropikal Doğu Afrika
<i>C. plectostachyus</i> (K. Schum.) Pilger	18	Tropikal Doğu Afrika
<i>C. transvaalensis</i> Burt-Davy	18	Güney Afrika
<i>C. x magennisii</i> Hurcombe	27	Güney Afrika

Harlan ve De Wet (1969) varyete *dactylona* ait üç temel ırkın olduğunu bildirmektedirler. Bunlar; tropik, ılıman ve seleucidus ırklarıdır. Bunlardan tropik ırk, tropikal alanlar boyunca yayılış gösteren, boyca kısa ve gevşek bir çim dokusu oluşturmaktadır. Ilıman iklim ırkına giren grup ise görünüş olarak tropikal ırka benzemesine rağmen, adaptasyon ve bazı morfolojik özellikler bakımından farklılıklar göstermektedir. Ilıman iklim ırkındaki bermuda çimlerinin soğuklara olan toleransı çok daha yüksektir ve daha yoğun olan bir çim dokusu oluştururlar. Öte yandan hastalıklara, topraklardaki düşük pH ve gübreyle olan toleransları ise daha düşüktür. Seleucidus ırkının genetik çeşitlilik merkezi (center of diversity) Pakistan'dan - Türkiye'ye kadar uzanan coğrafi bölgeyi kapsamaktadır. Bu ırkın bitkilerinin ise kaba, oldukça gür bir gelişim gösteren, uzun boylu ve tüylü bir yapıda olduğu, fazla miktarda, boğum araları kısa olan kalın stolon ve rizomlar oluşturduğu ve dona karşı olan toleranslarının ise oldukça iyi olduğu belirtilmektedir (Harlan ve De Wet 1969). Ilıman ve seleucidus ırklarının doğu Akdeniz'de karışık bir şekilde yaşayabileceği düşünülmektedir.



Şekil 2.2. *C. dactylon* türünün morfolojik özellikleri (a) ve stolonları üzerindeki her bir adet gözden gelişen yeni bitkiciklerle kaplama yeteneği (b) (Hitchcock 1950).

Morfolojik yönden büyük varyasyon içeren *C. dactylon* türü rizom ve stolonlarıyla gelişir, ortalama 9–40 cm boylanır (Şekil 2.2). Yaprak ayası 2,5-20 cm uzunluk ve 2-6 mm genişlikte, yapraklar kılıç şeklinde ve uçları sivridir. Yaprak ayası genellikle üst yüzlerinde hafif tüylü, alt yüzeylerinde ise tüysüzdür. Yaprak kınının üst tarafı da tüylüdür. Kulakçık yok ve yakacık kısadır. Tüysüz ve tam görünüşlüdür. Dalcik beyaz renkli kirpik biçiminde tüyler içermektedir (Beard 1973). Çiçek sapı üzerinde başakları 3-7 parçalı parmağa benzer ve tek bir noktadan çıkmaktadır (Şekil 2.3). Her bir parça (spika) 2,5-8 cm uzunlukta ve her bir çiçek başağı iki parçalı ve mızrak şeklindedir. Her başakçıkta bir adet çiçek vardır. Tohumları çok ince ve saman sarısı – açık kahve renklidir (Çetinkale 2009). Drenajı iyi, bol gübreli, orta bünyeli topraklarda hızlı gelişmektedir. Diğer taraftan ağır bünyeli topraklar ile kumlu kıyı kesiminde, alkali

topraklarda ve pH'sı 5,5 olan asit topraklarda da yetişmektedir. Ancak iyi drenajlı, ince yapılı ve verimli topraklarda hızlı gelişim göstermektedir. Sıcağı ve güneşi sever, yazın kuraklığa oldukça dayanıklıdır. Uzun ömürlü ve dayanıklı yapısıyla gösterişli çim yüzeyler oluşturmaktadır. Üretimi tohum (tohumlu çeşitler) ve stolonlarla yapılmaktadır. Ekim veya dikim için geç ilkbahar ya da erken yaz aylarının en uygun zamanlar olduğu bildirilmektedir (Uzun 1999).



Şekil 2.3. Bermuda bitkisinin çiçekçikleri bir pistil ve üç anterden oluşur (a ve b). Türkiye’den toplanan bermuda çimi genotiplerinde çiçek başakları açısından (başakçık sayısı ve uzunluğu) görülen varyasyon (c) (Sever Mutlu 2016).

Sıcak iklim bitkisi (C4 bitkisi) olan bermuda çiminde, en iyi gelişmenin sağlandığı toprak sıcaklık değeri 24–35°C, hava sıcaklığı ise 30–38°C arasındadır. Bermuda çiminde en düşük gelişme sıcaklığı 13°C olup bu sıcaklık değerleri altında bitki dormansiye girmektedir (Brosnan ve Deputy 2008). Bermuda çimi bol güneşlenme koşullarında en iyi gelişim göstermektedir. Günde en az altı saat tam güneşlenme istemektedir. Aşırı sıcaklıklara oldukça dayanıklı olan bermuda çimi sıcak ve tropik bölgelerde, sahil kuşağında, 670-1750 mm yağış alan yörelerde veya sulanan ortamlarda oldukça iyi gelişme göstermekte, öte yandan 2600 m yüksekliklerde dahi yetiştirilebilmektedir (Avcıoğlu ve Soya 2009; Duke 1983).

Türkiye’nin güney kesimi (Muğla’dan Hatay’a kadar uzanan şerit şeklindeki alan) boyunca toplanan bermuda çimi (*C. dactylon* var. *dactylon*) genotiplerinin ayrıntılı moleküler ve sitogenetik tanımlama çalışmaları yapılmış (Gülşen vd. 2009) ve çim özellikleri ve kuraklık dayanımları belirlenmiştir (Sever Mutlu vd. 2014). Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar, Akdeniz bölgesinin bermuda çimi (*C. dactylon* (L.) Pers. var. *dactylon*) için dünyanın önemli bir gen ve genetik çeşitlilik merkezi olduğu bilim dünyasına kanıtlanmış (Gülşen vd. 2009) ve toplanan genotipler arasında morfolojik özellikler ile birlikte kuraklık stresine tolerans bakımından önemli bir çeşitlilik olduğu ortaya konulmuştur. Türkiye’den toplanan *Cynodon* genotiplerinin genetik açıdan büyük bir çeşitliliğe sahip olmanın yanında diploid seviyeden ($2n=2x=18$) hekzaploid’e ($2n=6x=54$) kadar tüm ploidi seviyelerinde bireylere sahip olduğu tespit edilmiştir (Gülşen vd. 2009).

Yürütülen adaptasyon ve kurağa dayanıklılık çalışmaları, bazı genotiplerin en yeni ve iddialı ticari bermuda çimi çeşitlerine üstünlük sağladıklarını ve bu genotiplerin çim ıslahı açısından önemli bir potansiyel oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Akdeniz bölgesinden toplanan bermuda çimi genotipleri arasında sonbahar ve erken kış mevsiminde yeşil rengini muhafaza açısından da önemli bir varyasyon olmakla birlikte

bazı genotiplerin ticari bermuda çeşitlerinden daha uzun süre yeşil rengini korudukları tespit edilmiştir (Sever Mutlu vd. 2014).

Hibrit triploid vejetatif bermuda çimi ıslahı 1940'lı yıllarda Amerika'da başlamıştır (Burton 1991). Bermuda çiminde bilimsel olarak ilk ıslah çalışması 1946 yılında Glenn Burton tarafından Georgia Eyaleti-Tifton'da Tarım Bakanlığı'na bağlı araştırma istasyonunda başlatılmıştır (Burton 1991). *C. dactylon* türünün, oluşturduğu kaba dokusu, günlük kısa biçimi tolere edememesi, hızlı büyümesi ve çok yüksek çim kalitesi istenen golf ve benzeri spor sahalarında kullanıma uygun olmaması nedeniyle daha uygun bermuda çim çeşitlerinin geliştirilmesi arayışı hibrit bermuda çimi ıslahına gerekçe oluşturmuştur. Tetraploid *C. dactylon* türü çok daha yüksek çim kalitesine sahip olan diploid *C. transvaalensis* ile melezlenmiştir. Halihazırda en yüksek kalite sağlayan ve tamamı vejetatif olarak üretilen 'Tifway' gibi kısır triploid ticari hibrit bermuda çeşitlerinin hepsi tetraploid *C. dactylon* ve diploid *C. transvaalensis* türlerinin melezlenmesiyle elde edilen çeşitlerdir. İlk hibrit bermuda çim çeşidi olan 'Tiffine' 1953'te geliştirilmiş ve bunu çok başarılı olan ve halen kalite açısından endüstri standardı olarak kabul edilen vejetatif 'Tifway' (1956 yılı) takip etmiştir (Duble 2013). Geliştirilen diğer bermuda çimleri; 'U-3', 'Sunturf', 'Tiflawn', 'Tifgreen', 'Texturf-10', 'Santa Ana', 'Ormond', 'Tifdwarf', 'Pee Dee', 'TifEagle', 'Tifsport', 'Patriot', 'Midlawn', 'Quickstand', 'GN-1', 'Celebration' vb.dir.

İlk geliştirilen bermuda çimi çeşitlerinden 'U-3' 1936'da Savannah, Georgia'daki Savannah Golf Club'dan seçilmiştir. Soğuğa toleransı, ince dokusu, hızlı yayılımı, toprak ve iklim koşullarına dayanıklılığı nedeniyle tercih edilmektedir. 1957'de piyasaya sürülmüş ve çim alanlarda, golf sahaları ve atletizm alanlarında kullanım için uyarlanmıştır. *C. dactylon* ve *C. transvaalensis* arasında doğal bir melez olan 'Sunturf' (*C. magennissii*), Güney Afrika kökenlidir ve 1949 yılında ABD'ye tanıtılmıştır. 1956 yılında Alabama, Arkansas, Oklahoma ve Güney Carolina Tarımsal Araştırma İstasyonlarının işbirliğiyle çim sektörüne kazandırılmıştır. Çok yoğun bir çim dokusu oluşturan ince dokulu, koyu yeşil ve yavaş büyüyen bir çim çeşididir. 'Tiflawn' çeşidi 'Tifton'daki Georgia Kıyı Ovaları Araştırma İstasyonu'nda bir mera ıslah programından geliştirilen bir melezdir. 1952'de Georgia Tarımsal Deney İstasyonu ve Bitki Araştırma Bölümü, Tarımsal Araştırma Hizmeti (ARS), Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından kullanıma sunulmuştur. Orta dokulu, çok hızlı yayılan, yoğun, yabancı otları baskılayan çim alanlar oluşturmaktadır. ABD'nin güneydoğu kısımlarındaki eyaletlerde çim alanlarda ve özellikle atletik alanlarda kullanılmaktadır (Duble 2013).

'Tifgreen', *C. dactylon* x *C. transvaalensis* türleri arasında yapılan melezleme ile geliştirilmiş bir diğer hibrit çeşittir. 1956'da Georgia Tarımsal Deneme İstasyonu ve Tarım Bakanlığı Bitki Araştırma Bölümü, ARS, USDA ortak çalışması sonucu geliştirilmiştir. İnce dokulu, yoğun çim dokusu oluşturan, yabancı otları baskılayan, boyuna yavaş büyüyen ve alanda hızlı yayılan bir çim çeşididir. 'Tifgreen'; yoğunluğu, ince dokusu ve yumuşak yaprakları ile golf alanlarında mükemmel bir çim kalitesi oluşturmaktadır. Ayrıca, çoğu bermuda çimi çeşidine göre, soğuk iklim çimleri ile yapılan overseeding uygulamasında aşırı gübrelemeyi tolere edebilmektedir. 'Tifgreen' Güneybatı ABD'de yoğun problem oluşturan kök zararlılarına karşı oldukça duyarlıdır. Ayrıca hava kirliliğinin ciddi bir sorun olduğu bölgelerde çim renginde kayıplar olabilmekte ve çim kalitesi düşmektedir. 'Tifgreen' çeşidi özellikle çok yüksek çim

kalitesinin istendiği ve yoğun bakım programı uygulanan golf alanları, tenis kortları, bowling alanları ve ince çim dokusu istenen diğer alanlar için önerilmektedir. Futbol sahaları ve yoğun kullanım olan diğer çim yüzeyler için önerilen 'Texturf-10' (*C. dactylon*) çeşidi yoğun çim dokusu, orta-ince yaprak tekstürüne, koyu yeşil renk ve seyrek tohum başaklarına sahip bir diğer bermuda çimidir. Basılmaya dayanımı iyi olan ve sonbahar kış dönemi yeşil rengini iyi koruyabilen bu çeşit, diğer bermuda çimi çeşitlerine göre ilkbaharda daha erken yeşillenmektedir. 'Texturf-10' çeşidi 1957 yılında Texas Tarımsal Araştırma İstasyonu tarafından piyasaya sürülmüştür (Duble 2013).

'Tifway' (Tifway-419) çim alanlar, golf sahaları, futbol sahaları ve diğer rekreasyon alanları için ideal bir çim olarak kabul edilmesine neden olan olağanüstü özellikleri nedeniyle tüm hibrit bermuda çimleri arasında en popüler ve en yoğun kullanılan çeşittir. 1960 yılında Georgia Tarımsal Araştırma İstasyonu ve Bitkileri Araştırma Bölümü, ARS, USDA tarafından piyasaya sürülmüştür. 'Tifway' diğer bir hibrit çeşit 'Tifgreen'e kıyasla daha koyu yeşil bir renge ve daha geniş yapraklara sahiptir, ancak yaygın bermuda çimine göre çok daha ince yapraklara sahiptir. Bermuda çimleri arasında düşük sıcaklıklara nispeten iyi bir dayanım gösteren 'Tifway' çeşidinin, yoğun basılma ve çiğnenmeye karşı çok iyi toleransa sahip olduğu bildirilmektedir. Triploid yapıda kısır bir çeşit olduğundan 'Tifway' polen ve tohum oluşturmamaktadır (Duble 2013).

'Santa Ana' (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*), 1954 yılında Güney Afrika'dan (Royal Cape) toplanan *C. dactylon* genotipleri kullanılarak geliştirilmiş bir çeşittir. İlk seleksiyon 1956 yılında University of California, Los Angeles (UCLA)'da koyu mavi-yeşil renk, orta-ince doku ve sonbaharda yeşil rengini iyi muhafaza edebilme özellikleri için yapılmıştır. 'Santa Ana'nın tuz toleransı oldukça yüksektir. California Tarımsal Araştırma İstasyonu tarafından 1966 yılında piyasaya sürülen 'Santa Ana' çeşidi golf sahaları, atletizm sahaları, oyun alanları ve diğer çim alanlar için önerilmektedir. 'Ormond' çeşidi (*C. dactylon*), çekici mavi-yeşil renkte bir çim dokusu oluşturan, kuvvetli ve hızlı büyüme gösteren bir bermuda çimidir. Orta kaba yapıda bir dokuya (tekstüre) sahip olan 'Ormond' çeşidi yaprak leke hastalığına toleranslıdır ancak soğuk toleransı yoktur. Florida Tarımsal Deneme İstasyonu tarafından 1962'de piyasaya sürülmüştür. Çim alanlarda, golf sahalarında, oyun alanlarında ve atletizm alanlarında kullanılmaktadır. 'Midway' (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*), nispeten az sayıda tohum başağı üreten orta dokulu bir çim çeşididir. 'Midway', Kansas'taki üstün soğuk toleransı nedeniyle 1965 yılında Kansas Tarımsal Deney İstasyonu tarafından piyasaya sürülmüştür. Çim alanlar, golf sahaları ve atletik alanlar için kullanılmaktadır (Duble 2013).

'Tifdwarf' (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*), 'Tifgreen' çeşidinden mutasyon ıslahı ile elde edilmiştir. 'Tifdwarf' çeşidi yapraklarının ve boğumlar arası mesafelerinin 'Tifgreen' çeşidinden daha kısa olması ve daha koyu yeşil renge sahip olması dışında 'Tifgreen'i andırmaktadır. Sonbaharda ilk düşük sıcaklıklardan sonra yeşilden kırmızımsı mor bir renge dönüşmektedir. Üstün çim kalitesiyle 1965 yılında Georgia Tarımsal Deneme İstasyonu, ARS, USDA tarafından piyasaya sürülmüştür. Mutasyon ıslahı yolu ile Tifgreen çeşidinden geliştirilen 'Tifdwarf' çeşidi de spor sahalarında, özellikle golf sahalarında ve tenis kortlarında kullanılmaktadır. Bir diğer hibrit bermuda çimi 'Pee Dee' (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*) çeşidinin de 'Tifdwarf' gibi

'Tifgreen'den elde edilen mutant bir çeşit olduğu düşünülmektedir. Koyu yeşil renge sahip, çok ince dokulu ve hızlı yayılan bir çim çeşididir. 'Tifdwarf'ın aksine, 'Pee Dee' eşit aralıklarla ekildiğinde 'Tifgreen'den daha hızlı yayılmaktadır. 1968'de Güney Carolina Tarımsal Deneme İstasyonu (Clemson) tarafından piyasaya sürülmüştür. Amerika Birleşik Devletleri'nin Güneydoğu bölgesindeki golf sahaları için önerilmektedir (Duble 2013).

Avustralya'da 'CT-2' olarak pazarlanan 'GN-1', yüksek seviyede kendini yenileme potansiyeli ve gelişmiş nematod direncine sahip, koyu yeşil ve orta-ince yaprak tekstürüne sahip olan, trafik stresine toleranslı bir diğer çim çeşididir. Yaprakları, "Tifway" çeşidine göre daha kabadır. Basılmaya olan toleransı nedeniyle atletizm ve golf sahalarında ve diğer spor sahalarında çim yüzey oluşturmada kullanılmaktadır. Son yıllarda geliştirilen bir diğer hibrit bermuda çimi "Celebration" koyu yeşil, ince dokulu bir çim dokusu oluşturur. Kuraklık dayanımının iyi olduğu belirtilen çeşit yüksek rejenerasyon yeteneği ve trafik dayanımı ile de dikkat çekmektedir. Araştırmalara göre, "Celebration" nın diğer hibrit bermuda çimlerinden daha fazla gölge toleransına sahip olduğu bildirilmektedir (Duble 2013).

Tohumlu tip elit bermuda çimi çeşitlerine yönelik ıslah programı ise 1950'lerde Kansas Tarımsal Araştırma İstasyonu (Taliaferro 2003) ve 1960-1970'li yıllarda ise Arizona Üniversitesinde (Kneebone 1973) başlatılmıştır. Sonraki yıllarda Oklahoma Devlet Üniversitesi ve özel sektör bünyesinde ıslah programları başlatılarak bermuda çiminde tohumlu çeşitleri geliştirme çalışmaları hızlanmıştır (Taliaferro 2003). Tohum ile üretilen çeşitler, dik bir büyüme özelliğine ve orta kalınlıkta yaprak tekstürüne sahiptir. Tohumlu çeşitler genel olarak 2,5 cm'nin altındaki biçim yüksekliklerine tolerans göstermezler. Ancak son yıllarda yapılan ıslah çalışmaları kapsamında tekrarlamalı fenotipik seleksiyonlar ile renk, tekstür, çim yoğunluğu, 2,5 cm ve altındaki biçim yüksekliklerine tolerans ve düşük sıcaklık derecelerine dayanım özelliklerinde önemli gelişmeler sağlanmıştır (Brosnan ve Deputy 2008). Geliştirilen bazı tohumlu çeşitler ve temel özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

Kısa biçim yüksekliklerine (2.5-2 cm) toleranslı, yüksek çim kalitesi ve yoğun bir çim örtüsü oluşturan, koyu yeşil renkte, orta-ince yaprak tekstürüne sahip 'Princess-77'nin tohumlu çeşitler arasında en iyi bermuda çimi olduğu bildirilmektedir. "Princess-77", "Riveria" ve "Tifway" gibi çeşitlerle eşdeğer trafik toleransına sahiptir. Yüksek sıcaklık ve kuraklık stresine toleransı yüksektir (Brosnan ve Deputy 2008).

Bir diğer tohumlu bermuda çimi 'Riviera', orta-koyu yeşil renk tonunda, orta-kaba yapıda çim tekstürü oluşturan, güçlü, trafiğe toleransı iyi ve kendini yenileme potansiyeli yüksek bir çim çeşididir. 'Riviera' çeşidi 'Tifway'e benzer bir trafik toleransı göstermektedir.

Yoğun bir kök sistemi oluşturan 'Savannah' çeşidi, orta-koyu yeşil, orta dokulu, yavaş büyüyen bir tohumlu bermuda çim çeşididir. Diğer tohumlu bermudalarla karşılaştırıldığında, daha iyi gölge toleransına sahip olan 'Southern Star' orta yoğunluklu ve orta yeşil renk tonlarında iyi bir çim yüzeyi oluşturabilen bir çim çeşididir. Bermuda akarlarına karşıda daha iyi tolerans sunduğu bildirilmektedir. 'Transcontinental' bermuda çimi ise orta kaba yapıda çim tekstürüne sahip, güçlü, yavaş büyüyen ve sıcaklık ve kuraklığa toleransı iyi olan bir çim çeşididir. Tohumlu tip

‘Yukon’ çeşidi güçlü kök sistemi ve yoğun çim dokusu oluşturan bir çeşittir. Kuraklık toleransı yüksek olan çeşit koyu yeşil bir çim örtüsü oluşturmaktadır. ABD 2006 Ulusal Turfgrass Değerlendirme Programı bermuda çim çeşitleri denemesinde ‘Yukon’un genel çim kalitesi ile en iyi tohumlu çeşit olduğu tespit edilmiştir (NTEP 2007).

Çizelge 2.2. Bazı sıcak ve serin iklim çim türlerinin abiyotik streslere karşı dayanımları ve genel çim performansları (Patton ve Boyd 1914).

	<i>Cynodon dactylon</i> (Bermuda çimi)	<i>Eremochloa ophiuroides</i> (Kırkayak çimi)	<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Yengeç çimi)	<i>Poa pratensis</i> (Çayır salkımotu)	<i>Festuca arundinacea</i> (Kamışsı yumak)	<i>Zoysia sp.</i> (Japon çimi)
Soğuğa dayanıklılık	İyi	Orta	Kötü	Mükemmel	Mükemmel	Çok İyi
Sıcağa dayanıklılık	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Orta	İyi	Mükemmel
Kuraklık toleransı	Mükemmel	İyi	Orta	Kötü	Orta	Çok iyi
Gölgeye tolerans	Kötü	Orta	İyi	İyi	İyi	Orta
Optimum toprak pH	5.8 ile 7.0	4.5 ile 6.0	6.5 ile 8.0	5.8 ile 7.0	5.5 ile 6.5	5.8 ile 7.0
Bakım isteği	Orta ve Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek	Orta ve yüksek	Düşük ve orta
Renk	Orta ve koyu yeşil	Açık yeşil	Orta ve koyu yeşil	Orta ve koyu yeşil	Orta ve koyu yeşil	Açık ve orta yeşil
Yaprak dokusu	Orta ve İnce	Kaba	Kaba	Orta	Kaba	Orta ve ince
Biçim yüksekliği	0.5 - 2.0	1.5 - 2.0	2.5 - 4.0	2.5 - 3.5	2.5 - 3.5	1.0 - 2.0
Basılma ve ezilmeye tolerans	Mükemmel	Kötü	Kötü	İyi	İyi	Mükemmel
Kendini yenileme oranı	Mükemmel	Kötü	İyi	İyi	Kötü	İyi
Büyüme hızı	Hızlı	Yavaş	Orta ve Hızlı	Yavaş	Orta	Yavaş

Pek çok bermuda ve zoysia çimi çeşitleri vejetatiftir. Başta futbol ve golf sahaları olmak üzere kum zeminli atletik sahalarda yoğun kullanılan vejetatif çeşitler stolonları kullanılarak alanda tesis edilmektedir (Richardson vd. 2014). Stolonlardan büyümenin başlatılması ve gelişmenin temin edilebilmesi için belirli toprak sıcaklığına ve hava sıcaklığına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bakımdan sıcak iklim çim türlerinde stolonlar kullanılarak çim alan oluşturulurken (sprigging) optimum dikim zamanının bitkinin aktif büyüdüğü geç-ilkbahar ve yaz dönemi olduğu bildirilmektedir (Beard 1973). Öte yandan bermuda ve zoysia çimlerinde aktif büyüme dışında sonbaharda bitkinin dormansi döneminde yapılan dikimlerle de çim alan oluşturulabileceği rapor edilmiştir (Richardson vd. 2014). Çalışmada Richardson vd. (2014) ‘Tifway’ bermuda çimi ve ‘Meyer’ zoysia çiminin stolonlarını kullanarak, Arkansas, Fayetteville Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Yayım Merkezi'nde üç farklı zamanda (30 Ekim, 30 Mayıs ve 22 Temmuz) dikim gerçekleştirilmiştir. Dikimde, toprak zeminine stolonlar yayılmış ardından üzerlerine kum serilerek (1 cm) zemin sıkıştırılmıştır. Her bir dikim

tarihi ve her bir tür için, 344 dönüm (düşük), 688 dönüm (orta) ve 1032 dönüm (yüksek) olmak üzere üç farklı alanda gözlemlenmiştir. Alan kaplama oranları dijital görüntü analizi kullanılarak haftalık olarak değerlendirilmiştir. Alana yerleşme oranları açısından dikim tarihleri açısından bermuda çiminde çok önemli farklar bulunmazken, dormansi döneminde dikim zoysia çiminde alan kaplama hızını/oranını biraz düşürmüştür. Araştırmacılar her iki tür için de kullanılan çeşitler özelinde, ilkbaharı ya da yaz mevsimini beklemeden optimum dönem dışında dikim işlemi yapılabileceğini ortaya koymuştur (Richardson vd. 2014).

İklim koşulları olarak Akdeniz bölgemize benzer özellikler gösteren Güney Kaliforniya'da başta golf ve futbol sahaları olmak üzere yeşil alanlarda bölgeye iyi adapte olan yeni tohumlu ve klasik vejetatif bermuda çimleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaz ayları boyunca yoğun kullanılan bu sahalar, basılma veya ezilme stresine maruz kalmaktadırlar. Kış mevsimi boyunca kullanım devam ederse, bermuda çimi yıpranmakta ve kendini yenileme kabiliyetinin bu dönemde olmaması nedeniyle ciddi bir şekilde zarar görebilmektedir. Çünkü sonbahar kış mevsiminde tüm sıcak iklim çim türlerinde olduğu gibi büyümesi durmakta, klorofil kaybı başlamakta ve bitki dormansi dönemine girmektedir. Dormansiye girme ve düşük sıcaklıklara dayanım genetik kontrol altında olup çevresel koşullar ve kültürel işlemlerden etkilenebilmektedir. Gibeault vd. (2002) üç tane tohumlu tip bermuda çeşidi (Princess 77, Sultan ve NuMex Sahara) kullanarak Kaliforniya'da sonbahar - kış dönemi bu türde farklı bakım uygulamalarının dormansi dönemine ve çim rengindeki düşüşe etkilerini araştırmışlardır. Araştırma, Kaliforniya Üniversitesi Riverside Turfgrass Araştırma Tesisinde gerçekleşmiş ve çim parsellerine iki besin elementi (N ve Fe) ve dikey biçim (verticut) uygulanmıştır. Araştırmacılar azot uygulamasının Güney Kaliforniya'da sonbahar ve kış döneminde bermuda çimlerinin rengini koruması açısından önemli değişken olduğunu göstermiştir. Demir besin elementi ve dikey biçim uygulamalarının ise bu türde kışın yeşil çim renginin korunması üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir (Gibeault vd. 2002).

Bermuda çimi sadece tropik ve subtropik iklim bölgelerinde değil geçiş iklim bölgelerinde tesis edilen çim alanlarda da kullanım bulmaktadır. Öte yandan geçiş iklim bölgelerinde çok daha yaygın kullanımını engelleyen en önemli dezavantaj çimlerin yeşil renklerini kaybettiği çok daha uzun süren dormansi dönemidir. Rimi vd. (2012) tarafından geçiş iklim özelliği gösteren kuzeydoğu İtalya'da Padova Üniversitesi bünyesinde yürütülen çalışmada üç farklı N gübreleme programının bermuda çimi ve *Paspalum vaginatum* türlerinde dormansiye girme, ilkbaharda uyanma (yeşillenme) ve bu süreçte yeşil çim rengini muhafaza edebilme üzerine etkileri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında bermuda çimi çeşitleri; 'Princess-77', 'Riviera', 'SWI 1014', 'Yukon' ve *P. vaginatum* çeşidi üç farklı azot gübreleme programı (farklı uygulama tarihleri ve dozlar) altında karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında uygulanan üç azot uygulaması programı; (i) 15 Mayıs, 15 Haziran ve 15 Ağustos'ta (i) 6.7 g/N m^2) 15 Mayıs, 15 Haziran, 15 Ağustos ve 15 Ekim tarihlerinde 5 g/N m^2 ve (iii) 15 Mayıs, 15 Haziran, 15 Ağustos, 15 Eylül ve 15 Ekim tarihlerinde 4 g/N m^2 şeklinde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda türler arasında dormansi periyodu açısından farklılık olduğu ve *P. vaginatum* ilkbaharda yeşillenme oranı ve sonbaharda yeşil rengin muhafazası açısından bermuda çimi çeşitlerinden daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Sonbaharda uygulanan azot gübrelemesinin, bermuda çim çeşitlerinin ilkbaharda erken uyanmasını ve sonbaharda

yeşil rengin daha uzun süre korunmasını (dolayısıyla dormansi süresini kısalttığı) sağladığı tespit edilmiştir. Çalışma, azot uygulaması oranını arttırmadan düşük dozlar halinde uzun döneme yayılmasının sıcak iklim çimlerinin kalitesini de arttırabileceğini ortaya koymuştur (Rimi vd. 2012).

Sıcak iklim çimleri dünyanın sıcak-nemli, yarı-nemli ve yarı-kurak bölgelerinde başarıyla yetiştirilmektedir. Sever Mutlu vd. (2011b) tarafından Akdeniz bölgesinde iki lokasyonda yürütülen çalışma ile 6 farklı sıcak iklim çim türü ve çeşitlerinin (20 adet) bölgeye adaptasyonu araştırılmıştır. Arazi koşullarında tür ve çeşitlerin yayılma hızı (alanda yerleşme oranı), çim kalitesi, rengi ve çim performansına ait diğer kriterler 2 yıl boyunca incelenmiştir. Çalışmada sıcak iklim çim türlerinden; bermuda çimi, *Buchloe dactyloides*, *Zoysia japonica*, *Paspalum notatum*, *Paspalum vaginatum*, *Eremochloa ophiuroides* ve karşılaştırma amacıyla serin iklim çimi olan *Festuca arundinacea* kullanılmıştır. Araştırmacılar Antalya'da bermuda çimi, *P. notatum* ve *P. vaginatum* türlerinin ekimden yaklaşık 2 ay sonra %95 oranında çim örtüsü oluşturarak alanda en hızlı tesis olan türler olduğunu belirtmişlerdir. *B. dactyloides*, *E. ophiuroides*, 'Zenith' ve 'Companion' zoysia çimlerinin ise %90 ve %84 alan kaplama oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Genel çim kalitesi açısından tür ve çeşitler arasında farklılıklar olduğu ve 'Sea Spray' (*P. vaginatum*), 'SWI-1044', 'SWI-1045', 'Princess 77' ve 'Riviera' (bermuda çimleri), 'Cody' (*B. dactyloides*) ve 'Zenith' (*Z. japonica*) çeşitlerinin, büyüme döneminde 7 ay boyunca kabul edilebilir ve üstü çim kalitesi sağladıkları saptanmıştır. Kullanılan tür ve çeşitler arasında sonbahar kış dönemi yeşil rengini koruma açısından da farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Genel olarak sıcak iklim çim türlerinin sonbaharda dormansiye geç girerek yeşil rengini daha uzun süre koruması arzu edilir. Kullanılan çeşitlerden 'Argentine' ve 'Pensacola' (*P. notatum*), 'Sea Spray' (*P. vaginatum*) ve 'SWI-1044' ve 'SWI-1045' (bermuda çimi)'in, sonbahar kış döneminde diğer çeşitlere göre yeşil renklerini 15 gün veya daha uzun süre muhafaza ederek büyüme sezonunu uzattıkları bildirilmiştir. Çalışmada kullanılan sıcak iklim çim türlerinin tamamının ocak ve şubat aylarında uyku dönemine (dormansi) girmiş oldukları tespit edilmiştir. Araştırmacılar *Z. japonica* ve *B. dactyloides* çimi çeşitlerinin ilkbaharda incelenen diğer çeşitlere kıyasla daha erken dormansiden çıkarak yeşillendiğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Akdeniz bölgesi gibi sıcaklık stresi ve su sınırlamaları olan bölgelerde sıcak iklim çim türlerinin kullanımını desteklemektedir (Sever Mutlu vd. 2011b).

Çim yoğunluğu ve rengi, çim kalitesini etkileyen önemli faktörlerdendir. Homojen bir görünüm sağlama yanında, birim alanda artan sürgün miktarının (çim yoğunluğu) ve kök/sürgün oranının çim bitkilerinin fotosentez kapasitesini, basılma ve ezilme toleransını artırarak spor alanlarında oluşan zararları azaltabileceği ön görülmektedir. Birim alandaki çim yoğunluğu tür ve çeşitlerine göre değişmekte ve çevresel faktörler yanında uygulanan bakım koşullarında birim alandaki sürgün yoğunluğunu etkilemektedir (Beard 1973). Golestanı vd. (2007) 2003-2008 yılları arasında Shahid Chamran Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde, üre formunda azotlu gübrenin bermuda çiminde genel çim kalitesi ve yoğunluğu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında azot dört farklı seviyede (kontrol, 3, 5, 7 g m⁻² üre) ve 3 farklı zaman aralığında (15, 30 ve 45 gün) verilerek etkileri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar nitrojen uygulamalarının bermuda çiminde dormansi süresini azalttığını ve kontrol ile karşılaştırıldığında çimlerin kalite ve yoğunluğunu

arttırdığını göstermiştir. Relatif yaprak klorofil indeksine ait sonuçlar 45 gün boyunca 3 ve 5 gr m⁻² üre uygulamalarının yaprakların klorofil içeriğini ve dolayısıyla yeşil rengini arttırdığı saptanmıştır. Araştırmacılar bitkinin aktif büyüdüğü dönemde uygulanan uzun zaman aralıklarıyla yapılan nispeten yüksek nitrojen seviyelerinin (3-5 g m⁻²) çim yoğunluğunu arttırdığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda 3 g m⁻² dozunda 45 günlük zaman aralığında uygulanan üre uygulaması ile uygun bir kök/sürgün oranının (3:1) elde edildiği rapor edilmiştir (Golestani vd. 2007).

Schiavon vd. (2011) 2005-2008 yılları arasında Las Cruces, NM'de, bermuda çiminin farklı çeşitlerinden oluşan bir karışımının ve diğer sıcak iklim çim türlerine ait farklı çeşitlerinin çim performansını, bitkilerin evapotranspirasyonla günlük kaybettikleri su miktarının %90'ını toprak altı sulama sistemi (subsurface drip irrigation) ile geri verildiği deneme koşullarında araştırmışlardır. Çim parselleri 7,5 cm yükseklikten biçilmiş, sulanmıştır ve besin stresini önlemek için gübreleme yapılmıştır. Mart 2005'ten Haziran 2008'e kadar, çim kalitesi, ilkbaharda yeşillenme oranı ve sonbaharda yeşil çim rengini muhafaza yeteneğini belirlemek için görsel olarak ayda bir gözlem alınmıştır. Görsel olarak alınan veriler yanında normalize edilmiş vejetasyon indeks değerleri (NDVI) ölçülmüştür. 4 yıl boyunca kalite verilerinin ortalaması alındığında, *P. vaginatum* 'SeaDwarf,' 'Sea Spray' ve *Z. japonica* 'De Anza' çeşitlerinin uygulanan sulama sistemi altında en iyi performansı sağlayan çeşitler olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar çalışma kapsamında kullanılan bermuda çimlerinin uygulanan sulama rejimi altında kabul edilebilir çim performansı sağladığını bildirmişlerdir. Ayrıca çalışma kapsamında alınan görsel çim kalitesi ve NDVI arasındaki korelasyonun istatistiki olarak önemli olduğu (p < 0.001) ve pozitif bir ilişki olduğu (r = 0.54) rapor edilmiştir (Schiavon vd. 2011).

Bermuda çiminin azot uygulamasına verdiği tepkiler Bilgili vd. (2017) tarafından da çalışılmıştır. Çalışma 2015-2016 yıllarında, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'ndeki Çim Deneme Alanı'nda yürütülerek, bermuda çimine uygulanan farklı azot dozlarının bitki gelişimi, çim kalitesi ve çim rengi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ana parsellere çim türleri, alt parsellere ise azot dozları uygulanmıştır. Çalışmada hibrit bermuda çimi 'Tifdwarf' ve tohumlu bermuda çimlerinden 'Gobi' ve 'Sydney' çeşitleri kullanılmıştır. Alt parsellere; 0, 2, 4 ve 6 g /m² azot dozları 7 ay boyunca uygulanmıştır. Araştırma kapsamında çim rengi ve çim kalite değerleri ayda bir görsel olarak, bitki gelişimleri ise bitkiler 8-10 cm boya eriştiklerinde alınmış, ayrıca dormansi tarihleri de belirlenmiştir. İki yıllık araştırma sonuçlarına göre artan azot dozlarının çim renk ve kalitesi ile birlikte bitki gelişimini arttırdığı gözlemlenmiştir. Araştırmacılar 4 g/m² azot dozu uygulamasının üç çim çeşidinde kabul edilebilir çim renk ve kalitesini sağladığını bildirmişlerdir. 'Tifdwarf' ve 'Gobi' çeşitlerinin ise ilkbaharda dormansiden ilk çıkan çeşitler olduğu tespit edilmiştir (Bilgili vd. 2017).

Yüksek sıcaklık, özellikle serin iklim çim bitkilerinin büyümesini engelleyen temel stres olarak tanımlanmaktadır (Huang 2014). Optimum büyüme ve gelişmelerini 16-24 °C arasında gösteren serin iklim çim türlerinin yüksek sıcaklığa toleransının düşük olması onların sıcak iklim bölgelerinde kullanımını engelleyen önemli faktörlerdendir (Beard 1973). Bermuda çimi gibi sıcak iklim çim bitkileri ise genel olarak 27-35 °C arasında optimum büyüme ve gelişme gösterirler (Bread 1973; Pompeiano vd. 2012). Genel olarak çim bitkilerinin yüksek sıcaklığa dayanımları

türlere göre farklılık göstermektedir. Çim türleri içinde bermuda çiminin yüksek sıcaklıklara olan toleransının oldukça iyi olduğu bilinmektedir (Emmons 2000). Çim türlerinin sıcaklıklara dayanımları Çizelge 2.3’de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Çim türlerinin oransal olarak yüksek sıcaklıklara dayanım durumları (Karagüzel 2007)

Türler	Sıcağa Dayanım
<i>Cynodon dactylon</i> (Bermuda çimi) <i>Cynodon transvaalensis</i> (Uganda çimi)	Çok iyi
<i>Zoysia</i> spp. (Japon çimi) <i>Eremochloa ophiuroides</i> (Kırkayak çimi) <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Yengeç çimi)	Çok iyi
<i>Festuca arundinacea</i> (Kamışsı yumak) <i>Festuca longifolia</i> (Uzun yapraklı kırmızı yumak) <i>Festuca ovina</i> (Çayır yumakotu) <i>Festuca pratensis</i> (Çayır yumağı) <i>Agrostis stolonifera</i> (Stolonlu tavusotu) <i>Poa pratensis</i> (Çayır salkımotu) <i>Agrostis tenius</i> (Narin tavusotu) <i>Festuca rubra</i> var. <i>commutata</i> (Kırmızı yumak) <i>Festuca rubra</i> var. <i>rubra</i> (Kırmızı yumak) <i>Festuca rubra</i> var. <i>tricophylla</i> (Narin kırmızı yumak)	İyi
<i>Poa compressa</i> (Yassı salkımotu) <i>Festuca tenuifolia</i> (Narin yapraklı kırmızı yumak)	Orta
<i>Lolium perenne</i> (İngiliz çimi) <i>Agrostis alba</i> (Ak tavusotu) <i>Lolium multiflorum</i> (İtalyan çimi) <i>Poa trivialis</i> (Adi salkımotu) <i>Phleum pratense</i> (Çayır kelpkuyruğu)	Zayıf

Çizelge 2.3’de görüldüğü üzere bermuda çimleri yüksek sıcaklık toleransı en iyi olan çim bitkileri grubunda yer almaktadır. Pompeiano vd. (2013) tarafından yılında yapılan çalışma sonuçları da bu bilgiyi doğrulamaktadır. Nitekim *Z. japonica* ‘Meyer’ ve hibrit bermuda çimi ‘Tifway’ çeşitleri yüksek sıcaklık stresine (6-168 saat arası 47°C (+/-1°C) maruz bırakıldığında ‘Tifway’ çeşidinin ‘Zenith’e göre daha yüksek bir toleransa sahip olduğu bildirilmiştir. Çimlerin aşırı sıcaklıklara maruz kalmasının sonuçları, fizyolojik, biyokimyasal, metabolik ve moleküler süreçleri değiştirmektedir. Yüksek sıcaklık stresi sıcak iklim çim türlerine zarar verici bir faktör olarak görülmesi de, çalışmada kullanılan iki türün yüksek sıcaklıklara karşı fizyolojik tepkilerinde önemli farklılıklar olduğu gösterilmiştir (Pompeiano vd. 2013). *Zoysia* çimi ile karşılaştırıldığında, incelenen tüm parametreler açısından bermuda çiminin daha iyi performans gösterdiği bildirilmiştir (Pompeiano vd. 2013).

Sıcaklıkla ilgili diğer bir stres de düşük sıcaklık stresidir. Düşük sıcaklıklara tolerans sıcak iklim çim bitkilerinin yeryüzündeki dağılımını ve büyümesini sınırlayan önemli bir faktördür. Düşük sıcaklık zararı 0°C'nin üzerinde sıcaklıklarda meydana gelir ise soğuk zararı (chilling stress), 0°C'nin altındaki sıcaklıklarda meydana gelir ise donma zararı olarak isimlendirilmektedir (Huang 2014). Soğuk stresi çim bitkilerinde, fotosentezin engellenmesi ve metabolik aktivitelerdeki dengesizliklere neden olan oksidatif stres olarak ortaya çıkmaktadır (Huang 2014). Bermuda çimin sıcak ve serin iklim arasında geçiş özelliği gösteren geçiş iklim bölgelerinde kullanımlarını yaygınlaştırmak için, düşük sıcaklıklara tolerans yeni çeşitlerde geliştirilmesi gereken önemli seleksiyon kriterlerinden biri olarak görülmektedir (Taliaferro 2003). Düşük sıcaklıklara tolerans açısından bermuda çimi genotip ve çeşitleri arasında varyasyon olduğu çeşitli araştırmalar ile desteklenmiştir.

Anderson vd. (2001) tarafından yürütülen çalışma ile laboratuvar ortamında geliştirilmiş ıslah hatlarının, yeni çıkarılan çeşitlerin ve standart çeşitlerin donma zararı ve 0°C'nin altındaki sıcaklıklara tolerans seviyeleri (donma toleransları) belirlenmiştir. Çalışma sonunda kullanılan bermuda çimi çeşitleri arasında donma toleransları açısından önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan vejetatif çeşitler ve zararın olduğu düşük sıcaklıklar (donma zararı) sırasıyla; 'GN-1' (-5.9°C), 'Baby' (-6.7°C), 'Tifway' (-6.7°C), 'TifSport' (-7.2°C), 'Quickstand' (-8.0°C) ve 'Midlawn' (-8.4°C) olarak belirlenmiştir. Vejetatif hibrit bermuda çimleri arasında en düşük donma derecesine sahip çeşidin 'Midlawn' olduğu saptanmıştır. 'GN-1', 'TifSport' ve 'Quickstand' çeşitleri 'Midlawn'dan daha az dayanıklıdır. İkinci grup bermuda çimleri (tohumlu çeşitler) ve donma toleransları sırasıyla; 'Arizona Common' (-5.6°C), 'Mirage' (-6.1°C), 'Jackpot' (-6.3°C), 'Guymon' (-7.4°C) ve 'Yukon' (-7.6°C) olarak saptanmıştır. Tohumlu bermuda çimleri arasında 'Yukon' en iyi donma toleransına sahip olan çeşit olarak bulunmuştur. Üçüncü grup, yeşil rengini koruyabilen vejetatif bermuda çimlerini içermektedir: 'Champion' (-4.8°C), 'Floradwarf' (-4.9°C), 'MS-Supreme' (-5.2°C), 'MiniVerde' (-5.8°C), 'Tifeagle' (-6.0°C), 'Tifdwarf' (-6.5°C) ve 'Tifgreen' (-6.5°C). Araştırmacılar 'Tifdwarf' ve 'Tifgreen' çeşitlerinin soğuğa oldukça dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma sonucunda düşük sıcaklık toleransının geçiş bölgeleri için uygun çim çeşit ve genotiplerinin seçilmesinde oldukça önemli bir kriter olduğu ve çalışma sonucunda elde edilen bilgilerin bu konuda oldukça faydalı olduğu bildirilmiştir (Anderson vd. 2001).

Bermuda çiminin adapte olduğu tropik ve subtropik iklimler dışında daha soğuk iklimde kullanımı uzun süren dormansi dönemi ve düşük sıcaklığa bağlı zararlanmalar ile sonuçlanabilmektedir. Chalmers ve Schmidt (1978) 'Tifgreen' çeşidini kullanarak bermuda çiminde düşük sıcaklıklarda hayatta kalma süresi, donma sıcaklığına maruz kaldıktan sonra optimum büyüme sıcaklığında tutmanın (deacclimation), donma sıcaklığı derecesi ve dormansi süresinin hayatta kalma üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışma kapsamında sahadan alınan örnekler önce 27/13°C'de (gündüz / gece) 0, 2, 4, 8 gün boyunca bekletilmiştir. Daha sonra rizomlar ve stolonlar 24 saat boyunca +2, 0, -2, -4, -6°C sıcaklıklarına maruz bırakılmıştır. Her bir muameleden alınan numunelerin üçte biri, 4 hafta boyunca bir serada yetiştirmeye başlamadan önce, karanlık koşullarda 0, 45 ve 90 gün 2.7°C ± 'de muhafaza edilmiştir. Araştırmacılar -2 veya -6°C'ye maruz kalan rizom ve stolonların hayatta kalmadığını tespit etmişlerdir. Düşük sıcaklık ve uzun dormansi süresinin stolonların hayatta kalması üzerinde bir bileşik etkiye sahip

olduğu bulunmuştur. Bulgular, donma sıcaklıklarına maruz kaldıktan sonra uzun süreli dormansi sürelerinin, bermuda çiminde hayatta kalma (canlılık) oranını düşürdüğünü göstermiştir (Chalmers and Schmidt 1978).

Sıcak iklim çim türleri arasında düşük sıcaklıklara tolerans açısından farklılıklar olduğu ve genel olarak *Z. japonica* türünün daha iyi performans gösterdiği bildirilmektedir. Zoysia ve bermuda türlerinin düşük sıcaklık derecelerine dayanımını belirlemek için, Rogers vd. tarafından 1973 yılında yapılan çalışmada ise 3 adet *Z. japonica* (Japon çimi) ve 3 adet bermuda çeşidi kullanılmış ve kullanılan çeşitlerin donma toleransları değerlendirilmiştir. Arazi koşullarında kasım ayında her iki çim türünde çim parsellerinin %10-12 oranında hala yeşil olduğunu ancak japon çimi çeşitlerinin yeşil dokusunun bermuda'ya göre fotosentetik olarak 4-8 kat daha aktif olduğu saptanmıştır. Nitekim aynı dönemde yapılan incelemelerde japon çimi dokusundaki kloroplastların grana lamellerinin hala bozulmamış olduğu, buna karşın bermuda çimine ait grana lamelleri'nin hasar gördüğü belirtilmiştir. Aralık ayında araziden alınan rizom dokusuna yapılan soğuk testleri sonuçlarının ise saha gözlemiyle uyumlu olduğu ve japon çimi çeşitlerinin, bermuda çimi çeşitlerine göre çok daha düşük sıcaklıklarda hayatta kaldığı gözlemlenmiştir (Rogers 1977).

Özellikle yaz aylarında yüksek sıcaklığın olduğu dönemlerde düşük yağış ve/veya yetersiz sulama koşullarında oluşan su stresi, çimlerin büyümesini, kalitesini ve alanda yayılmasını önemli ölçüde etkilemektedir (Huang 2014). Bitki gelişimini sınırlandıran ve hatta engelleyen uzun süreli su stresi ise kuraklık olarak adlandırılmaktadır. Kuraklık stresi, yarı kurak ve kurak bölgelerde büyümeyi sınırlandıran en önemli faktördür (Bread 1973). Kuraklığa dayanımının en önemli bileşenlerinden birinin derin, yoğun ve canlı bir kök sisteminin geliştirilmesi ve sürdürülmesi olarak bildirilmektedir (Carrow 1996). Derin kök sistemi, çim bitkilerinde kuraklık dayanımını arttırması nedeniyle arzu edilen bir özelliktir. Kuraklık stresi süresince bitkilerin büyümesini sürdürebilme ve hayatta kalabilme kabiliyeti genel olarak kuraklık dayanımı olarak kabul edilmektedir (Huang 2014). Kuraklık dayanımı çim bitkileri ıslahında üzerinde önemle durulan önemli bir seleksiyon kriteri olarak kabul edilmektedir (Taliaferro 2003). Sürdürülebilir yeşil alanlar oluşturmak için mümkün olduğunca kurağa en dayanıklı tür ve çeşitlerinin kullanımı önemlidir. Çim türleri arasında hatta aynı türün çeşitleri arasında bile kuraklığa dayanım açısından farklılıklar bulunmaktadır (Sever Mutlu vd. 2011a). Çim türlerinin kurağa göreceli dayanıklılıkları Çizelge 2.4'te verilmiştir.

Çizelge 2.4. Çim türlerinin kurağa göreceli dayanım durumları (Karagüzel, 2010)

Türler	Kuraklığa Dayanım
<i>Cynodon dactylon</i> (Bermuda çimi) <i>Cynodon transvaalensis</i> (Uganda çimi) <i>Zoysia</i> spp. (Japon çimleri) <i>Paspalum notatum</i> (Parlak yalancıdarı) <i>Agropyron cristatum</i> (Otlak ayrığı) <i>Bromus inermis</i> (Kılçıksız brom)	Çok iyi
<i>Festuca longifolia</i> (Uzun yapraklı kırmızı yumak) <i>Festuca arundinacea</i> (Kamışsı yumak) <i>Festuca rubra</i> (Kırmızı yumak) <i>Dactylis glomerata</i> (Domuz ayrığı)	İyi
<i>Poa pratensis</i> (Çayır salkımotu) <i>Agrostis alba</i> (Ak tavusotu) <i>Phleum pratense</i> (Çayır kelpkuyruğu) <i>Poa compressa</i> (Yassı salkımotu)	Orta
<i>Festuca pratensis</i> (Çayır yumağı) <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Yengeç çimi)	Zayıf
<i>Eremochloa ophiuroides</i> (Kırkayak çimi)	Çok zayıf
<i>Axonophus affinis</i> (Adi halıotu) <i>Lolium trifolium</i> (İtalyan çimi) <i>Agrostis stolonifera</i> (Stolonlu tavusotu) <i>Poa trivalis</i> (Adi salkımotu) <i>Agrostis canina</i> (Kahverengi tavusotu)	Çok zayıf

Çizelge 2.4'te görüldüğü üzere bermuda çimi kuraklık dayanımı çok iyi olan türler grubundadır. Öte yandan kuraklık dayanımı türün kendi çeşitleri arasında farklılıklar gösterdiği gibi çevresel koşullar ve uygulanan bakım şartlarından da etkilenmektedir. Türkiye'nin Akdeniz iklim koşullarına sahip bölgelerinde çim türlerinin kuraklık dayanımı ve adaptasyonu hakkında çok fazla bilgi bulunmamaktadır. Bu bölgedeki çim saha yöneticilerinin, uygun çim tür ve çeşitlerinin seçimi ve oluşturulan çim alanların yönetimi konusunda bilinçli kararlar almaları için bu bilgilere ihtiyaç duymaktadır. Sever Mutlu vd. (2011a) tarafından, Akdeniz iklimi koşullarında bermuda çimi, *B. dactyloides*, *P. notatum*, *P. vaginatum*, *Z. japonica*, *E. ophiuroides* ve *L. arundinaceum*'un (*F. arundinaceae*) kuraklık direncini değerlendirmek amacıyla araştırma yapılmıştır. Çalışma 2006 yılında Antalya ve Mersin'de olmak üzere iki lokasyonda gerçekleştirilmiş ve 2007 yılında her iki yerde de tekrarlanmıştır. Çim tür ve çeşitleri alanda tesis olduktan bir yıl sonra, haziran-ağustos döneminde çimler 90 gün boyunca kuraklık stresine maruz bırakılmış, 90. gün sonunda ise sulama tekrar başlatılarak, tamamen sararmış çim bitkilerinin geri gelebilme yetenekleri araştırılmıştır. Kuraklık stresi süresince % yaprak yanması, çim kalitesi ve kuraklık stresinden sonra ise kendini yenileme kabiliyeti % olarak kaydedilmiştir. Kuraklık stresi altında yaprak uçlarından başlayarak geriye doğru ilerleyen yanma kuraklık zararının en önemli belirtileri arasındadır. Araştırmacılar denedikleri sıcak iklim çim tür ve çeşitleri arasında

yaprak yanma oranı ve kuraklık stresinden sonra kendini yenileme kabiliyeti bakımından önemli farklılıklar olduğunu tespit etmiştir. Bermuda çimi, *P. notatum* ve *B. dactyloides* türlerinin çalışılan diğer türlere kıyasla stres altında daha düşük yaprak yanma oranına ve kuraklık stresinden sonra ise çok daha hızlı kendini yenileme kabiliyeti ile üstün kuraklık direnci sergilediği tespit edilmiştir. *E. ophiuroides* ve *Z. japonica* türlerinin ise stres altında yüksek oranda yaprak yanma oranına ulaştıkları ve kuraklık stresinden sonra ise düşük oranda kendini yenileme kabiliyeti ile daha düşük kuraklık dayanımına sahip oldukları belirtilmiştir. Beklendiği üzere en düşük kuraklık dayanımı bir serin iklim çim türü olan *L. arundinaceum* da görülmüştür. Sonuçlar, 'SWI-1045' (Contessa) ve 'SWI-1044' (Bermuda çimleri) ve 'Cody' (*B. dactyloides*) çeşitlerinin, kuraklık stresi altında geçen 30. güne kadar kabul edilebilir çim kalitesi sağlayarak kuraklığa karşı yüksek dayanımları olduğunu ve Akdeniz bölgesinde suyun etkin kullanıldığı sürdürülebilir çim alanların oluşturulabilmesi için kullanılabileceğini göstermiştir (Sever Mutlu vd. 2011a).

Kuraklık stresine dayanım ile kök sistemi arasında önemli ilişki olduğu farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Hays vd. (1991), kuraklık stresi altında 10 farklı bermuda çimi genotipinin köklenme özelliklerini, kök karbonhidrat içeriğini ve genel çim performansını belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar sera ortamında, kuraklık stresi sırasında toprak profili boyunca kök dağılımını ve karbonhidrat içeriğini takip etmişlerdir. Genotipler arasında kök dağılımı ve kökler içinde biriktirilen toplam karbonhidrat içeriği bakımından önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Araştırmacılar stres altında genel çim kalitesi ile toprak yüzeyinden itibaren 30, 60, 90 ve 150 cm'de oluşturulan kök kütlesi miktarı arasında, (sırasıyla, $r = 0.72, 0.86, 0.80$ ve 0.81) önemli bir korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Öte yandan kök karbonhidrat içeriğinin, bermuda çimi genotiplerinin çim kalitesi ile anlamlı korelasyon göstermediği bulunmuştur. Sonuç olarak bermuda çimlerinin kurağa karşı yüksek bir dayanım gösterdiği bildirilmiştir (Hays vd. 1991).

Qian ve Fry (1994) sera koşullarında sıcak iklim çimleri; *C. dactylon* 'Midlawn', *B. dactyloides* 'Prairie', *Z. japonica* 'Meyer' ve serin iklim çimi olan *F. arundinacea* 'Mustang' çeşitlerinin kuraklık toleransı ve kuraklık stresi sonrası kendini yenileme kabiliyeti ile ozmotik ayarlama mekanizması arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Yaprak su potansiyelindeki ani düşüşe sebep olan hacimsel toprak nem içeriği eşik değerinin 'Mustang' çeşidinde sıcak iklim çim bitkilerine göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Kuraklık stresi sırasında yaprak su potansiyelindeki birim düşüşe bağlı olarak yaprak basınç potansiyelindeki en hızlı düşüşün 'Mustang' ve en yavaş düşüşün ise *B. dactyloides* 'Prairie' çeşidine ait olduğu gözlemlenmiştir. Kuraklık stresi sonrası çim bitkilerinin kendini yenileyebilme (rejenerasyon) oranı kuraklık dayanımının bir diğer belirtisidir. Araştırmacılar kuraklık stresi sona erdirilerek sulamaya başladıktan 2 hafta sonra çim çeşitlerinin kendilerini yenileme (yeşil olma) oranları açısından ise en iyi çeşitlerin sırasıyla *B. dactyloides* 'Prairie' (%50), *Z. japonica* 'Meyer' (%22), *C. dactylon* 'Midlawn' (%14) olduğu tespit edilmiştir (Qian 1997).

Basılma ve çiğnenmeye, kuraklığa dayanımı çok üstün olan bermuda çiminin kendini yenileme yeteneği oldukça yüksek fakat gölgeye dayanımının zayıf olduğu bilinmektedir. Gölge koşullarda fotosentez oranı düşmekte ve büyüme gerilemektedir. Aşırı gölgeye maruz kalan bermuda çimlerinde incelme, solma, boğumlar arasında uzama ve sürgün-kök yoğunluğunda azalma meydana gelmektedir (Brosnan ve Deputy

2008). Sıcak iklim çim türleri içinde gölgeye göreceli dayanımı en düşük türlerden biri olan bermuda çiminde gölge toleransının artırılması yönünde seleksiyon ve ıslah çalışmaları önem kazanmıştır. Yeni geliştirilen bermuda çimi çeşitleri 'TifGrand' ve 'Celebration' ın gölge toleransının önceki standart çimlere kıyasla daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Dunne vd. 2017). Bermuda çiminde gölgeye dayanım açısından daha üstün çeşitleri geliştirebilme potansiyeli olduğu bilinmektedir. Genetik yapı dışında, bermuda çiminde bakım uygulamalarının da gölge toleransını etkilediği bildirilmektedir. Nitekim Dunne vd. (2017) tarafından yapılan çalışma azot gübreleme oranlarındaki değişiklikler, biçim yükseklikleri ve bitki büyüme düzenleyicileri uygulamalarının bermuda çiminde gölge toleransını artırılabilirliğini göstermiştir. Araştırmacılar Güney Afrika orijinli iki bermuda çimi 'WIN10F' ve 'STIL03' ve üç standart çeşit 'Celebration', 'Tifgrand' ve 'Tifway'i %63 gölge koşullarında, iki biçim yüksekliği, iki trinexapac-etil (TE) uygulaması ve iki farklı azot dozu altında hayatta kalma yetenekleri bakımından karşılaştırmışlardır. Çim ile kaplı alan oranı dijital görüntü analizi ile belirlenmiş ve çim kalitesi, NDVI cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Çalışma gölge koşullar altında, TE uygulaması ve biçim yüksekliğinin çim performansını etkilediğini ortaya koymuştur. Farklı gübreleme uygulamalarının çimlerin büyümesini ve yıl boyunca kendini yenileme oranlarını önemli şekilde etkilediği bildirilmiştir. Genotipler düzeyinde bitki büyüme düzenleyicileri (PGR) ile çim biçim yüksekliği arasındaki etkileşimlerin önemli bulunması gölge koşullarda bermuda çimi çeşitleri için spesifik yönetim planlarının geliştirilmesinin gerekliliğine işaret etmiştir. Araştırmacılar gölge ortamlarda uygulanacak spesifik bakım programlarının *Bermuda* çimlerinin daha yaygın kullanılmasına katkıda bulunacağını ifade etmişlerdir (Dunne vd. 2017).

Çim tür ve çeşitlerinin genetik ve fizyolojik yapıları düşük ışık (gölge) toleransında önemli bir rol oynamaktadır. Jiang vd. (2005) gölgeye toleranslı *P. vaginatum* 'Sea Isle 1' ve hassas 'TifSport' hibrit bermuda çimi çeşitlerini kullanarak yürüttükleri çalışmalarında yüksek ışık (HL, 500-900 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ve düşük ışık (LL, 60-100 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) koşullarında ve fotosentez aktivitesi, toplam çözünür protein ve antioksidan enzimlerindeki değişimleri araştırmışlardır. Düşük ışık altında 'Sea Isle 1' çeşidi çim kalitesini ve NDVI değerlerini 'TifSport' çeşidine göre çok daha iyi korumuştur. Düşük ışık koşulları her iki çeşitte de klorofil içeriğinde azalmalara sebep olmuştur. Ancak toplam klorofil içeriğinde azalma hassas 'TifSport' çeşidinde çok daha yüksek oranda gerçekleşmiştir. Gölge koşullar altındaki 35. günde klorofil a ve klorofil b içeriğindeki azalma, 'Sea Isle 1'de sırasıyla %34 ve %36 oranında gerçekleşirken, 'TifSport' çeşidinde %51 ile %63 oranında tespit edilmiştir. Klorofil a/b oranı 'Sea Isle 1' çeşidinde düşük ışık koşullarından çok fazla etkilenmez iken 'TifSport'ta önemli farklılık gözlemlenmiştir. Her iki türde de fotokimyasal etkinlik (Fv/Fm) düşük ışık koşullarında nispeten sabit kalmıştır. Toplam çözünür protein içeriği (SPC), suda çözünür karbonhidrat içeriği (WSC), katalaz (CAT) aktivitesi ve askorbat peroksidaz (APX) aktivitesi 'Sea Isle 1' çeşidine göre 'TifSport' çeşidinde daha fazla azalma göstermiştir. Çimler düşük ışık koşullarından yüksek ışık koşullarına transfer edildikten sonra, Chla, Chlb, SPC, WSC ve CAT aktivitesi artmış, ancak artışların 'Sea Isle 1'de daha yüksek oranda gerçekleştiği bildirilmiştir. Sonuçlar, düşük ışık koşullarında Chl, SPC, WSC ve antioksidan enzim aktivitelerinin nispeten yüksek düzeylerinin, çim türlerinde gölge toleransına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Düşük ışıktan yüksek ışığa geçişte bu parametrelerin çok daha hızlı bir şekilde kendini yenilemesinin ise

gölge toleransı daha iyi olan *P. vaginatumun* ‘Sea Isle 1’ çeşidinin karakteristik bir özelliği olduğu bildirilmiştir (Jiang vd. 2005).

Sulama suyu kaynakları azaldıkça çim alanlarda su tüketimin azaltılması konusu her geçen gün önem kazanmaktadır. Bu kapsamda çim alanlarda ikincil kalite (tuzlu suların) suların ve suyu daha etkin veren sulama sistemlerinin kullanılmasında araştırmalara konu olmaktadır. Genel olarak bermuda çiminin tuzluluk stresine dayanımının iyi seviyede olduğu bildirilmektedir (Beard 1973; Çizelge 2.5). Sevostianova vd. (2011) tarafından, New Mexico'da 2005 ile 2007 yılları arasında yürütülen çalışmada, farklı dozlarda tuzluluk içeren sulama suyu ve iki farklı sulama sistemi kullanılarak sıcak iklim çimlerinin genel çim performansı ve kök bölgesi tuzluluk oranlarındaki değişim araştırılmıştır. Çim parselleri ya yağmurlama sulama sistemi ile ya da yer altı damlama sulama sistemi kullanılarak 3 farklı tuzluluk seviyesindeki (0.6, 2.0 ve 3.5 dS m⁻¹) su ile sulanmıştır. Çim alanlarda kalite, büyüme dönemleri boyunca aylık olarak ilkbahar ve sonbahar renkleri ise yılda iki kez değerlendirilmiştir. Yılda iki dönem (Haziran ve Kasım) 0-20 ve 50-60 cm derinliklerinde toprak örnekleri alınarak elektriksel iletkenlik (EC), Na ve Cl adsorpsiyon oranlarındaki (SAR) değişim analiz edilmiştir. Elektriksel iletkenlik ve Na değerleri 0 ile 20 cm arasında haziran aylarında en yüksek değerlere çıkmış ve ardından gelen yağışlı günlerde daha düşük seviyelere gerilemiştir. Yaz dönemi EC değerlerinin yer altı damlama sulama sisteminde daha yüksek olduğu ancak 50-60 cm derinlikte üç su kalitesinden herhangi biri için yer altı damlama ve yağmurlama sistemi arasında farklılık bulunmamıştır. Test edilen çimlerin çoğunda, EC, Na veya SAR değerleri ile çim kalitesi arasında önemli ancak düşük bir korelasyon bulunmuştur. Araştırmacılar bu çalışmada yer alan bermuda çimi ve diğer sıcak iklim çimlerinin çoğunun, tuzlu su kullanılarak yer altı damlama sulama sistemi ile sulandıklarında kabul edilebilir bir çim kalitesi sağlayabileceği sonucuna varmışlardır (Sevostianova vd. 2011).

Çizelge 2.5. Çim türlerinin tuza göreceli dayanıklılığı (Karagüzel 2007)

Türler	Tuza Dayanım
<i>Paspalum notatum</i> (Parlak yalancıdarı) <i>Cynodon dactylon</i> (Bermuda çimi) <i>Cynodon transvaalensis</i> (Uganda çimi) <i>Zoysia</i> sp. (Japon çimleri) <i>Agrostis stolonifera</i> (Stolonlu tavusotu)	İyi
<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Yengeç çimi)	İyi
<i>Festuca arundinacea</i> (Kamışsı yumak) <i>Agropyron cristatum</i> (Otlak ayrığı) <i>Bromus inermis</i> (Kılçıksız brom) <i>Lolium perenne</i> (İngiliz çimi)	Orta
<i>Festuca elatior</i> (Yüksek çayır yumağı) <i>Festuca rubra</i> (Kırmızı yumak) <i>Poa pratensis</i> (Çayır salkımotu) <i>Agrostis alba</i> (Ak tavusotu)	Zayıf

Çim bitkilerinin basılma ve çiğnenme stresi altında çim performansları üzerine toprak yapısı ve su içeriğinin de önemli etkileri olduğu bilinmektedir. Dickson vd. (2018) toprak su içeriğinin (TSİ) hibrit bermuda çimi ‘Tifway’'in trafik toleransını nasıl etkilediğini belirlemek için Tennessee Üniversitesi Knoxville, Tennessee (TN)'de iki çalışma yürütmüştür. Çalışmalar siltli ve kumlu (ABD Golf Birliği spesifikasyonlarının benimsediği) olmak üzere iki farklı toprak tekstürüne sahip lokasyonda yürütülmüştür. Toprak su içeriği her iki toprak yapısı için düşük, orta ve yüksek düzeylerde sürdürülmüştür. Alanlar, 2 yıl boyunca her sonbaharda 5 hafta boyunca trafik simulatörü ile 50 trafik stresine tabi tutulmuştur. Yeşil çim örtüsü, siltli toprakta düşük ve orta seviyede toprak su içeriği koşullarına göre yüksek su içeriğinin sürdürüldüğü şartlarda dört kat daha hızlı bir şekilde azalmıştır. Kumlu topraktaki tüm su düzeylerinde, yeşil çim örtüsünde azalma nispeten öngörülebilir bir oranda ve daha az gerçekleşmiştir. Her iki toprak yapısında kök bölgesi için toplam su içeriği azaldıkça yüzey sertliği artmıştır. Çim yırtılma direnci, siltli topraklarda trafik stresi yoğunluğuna bağlı olarak tüm uygulamalarda (toplam su içerikleri düzeyinde) önemli oranda azalmıştır. Kumlu topraklarda toprak su içeriği ile çim yırtılma direnci arasında çok belirgin bir ilişki bulunamamıştır. Araştırmacılar hibrit bermuda çimlerinin basılma ve ezilme toleransını maksimize etmek için en uygun ortalama toprak su içeriğinin özellikle siltli topraklarda düşük, orta seviyede tutulmasını önermişlerdir (Dickson vd. 2018).

Gerek kuraklık ve gerekse basılma ve çiğnenme toleransına etkileri nedeniyle çim bitkilerinin güçlü, yoğun ve derine giden kök sistemi oluşturması arzu edilen bir durumdur. Greenville’de Doss vd. (1960) tarafından yapılan çalışmada, ince kumlu tekstüre sahip balçık toprakta üç farklı toprak nem rejiminin (%24, %65 ve %85) *P. dilatatum*, *C. sericea*, *P. notatum* ve iki farklı bermuda çiminin (‘Coastal’ ve ‘Common’ çeşitleri) kök gelişimi ve topraktaki dağılımı üzerine etkisi araştırılmıştır. Kök dağılımı, çıkarılan toprak profili örnekleri ile belirlenmiştir. Genel olarak, toprak nemi arttıkça köklenme derinliğinde bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Hem köklerin toplam miktarı hem de köklenme derinlikleri, toprak nem rejimleriyle önemli ölçüde değişmiştir. Tüm toprak nem rejimlerinde *C. Sericea* ve *P. dilatatum* için köklenme derinlikleri diğer türlerden önemli ölçüde daha az olmuştur. Bermuda çimleri ise tüm toprak nem rejimlerinde en fazla köklenme derinliğine sahip çeşitler olmuştur. *P. notatum* köklenme derinliği bakımından bermuda çimini takip etmiştir. Türler göre değişmekle birlikte toplam kök konsantrasyonunun %50 ile %76’sı toprağın üst kısmında (7,62 cm) yoğunlaşmış ve derinlik arttıkça azalmıştır. Toplam kök ağırlığı açısından da türler arasında geniş farklılıklar bulunmuştur (Doss vd. 1960). Çalışmadan elde edilen sonuçlar bermuda çiminin derine giden yoğun kök sistemini doğrulamıştır.

Biçim çim bitkilerine uygulanan bakım programlarının en temel bileşenlerinden biridir. Düzgün biçilmiş bir çim homojen bir yüzey sağlayarak alanın hem estetik değerini artırır hem de çok farklı spor aktiviteleri veya dış mekan aktivitelerinin yapılmasına olanak sağlar. Bu bakımdan kullanım amacına göre çim alanların sürekli olarak belirli vejetasyon yüksekliğinde tutulması ve bunu sağlamak amacıyla sık sık biçilmesi gerekmektedir (Beard 1973). Biçim işlemleri sonucunda, çim bitkileri sap, yaprak ve çiçek (tohumları içeren başak formları) gibi organlarını kaybetmektedir. Çim yaprakları fotosentezin yapıldığı temel organlar olduğundan, biçim işlemi çim bitkilerinin fizyolojik süreçlerini ve büyüme/gelişme hızını önemli ölçüde

etkilemektedir (Beard 1973). Bu nedenle de kaybedilen organların en kısa sürede oluşturmaları ve türün yeşil örtüyü yenileme özelliğine sahip olması beklenmektedir. Biçim sonrasında yaprak dokusunu hızlı bir şekilde oluşturabilen ve seyrelemeksizin yeni biçime hazır hale gelebilen çim türleri en dayanıklı olanlar olarak bildirilmiştir. Bu kapsamda kısa biçim yüksekliğine tolerans özellikle futbol, golf sahaları ve oyuna etkisi nedeniyle kısa biçim yüksekliğinin uygulandığı çim yüzeylerde kullanılmak üzere geliştirilen çeşitler için önemli bir seleksiyon kriteridir. Özellikle stolonlu ve rizomlu gelişme gösteren çim bitkilerinin yeniden büyüme ve gelişme açısından daha avantajlı olduğu ve kısa biçimi daha iyi tolere edebildiği belirtilmiştir. Örneğin, ince yapraklı, güçlü, yoğun stolon ve rizom oluşturan çim bitkileri (örn. Bermuda çimleri), sık biçildikçe daha sık dokulu bir yeşil örtü oluştururken geniş yapraklı ve yumak formu türler (örn. *Festuca ovina*) sık biçimde seyrelemekte ve boşluklar oluşturmaktadır. Kısa biçime tolerans bitki yaprak ve gövde (stolon, rizom) yapısı ve özellikle bitkinin dikine veya horizontal sürünücü formda büyüme eğilimine göre şekillendiğinden, bu özellik türler arasında hatta aynı türün çeşitleri arasında farklılıklar gösterebilmektedir (Beard 1973). Her bir tür özelinde önerilen biçim yüksekliğinden daha kısa biçim, fotosentetik yaprak alanını önemli ölçüde azaltacağından, bitkide büyüme ve gelişmenin yavaşlaması/durması hatta yeterli karbonhidrat rezervi yok ise bitkinin ölümü ile sonuçlanabilmektedir. Bermuda çimi türü için önerilen biçim yüksekliği hibrit bermuda (örn. 'Tifway') ve standart çeşitlerde (ör. 'Common') sırasıyla 0.5-5.0 cm ve 2.5-6.4 cm olarak bildirilmektedir (Emmons 2000).

Çim bitkilerinin uygun yükseklik ve sıklıkla biçilmesi kadar basılma ve ezilmesi veya araç tekerlekleriyle çığnenmesi de önemle dikkate alınması gereken faktörlerdendir. Hem sportif hem de rekreasyonel diğer amaçlı kullanımlar nedeniyle insanların çim alanlar üzerindeki aktiviteleri, bitki yaprak ve gövdelerinin ezilip parçalanması, bitkilerin yaralanması ve uygulanan baskının yoğunluğuna bağlı olarak ölmesiyle sonuçlanmaktadır. Zaman içinde çim örtüsünde seyrilme hızlanmakta ve baskı arttıkça çıplak toprak yüzeyleri de artmaktadır. Çim türleri basılma ve ezilmeye dayanıklılık bakımından çok farklılık göstermektedir. Genel olarak bermuda çimleri basılmaya karşı oldukça dayanıklı çeşitler olarak bildirilmekle birlikte tür içinde çeşitler arasında bu özellik açısından geniş varyasyon olduğu bilinmektedir. Genel olarak hibrit bermuda çimlerinin tohumlu tiplere göre basılma toleransının daha iyi olduğu belirtilmektedir (Beard 1973). Tesis edilecek alanın kullanım amacı ve yıpranmanın etkisinde kalacağı süreye bağlı olarak basılma ve ezilmeye uygun çim türleri ve çeşitlerinin seçimi oldukça önemlidir.

Bermuda çimi özellikle tropik ve subtropik iklime sahip bölgelerde ve ayrıca geçiş iklim bölgelerinde tesis edilen atletik sahalarda en fazla kullanılan çim türüdür (Cockerham 2008). Kısa biçimi tolere edebilmesi, basma ve ezilmeye dayanıklılığı ve agresif büyüme özelliği nedeniyle zarar gören alanları hızla kapatabilmesi bermuda çiminin atletik sahalar ve basılma ve çığnenme stresine maruz kalan diğer yeşil alanlarda tercih nedenlerinden sadece bazılarıdır (Beard 1973; Puhalla vd. 2010). Günümüzde hem vejetatif çeşitleri ('Tifway' vb.) hem de yeni nesil tohumlu bermuda çimi çeşitleri (örneğin; 'Riviera' ve 'Princess77') başta futbol sahaları olmak üzere atletik sahalarda ve diğer yoğun kullanılan yeşil alanlarda yaygın kullanılmaktadır (Cockerham 2008).

Basılma ve çiğnenme stresi futbol sahalarında daha yoğun olmak üzere tüm atletik/rekreasyonel yeşil sahalarda gerçekleşen bir durumdur. Çim bitkilerinde basılma ve çiğnenme (trafik) stresi yıpranma ve aşınma stresi ile birlikte toprağın sıkışmasının kombinasyonudur. Basılma ve çiğnenme nedeniyle strese girmiş bir çim örtüsü önce yeşil rengini ve kalitesini kaybeder, ardından zeminde çim örtüsünden yoksun çıplak alanlar oluşur. Bu durum ise oyuncuların düşme ve sakatlanma riskini artırır. Sıkışmış toprak koşullarında ise çim bitkisinin kendini yenilemesi ve aktif büyümeye devam etmesi zorlaşır. Sıkışma temelde iki nedenden dolayı çim bitkisinin büyüme gelişmesi için oldukça zararlı sonuçlar verir: çimlerin kök sistemi gerekli olan oksijeni alamaz ve sıkışmış bir toprak kökün toprak içinde ilerlemesine karşı fiziksel bir bariyer oluşturur (Puhalla vd. 1999). Sonuç olarak, yüzey sertliği artar ve çim örtüsü azalır. Bu bakımdan spor sahalarında yüzey sertliği belirli aralıklarla kontrol edilir. Toprakta meydana gelen sıkışmayı ve dolayısıyla yüzey sertliğini ölçmek için geliştirilen ‘Clegg Impact Soil Tester’ cihazı doğal ve sentetik çim sahalarda kullanılmaktadır (Clegg 1976; Goddard vd. 2008). Eğer çim zemin çok sert olursa, oyuncuların sakatlanma riski de artmaktadır.

Çim zeminde basılma ve çiğnenme stresine bağlı olarak meydana gelen zararın derecesi ise kullanılan çim tür ve çeşidi, belirli bir sezonda oynanan maç adedi veya basılma ve çiğnenme stresinin yoğunluğu ve çim zeminin kullanımı sırasında mevcut toprak nem durumuna bağlıdır (Powell 2007). Diğer karakterlerde olduğu gibi basılma ve çiğnenme stresine dayanım açısından da sadece türler arasında değil aynı türün çeşitleri arasında önemli varyasyon olduğu belirtilmektedir (Samaranayake vd. 2008). Bayrer (2006) basılma ve çiğnenme stresi altında bermuda çimi çeşitleri arasında basılma ve çiğnenmeye dayanım açısından önemli farklılıklar olduğunu rapor etmiştir. Goddard vd. (2008) benzer şekilde bermuda çeşitleri arasında basılma ve çiğnenmeye dayanım açısından önemli varyasyon olduğunu ve özellikle tohumlu ‘Riviera’ ve vejetatif ‘Tifway’ çeşitlerinin yoğun trafik stresi (basılma ve çiğnenme) altında en iyi performansı gösterdiğini bildirmişlerdir.

Basılma ve çiğnenmeye dayanım yanında kısa biçim yüksekliğini tolere edebilmek atletik sahalarda kullanılabilecek çim tür ve çeşitleri için önemli karakterlerden bir diğeridir. Kısa kesilmiş bir çim yüzey, üzerinden geçen topa daha az sürtünme uyguladığından ve topun istenilen yönde, zıplamadan yuvarlanmasına olanak sağlayabildiğinden futbol gibi topun tepkisinin önemli olduğu sporlarda çim sahanın kısa ve düzgün biçilmesi şarttır (McNitt vd. 2004; Puhalla vd. 2010). Sıcak iklim bölgelerinde tesis edilen futbol sahalarında en yaygın kullanılan çim türü hibrit bermuda melezleri (*Cynodon dactylon* X *Cynodon transvalensis*) ve genel bermuda çimi (*Cynodon dactylon*) türü ve çeşitleridir (Cockerham 2008). Kısa biçilebilmesi, bu sayede top tepkilerine olan olumlu katkısı ve istenilen hızda bir yüzey sağlayabilmesi bermuda çim türünün atletik sahalarda yaygın kullanımının bir diğer nedenidir (Beard 1973; Puhalla vd. 2010). Çim kalitesi, kuraklık dayanımı ve çevresel koşullara adaptasyon yanında basılma ve çiğnenmeye dayanım (trafik toleransı) ve farklı biçim yüksekliklerini tolere edebilmesi bermuda çiminde yeni varyetelerin geliştirilmesine yönelik seçimdeki temel kriterler arasındadır (Taliaferro 2003).

Geliştirilen çim çeşit adaylarının, çeşitlerin ve genotiplerin basılma ve ezilmeye (trafik) toleransını belirlemek için çok sayıda trafik simülasyon cihazları ve teknikleri geliştirilmiştir. Bunlar; Cady Trafik Simülatörü, Brinkman Trafik Simülatörü, Diferansiyel Kayma Trafik Simülatörü, GA-SCW ve Baldtree Trafik Simülatörüdür.

Brinkman Trafik Simülatörü (BTS) bu araştırma kapsamında da kullanılan trafik simülatörüdür. Amerika'da geliştirilen BTS, çeşitli üniversitelerde yürütülen araştırmalar kapsamında çim alanlarda basılma ve çiğnenme stresini çalışmak amacıyla yaygın kullanılmaktadır. BTS, 410 kg ağırlığındadır ve bir çerçeve içerisine yerleştirilmiş 1.2 m uzunluğunda 2 silindirden oluşur. Bu silindir üzerinde futbol oyuncularının giydiği kramponların tabanının neden olduğu çiğneme etkisini sağlamak üzere bir metrekarede 12.7 mm çap ve uzunluğunda 150 adet çıkıntılar tasarlanmıştır. Çıkıntıların sayısı ve dağılımı, bir oyunun çim üzerinde oluşturacağı, ezme, sıkıştırma, yırtma gibi güçleri birebir simüle etmek için hesaplanır. Bu ekipman geniş yüzeyli çim lastiklere sahip çim traktörü ile sabit bir hızla çekilir. BTS ve diğer trafik simülatörleri çeşitli bermuda çimi ve diğer çim tür/çeşitlerinin basılma ve çiğnenme dayanımını ortaya koymak amacıyla farklı araştırmacılar tarafından başarıyla kullanılmıştır (Dunn vd. 1992; Vanini vd. 2006; Brosnan vd. 2009; Park vd. 2016; William vd. 2012).

Dunn vd. (1992) yeni geliştirilmiş bazı serin ve sıcak iklim çim tür/çeşit karışımlarının basılma ve çiğnenme stresi dayanımlarını ve böylece spor sahaları için uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında basılma ve çiğnenme stresini BTS ile uygulamışlardır. Bu çalışmada bermuda çimi çeşitleri 'KSU S-16' ve 'Midiron' ile oluşturulmuş çim parsellerinin yarısına üstten tohumlama ile *Poa pratensis*, *Lolium perenne*, *Festuca rubra commutata*, *Festuca longifolia*, *Festuca rubra rubra* ekilmiştir. Çimler alanda tesis olduktan (üst ekim uygulamasından 18 hafta sonra) sonra ise BTS kullanılarak trafik uygulamasına başlanmıştır. Çalışma sonucunda kullanılan çeşitler arasında basılma ve çiğnenme stresine dayanım açısından farklılıklar olduğu ve 'Midiron' bermuda çimi ile *Poa pratensis* ve *Lolium perenne* karışımlarının basılma ve çiğnenme stresine iyi bir tolerans gösterdiğini tespit etmişlerdir (Dunn vd. 1992).

William vd. (2012) çim yüzeyli spor sahalarında kullanılan 5 hibrit bermuda çimi çeşidini kullanarak oluşturulan çim sahaları basılma ve çiğnenme stresine maruz bırakarak basılma ve çiğnenme toleranslarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Basılma ve çiğnenme stresi Cady Trafik Simülatörü (CTS) ile gerçekleştirilmiş olup trafik haftada 4 kez uygulanmış ve 10 hafta devam etmiştir. Çalışmada kullanılan bermuda çimi çeşitleri iki farklı biçim yüksekliğine (2 ve 3 cm) tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda hibrit bermuda çimi çeşitleri arasında basılma ve çiğnenme stresine dayanım açısından geniş varyasyon olduğu ve 'Tiflet 11', '2004-76' ve ticari olarak kullanılan 'TifGrand' çeşitlerinin, basılma ve çiğnenme stresi altında 'Tifway' den daha iyi performans gösterdiğini rapor etmişlerdir. Araştırmacılar sonuçlara dayanarak 'TifGrand', '2004-76' ve 'Tiflet 11'in spor sahalarında kullanım için uygun bermuda çimi çeşitleri olduğunu belirtmiştir (William vd. 2012).

Trappe vd. (2010) bermuda ve zoysia tür ve çeşitlerinin gölge ve basılma ve çiğnenme dayanımlarını değerlendirmek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada basılma ve çiğnenme stresi Cady Trafik Simülatörü (CTS) ile 6 hafta süre ile yarı gölge ve tam güneş olmak üzere iki farklı alanda tesis edilmiş çim parsellerine uygulanmıştır. Çalışma sonucunda her iki ışık koşulu (yarı gölge ve tam güneş) altında da tür ve çeşitler arasında basılma ve çiğnenme dayanımı açısından önemli farklar bulunmuştur. Yarı gölge koşullarda en iyi alan kaplama performansı gösteren bermuda çimi çeşitlerinin 'Princess 77' ve 'Riviera' olduğu bulunmuştur. Tam güneşte basılma ve çiğnenme stresi altında geçen 6. hafta sonunda en iyi performansa sahip çeşitlerin ise

‘Riviera’ ve ‘Tifway’ olduğu bildirilmiştir (Trappe vd. 2010).

Bermuda çiminin kullanımı geçiş iklim bölgelerinde bulunan golf sahaları ve diğer spor sahalarında da gün geçtikçe artmaktadır. Geçiş iklim bölgelerinde kullanılacak bermuda çimi çeşitlerinde düşük sıcaklık toleransı yanında basılma ve ezilmeye karşı iyi bir dayanıma sahip olması beklenmektedir. Trappe vd. (2011) tarafından yürütülen çalışmada 42 tane bermuda çimi çeşidinin basılma ve ezilmeye karşı toleransları değerlendirilmiştir. Araştırmacılar 2007-2008 yıllarında yaz ve sonbahar döneminde Cady Trafik simülatörü ile trafik stresi uygulayarak bermuda çimlerinin basılma ve ezilme dayanımını belirlemişlerdir. Basılma ve ezilme stresine maruz kaldığında en yüksek alan kaplama oranını sürdüren çeşitlerin; ‘Princess 77’, ‘Riviera’, ‘Barbados’, ‘Celebration’, ‘Contessa’, ‘Dune’, ‘Midlawn’, ‘Mirage II’, ‘Panama’, ‘Premier’, ‘Patriot’, ‘Güney Yıldızı’, ‘Sovereign’, ‘Sundevil II’, ‘SunSport’, ‘TifGrand’, ‘TifSport’, ‘Tifway’, ‘Transcontinental’, ‘Veracruz’ ve ‘Yukon’ olduğunu bildirmişlerdir. Hem yaz hem de sonbahar aylarında çim ile kaplı alan oranı bakımından en iyi istatistiksel grupta ‘Barbados’, ‘Celebration’, ‘Contessa’ ve ‘Premier’ çeşitleri ile aday çeşitlerden ‘SWI-1003’, ‘SWI-1046’, ‘Tift No. 1’ ve ‘Tift. 2’ nin yer aldığını tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar, bermuda çimi türünde basılma ve ezilme stresine dayanım açısından çeşitler arasında farklılıklar olduğunu ispat etmiştir. Basılma ve ezilmeye toleranslı bermuda çimlerinin seçilmesi ve kullanılması, spor alanları için daha kaliteli ve oyuncular için daha güvenli bir yüzey sağlarken, bakım giderlerinin azaltılmasına, golf sahaları ve atletik alanların sürdürülebilirliğinin sağlanmasına imkan vermektedir (Trappe vd. 2011).

Son yıllarda geliştirilen ve gölge ve kuraklığa dayanıklılığı ile ön plana çıkarılan hibrit bermuda çimi çeşitlerinden ‘TifGrand’ın basılma ve ezilmeye karşı toleransını belirlemek amacıyla Aldahir (2015) tarafından yürütülen çalışmada Cady Trafik Simülatörü kullanılmıştır. Araştırmacılar trafik stresini sonbaharda uygulayarak trafik stresi altında ‘TifGrand’ çeşidinin performansını (çim ile kaplı alan oranı) diğer bermuda çimi çeşitleri ile kıyas etmişler ve ardından çeşitlerin ilkbaharda kendini yenileme oranını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kesintisiz devam eden basılma ve ezilme stresi altında çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğu ve ‘TifGrand’ çeşidinin daha iyi dayanım sağladığı gözlemlenmiştir (Aldahir 2015).

Futbol sahaları ve yoğun kullanılan diğer çim yüzeylerde basılmaya bağlı olarak sadece çim yaprak, gövde ve kök bölgesinin direk ezilmesi ve parçalanması değil, toprağın sıkışmasına bağlı gelişen zararlarda bitki büyüme ve gelişmesini sınırlandırmaktadır. Toprak sıkışması, toprak yoğunluğunu artırır, toprak derinliklerine doğru sızıntıyı ve infiltrasyonu azaltır, toprak gözenekliliğini azaltarak havalanma kabiliyetini düşürür. Ayrıca sıkışan toprakta CO₂ ve toksik gazların oranı artar ve ısı iletkenliği değerleri olumsuz yönde değişir (Letey vd. 1966; Waddington vd. 1974; Carrow 1980). Çeşitli araştırmacılar yoğun kullanıma bağlı olarak zeminde meydana gelen sıkışma ve sertliği ölçerek çim örtüsünde oluşan zararlanma ile ilişkilendirmiştir. Bu kapsamda farklı trafik simülatörleri kullanılarak trafik yoğunluğunun zeminde yarattığı sıkışma etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda Vanini vd. (2007) 2001-2002 yıllarında *Poa pratensis* çimi üzerinde, Brinkman Trafik Simülatörü (BTS) ile Cady Trafik Simülatörünün (CTS) oluşturduğu stresi ve zeminde gerçekleşen sertliği değerlendirmek için çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında yedi farklı düzeyde trafik stres uygulaması yapılmıştır. Bu düzeyler; B2 (BTS ile uygulanan haftada 2 geçiş), B10

(BTS ile uygulanan haftada 10 geçiş), C2 (CTS ile uygulanan haftada 2 geçiş), C2FR (CTS ile uygulanan haftada 1 ileri geçiş/1 ters geçiş, toplam 2 geçiş için CTS ile uygulanmıştır), C10 (CTS ile uygulanan haftada 10 geçiş), C10FR (CTS ile uygulanan haftada 5 ileri geçiş /5 geri geçiş) ve kontrol olarak 2001 ve 2002 yılında uygulanmıştır. Çalışma kapsamında yüzey sertliği, toprak nemi düzenli olarak ölçülmüş ve çim yoğunluğu ile kök sürgün sayımı yapılmıştır. Yüzey sertliğinde en fazla artış CTS haftada 10 kez uygulandığında olmuş ve bu uygulamada en düşük kök sürgün sayımı elde edilmiştir. Yüzey sertliği ve çim yoğunluğu değerlerinin haftada 2 CTS uygulaması ile haftada 10 BTS uygulaması arasında benzerlik gösterdiği ve CTS trafik simülatörünün zeminde daha fazla sıkışmaya neden olduğu sonucuna varılmıştır (Vanini vd. 2007).

Sıcak iklim çim türlerinden biri olan *P. vaginatum* sıcak iklimlerde golf sahaları ve diğer spor sahalarında kullanılan bir diğer çim türüdür. Ancak kullanımı bermuda çimleri kadar yaygın değildir. Basılma ve ezilme toleransına ilişkin araştırmaların az olması çim türü ve çeşitlerinin daha geniş kabul görmesi ve kullanımına engel oluşturabilmektedir. Bu kapsamda 2008 yılında Brosnan and Deputy (2009) tarafından *P. vaginatum* "Sea Isle 2000", "Salam", "Sea Dwarf" ve "Sea Isle 1" çeşitlerinin çim performansı trafik dayanımı ile bilinen "Tifway" hibrit bermuda çimi ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada trafik stresi Cady Trafik Simülatörü (CTS) ile 36, 54, 72 ve 90 geçiş olarak uygulandıktan sonra, çeşitlerin basılma ve ezilme toleransı parsellerdeki çim ile kaplı alan oranının değerlendirilmesi ile ortaya konmuştur. CTS ile 90 geçişin ardından (45 profesyonel futbol maçına eşdeğer trafik stresi), 'Salam', 'Sea Dwarf' ve 'Sea Isle 1' çeşitlerinin çalışmada kontrol olarak kullanılan bermuda çimi çeşidi 'Tifway'den daha fazla basılma ve ezilme toleransına sahip olduğu saptanmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan 'Sea Isle 2000' (*P. vaginatum*) çeşidinin ise en düşük basılma ve ezilme toleransına sahip olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar çalışma sonuçlarına dayanarak bazı *P. vaginatum* çeşitlerinin, sıcak iklimlerde tesis edilen spor sahalarında hibrit bermuda çimine bir alternatif olabileceğini rapor etmişlerdir (Brosnan and Deputy 2009).

Çim bitkilerinin basılma ve ezilmeye toleransını arttırmak amacıyla spesifik bakım uygulamalarının etkisi araştırmalara konu olmaktadır. Bu kapsamda kumlama uygulamalarının basılma toleransına etkisi de araştırılmaktadır. Kowalewski vd. (2010) sıkıştırılmış kumlu toprakta yetişen *P. pratensis* ve *L. perenne* çimlerinin sonbaharda basılma ve ezilmeye toleransını araştırdıkları çalışmada, kumlama uygulamasının çim yırtılma direncine etkilerini değerlendirmişlerdir. Araştırma 10 Nisan 2007 tarihinde, East Lansing, MI'de başlatılmış ve iki yıl sürmüştür. Çimlere, 11 Temmuz ile 15 Ağustos 2007 tarihleri arasında yüksek kum içerikli toprak karışımı (%90.0 kum,%7.0 silt ve%3.0 kil), kullanılarak toplam 0.0, 1.25, 2.5, 3.75, 5.0 cm olmak üzere 5 farklı kalınlıkta kumlama (top dressing) uygulanmıştır. Trafik stresi haftada iki kez olacak şekilde 10 Ekim-3 Kasım 2007 tarihleri arasında sonbaharda uygulanmış ve çalışma 2008 yılında tekrar edilmiştir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, yaz aylarında 5 haftalık bir süre boyunca uygulanan 1.25 cm derinlikte kumlama uygulamasının, sonraki sonbaharda çimlerin kök ve sürgün yoğunluğunu ve çim yırtılma direncini arttırdığını saptamışlardır (Kowalewski vd. 2010).

Gerek mevcut ve gerekse aday bermuda çimi çeşitlerinin (tohumlu ve vejetatif hibrit bermuda çimlerinin) spor sahalarında kullanım önerilerinin oluşturulması için

basılma ve ezilmeye toleranslarının belirlenmesi elzemdir. Bermuda çiminde yapılan çalışmalar bu özellik açısından çeşitler arasında önemli farkların olduğunu ve tercihlerin bu sonuçlara dayanarak yapılması gerektiğine işaret etmektedir. Bermuda çimi çeşitleri ile yapılan çalışmaların sonuçlarına bakıldığında özellikle tohumlu tiplerden ‘Riviera’ ve ‘Princess-77’ ile hibrit bermuda çimlerinden ‘Tifway’ çeşidinin oldukça iyi basılma ve ezilme toleransı ile öne çıktıkları görülmektedir. Goddard vd. (2008), bermuda çimleri ile Tennessee Knoxville Üniversitesi’nde Cady Trafik Simülatörü kullanarak yürüttükleri çalışma sonucunda ‘Tifway’(C. dactylon X C. transvaalensis) ve ‘Riviera’(C. dactylon) çeşitlerinin ‘Quickstand’dan daha iyi basılma ve ezilme toleransına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Trappe vd. (2009) Fayetteville’deki Arkansas Üniversitesi’nde, 42 bermuda çiminin basılma ve ezilme toleransını değerlendirdikleri çalışmalarında Cady Trafik Simülatörünü kullanmışlardır. Değerlendirme sonucunda ‘Riviera’, ‘TifGrand’ ve ‘Tifway’in, 42 bermuda çimi içinde en iyi basılma ve ezilme toleransını sergilediklerini bildirmişlerdir. Williams vd. (2010) Florida Üniversitesi Bitki ve Toprak Bilimi Araştırma İstasyonu’nda Cady Trafik Simülatörünü kullanarak bermuda çimi çeşitlerine trafik stresi uygulayarak tür içi basılma ve ezilme toleransını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda, yeni nesil hibrit bermuda çimleri ‘TifGrand’ ve ‘Celebration’ çeşitlerinin basılma ve ezilme stresi altında en yüksek çim yoğunluğunu sağladıklarını ve dijital görüntü analizi (DIA) sonuçlarına göre ‘Celebration’ çeşidinin en iyi basılma ve ezilme toleransına sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Deaton ve Williams (2010) Lexington, Kentucky Üniversite’sinde Mayıs 2007’den Kasım 2008’e kadar sürdürdükleri çalışmalarında BTS ile trafik stresi uygulayarak ‘Quickstand’, ‘Yukon’, ‘Riviera’ ve ‘Tifway’ bermuda çimi çeşitlerinin basılma ve ezilme toleransını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda ‘Riviera’ ve ‘Tifway’ çeşitlerinin diğer bermuda çimleri ‘Quickstand’ ve ‘Yukon’dan çok daha iyi performans gösterdiğini saptamışlardır. Trappe vd. (2011) Fayetteville’de (ABD) 2007 ve 2008 yaz ve sonbaharında, Cady Trafik Simülatörü ile uyguladıkları trafik stresi altında bermuda çimi çeşitleri; ‘Celebration’, ‘Midlawn’, ‘Premier’, ‘Princess 77’, ‘Patriot’, ‘Riviera’, ‘Sunsport’, ‘TifGrand’, ‘TifSport’, ‘Tifway’, ‘Veracruz’, ‘Yukon’ ve ‘OKC 70-18’nin basılma ve ezilme toleranslarını karşılaştırmışlardır. Çalışma kapsamında CTS ile haftada her parselden dört ileri ve dört geri geçiş olacak şekilde toplam 4 hafta boyunca trafik stresi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda ticari bermuda çeşitleri; ‘Celebration’, ‘Midlawn’, ‘Premier’, ‘Princess 77’, ‘Patriot’, ‘Riviera’, ‘Sunsport’, ‘TifGrand’, ‘TifSport’, ‘Tifway’, ‘Veracruz’ ve ‘Yukon’un 2007 ve 2008 yaz döneminde en iyi çim performansını sağladıkları tespit edilmiştir (Trappe vd. 2011). Araştırmacılar sonbahara ait basılma ve ezilme toleransının değerlendirilmesinin, aynı dönemde gerçekleşen don zararı ve dormansi döneminden dolayı büyümenin durması nedeniyle oldukça zor olduğunu belirtmişlerdir.

Basılma ve ezilme stresi, spor sahalarında en sık görülen ve çime en çok zarar veren stres olarak kabul edilmektedir. Basılma ve ezilme toleransını etkileyen faktörlerin daha iyi anlaşılması, spor sahalarına uygun yeni çeşitlerin geliştirilmesinde göz önüne alınacak seleksiyon kriterleri olarak önemli avantaj sağlayabilir. Głab ve Szewczyk (2015) tarafından yürütülen çalışmanın amacı, çim bitkilerinin basılma ve ezilmeye karşı toleranslarının kök morfolojisine bağlı olup olmadığını belirlemektir. Çalışma, 2012 ve 2013 yıllarında Polonya’nın güneyinde Paczoltowice’de gerçekleştirilmiştir. Tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yerleştirilmiş parsellerin üst bölümü kontrol alt bölümü ise trafik uygulanan alan olarak

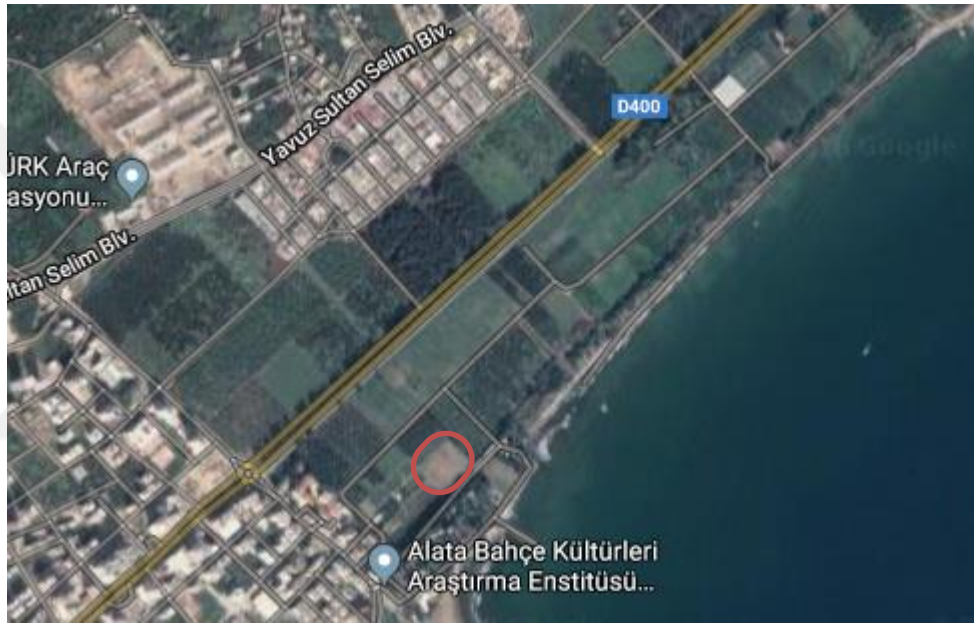
düzenlenmiştir. Kumlu toprak yapısına sahip arazi de 7 farklı çim türü (*P. pratensis*, *L. perenne*, *F. arundinacea*, *A. capillaris*, *A. stolonifera*, *F. rubra*, *F. ovina*) kullanılmıştır. Trafik stresi Brinkman Trafik Simülatörü (BTS) ile ve bir gidiş-geliş olarak uygulanmıştır. Parsellerden, Haziran 2012 ve 2013'te 0 ila 15 cm derinlikte toprak tabakasından örnekler alınmıştır. Çalışma kapsamında kök morfolojik parametreleri; kök yoğunluğu, ortalama kök çapı, kök yüzey alanı ve kök kuru madde oranı ve ayrıca % çim ile kaplı alan oranı (görsel) ve çim alan indeksi (Turf Cover Indeks cihazı ile) ölçülmüştür. Kök morfolojik özellikleri açısından değerlendirilen çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğu ve en yüksek kök biyokütlesi ve yoğunluğunun, 0–5 cm toprak tabakasından olduğu bildirilmiştir. Trafik stresi altında çeşitlerin çim ile kaplı alan oranları ve çim indeks değerlerinde önemli ölçüde farklılıklar saptanmıştır. Araştırmacılar çim çeşitlerinin köklerinin, trafik uygulamasına farklı reaksiyonlar gösterdiğini ve stres altında kök yoğunluğu, kuru madde ve toplam kök yüzey alanında önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Basılma toleransı ile 0,1-2,0 mm arasında kök çapına sahip köklerden oluşan çim yoğunluğu arasında pozitif korelasyon olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar ayrıca daha yüksek kök kuru madde oranı, toplam kök yüzey alanı ve ortalama kök çapı değerlerinin çim çeşitlerinin basılma ve ezilme toleransını arttırdığını bildirerek bu özelliklerin basılma toleransına yönelik seleksiyonda kullanılabileceğine işaret etmişlerdir (Głab ve Szewczyk 2015).

Çim alanların yüzey sertliği, çim yırtılma direnci, çim kopma mukavemeti (divot resistance) ve infiltrasyon hızları kullanıma bağlı olarak azalış gösterdiğinden, spor sahalarında önem arz eden ve ölçümü yapılan temel kriterler arasındadır. Bu özellikler rulo çim üretiminde de ürün kalitesine etkisi yönünden dikkate alınan parametreler arasındadır. Green (2014) tarafından ABD’ de Penn State Üniversitesinde kumlu toprak yapısına sahip alanda 3 farklı biçim yüksekliğinde yetiştirilen (1.9 cm, 2.5 cm ve 4.0 cm) ‘Tifway-419’ bermuda çimine trafik uygulaması yapılarak belirtilen bu parametrelere ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmada infiltrasyon hızı, Turf-Tec infiltrometreleri kullanılarak ölçülmüştür. Çalışmada ‘Tifway’ çeşidine ait ölçülen infiltrasyon değerlerinin atletik alanlar için yaygın olarak belirlenen infiltrasyon hızı aralıkları içinde olduğu belirtilmiştir. Çim yırtılma direnci yüzey stabilitesinin bir ölçüsü olup bitkinin kök sisteminin ne kadar güçlü olduğunda yansımastır. Çalışmada yırtılma direnci Turf-Tec Shear Strength cihazı ile Newton metre(Nm) değeri olarak ölçülmüştür. Spor alanlarında kullanılabilecek çim çeşitlerine yönelik yırtılma direnci ölçümleri için belirli standartlar bulunmamakla birlikte, Stier ve Rogers (2001) şu skalayı önermiştir: Minimum Kabul Edilebilir: 10 Nm, Uygun: 10–15 Nm, İyi: 15-20 Nm, Olağanüstü: >20 Nm. Bu skalaya göre 10 Nm altındaki değerler kabul edilemez yani basılma ve ezilme dayanımının kötü olduğuna işaret etmektedir. Çim bitkilerinin yırtılma direnci uygulanan trafik yoğunluğu yanında biçim yüksekliğinden de etkilenmektedir. Araştırmacılar 4.0 cm’lik biçim yüksekliğinde biçilen ‘Tifway 419’un yırtılma direncinin daha kısa biçilen parsellerinden ortalama %43 daha büyük olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada yüzey sertliği (Gmax), Clegg Impact Soil Tester ile ölçülmüştür. Yüzey sertliği toprak nem içeriğinden etkilendiği için, volumetrik toprak su içeriği değerleri de alınmıştır. Çim alanlarda kullanım yoğunluğu arttıkça yüzey sertliğinin arttığı bildirilmiştir. Yüzey sertlik değerinin Gmax birimi bakımından 100 ve altında olması istenir. Bu çalışmada tüm biçim yüksekliklerinde ‘Tifway’ çeşidinin kabul edilebilir yüzey sertliğini sağladığı ve azalan biçim yüksekliğine bağlı olarak yüzey sertliğinin istatistiki olarak önemli olmasada arttığı bulunmuştur (Green 2014).

3. MATERYAL VE METOT

Akdeniz Üniversitesi yürütücülüğünde geliştirilmiş olan ilk yerli tohumlu bermuda çimi çeşit adaylarının iki farklı biçim yüksekliği altında trafik (basılmaya karşı dayanımları) toleransları ve kendilerini yenileme (rejenarasyon) yeteneklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma, 20 haziran–11 ağustos 2018 tarihleri arasında yürütülmüştür. Çalışmada bitkisel materyal olarak bermuda çimi çeşit adayları ve ticari çeşitleri (kontrol) kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak Mersin'in Erdemli ilçesinde yer alan Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü'nde hazırlanan deneme parselleri kullanılmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü arazinin yerini gösteren uydu görüntüsü Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü alanın uydu görüntüsü (GoogleEarth, 2018)

3.1. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyali

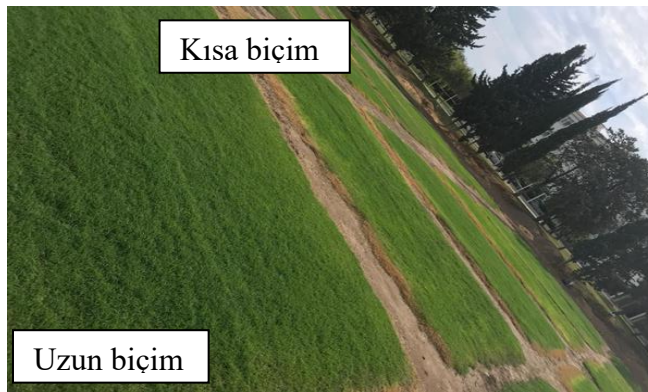
Araştırmada kullanılan bitki materyalini, Akdeniz Üniversitesi Sùs Bitkileri Araştırma ve Uygulama seralarında 2010-2015 yıllarında yürütölen melezleme çalışmaları kapsamında, ölkemizden toplanan *C. dactylon* genotipleri (yüksek kuralık dayanımı ve çim özelliklerine sahip) kullanılarak geliştirilmiş tohumlu tetraploid bermuda çimi çeşit adayları 'A4-4' 'B3-6' ve 'C12-133' oluşturmıştır. Belirtilen yerli bermuda çimi çeşit adaylarımızın çim performansı açısından kıyas edilmesi amacıyla çalışmada kontrol olarak ticari bermuda çimleri 'Riviera', 'Princess 77' ve 'Tifway' çeşitleri kullanılmıştır. Kontrol olarak kullanılan tohumlu tip ticari bermuda çimleri 'Riviera' ve 'Princess 77' çeşitlerinin her ikisinde ABD' de hem futbol sahalarında hem park ve bahçelerde yaygın olarak kullanılan, oldukça kaliteli, trafik toleransı yüksek ve kuraklık dayanımı oldukça iyi olan çeşitlerdir. Çalışmada yerli çeşit adaylarımızı kıyaslayacağımız diğör bir ticari çeşit 'Tifway' ise çim kalitesiyle endüstri standardı

olarak kabul edilmektedir ve ülkemizdeki futbol ve golf sahalarında da yoğun olarak kullanılmaktadır.

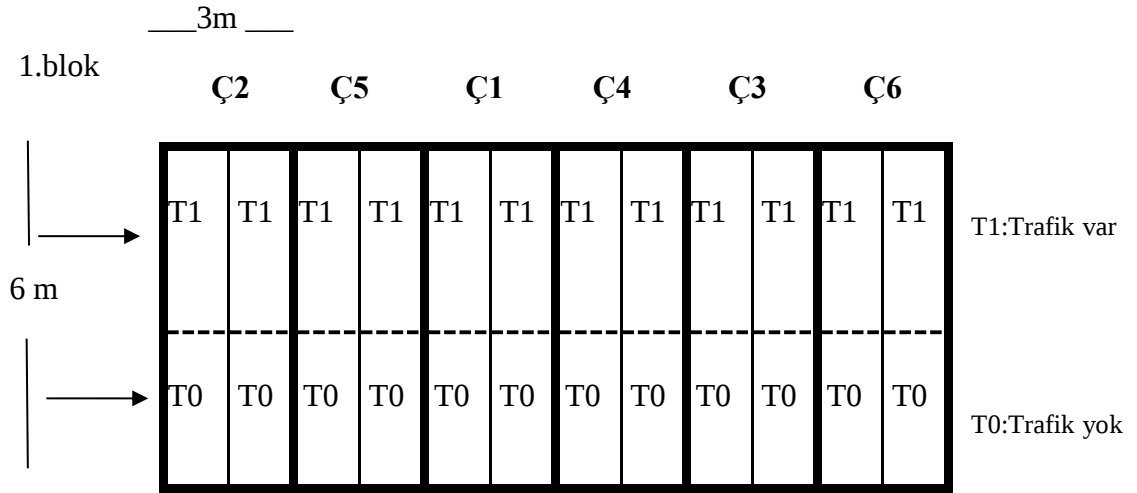
3.2. Çeşit Adaylarının Arazi Koşullarında Trafik Toleranslarının ve Kısa Biçim Altında Çim Performanslarının Belirlenmesi

Denemenin yürütüldüğü Alata'da toprak kumlu yapıda olup (%86 kum, %10 tın ve %4 kil), organik madde oranı ise %1.2 olarak ölçülmüştür. Deneme alanı çok kumlu sahil kuşağını temsil etmektedir. Golf sahaları, futbol sahaları ve sahillerde konumlanmış turizm bölgelerinin büyük bir kısmının Alata lokasyonunun temsil ettiği kumlu toprak yapısına sahip olduğu bilinmektedir. Toprak tekstürü, çim tür ve çeşidinden sonra trafik stresi altında çim zeminin kalite ve performansını belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Suyun zeminden daha kısa sürede tahliye olmasını sağlayarak köklerin daha iyi hava almasına ve daha derinlere ulaşmasına yardımcı olur. Bu bakımdan yoğun trafiğin yaşandığı futbol sahaları, golf sahaları ve diğer atletik sahalarda kumlu tekstüre sahip toprak tercih edilmektedir.

Bermuda çimi çeşit adaylarının trafik ve kısa biçim uygulamalarına olan toleranslarının test edilebilmesi için geliştirilen çeşit adayları kontrol amacıyla kullanılan ticari çeşitler ile birlikte 2016 yılı temmuz ayında araziye tesis edilmiştir. Böylece çalışma kapsamında alanda uygulanacak trafik ve kısa biçim uygulamaları öncesi, geliştirilen adayların alanda iyice tesis olmaları sağlanmıştır. Trafik ve kısa biçim uygulamalarına başlamadan yaklaşık iki-üç ay önce parsellere havalandırma, dikey kesim (verticut) ve kumlama bakım uygulamaları yapılmıştır. Böylece toprak yüzeyinde birikmiş keçe (thatch) tabakası temizlenerek ve kardeşlenmeyi uyarak deneme öncesi tüm parsellerin güçlü kök ve sürgüne sahip olması sağlanmıştır. Çalışma trafik stresi ve biçim yüksekliği faktörlerinin uygulamasına daha iyi imkan verecek şekilde tesadüf bloklarında bölünen, bölünmüş parseller (randomized complete block with a split-strip plot) (Goddard 2006) deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bu deneme desenine göre, geliştirilen adaylar/ticari çeşitler ana parselleri oluşturmaktadır. İki farklı biçim yüksekliği (2cm ve 4cm) ise alt parsellere tesadüfi olarak dağıtılmıştır. 2 seviyedeki trafik (trafik var/yok) ise şerit halinde (şerit parsel) parsellere uygulanmıştır. Bu şekilde deneme alanında her bir blokta aralarında 50 cm boşluk bırakılarak her biri 3m x 6m boyutlarında 6 ana parsel mevcuttur. Buna göre oluşturulmuş örnek bir blok aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.2. Farklı biçim yüksekliği uygulamaları



B1 B2 B2 B1 B2 B1 B1 B2 B2 B1 B1 B2

Ç= Geliştirilen bermuda çimi çeşit adayları ve ticari çeşitler (3 geliştirilen aday+ 3 ticari çeşit)

B= Biçim yüksekliği, B1= 2 cm, B2= 4 cm

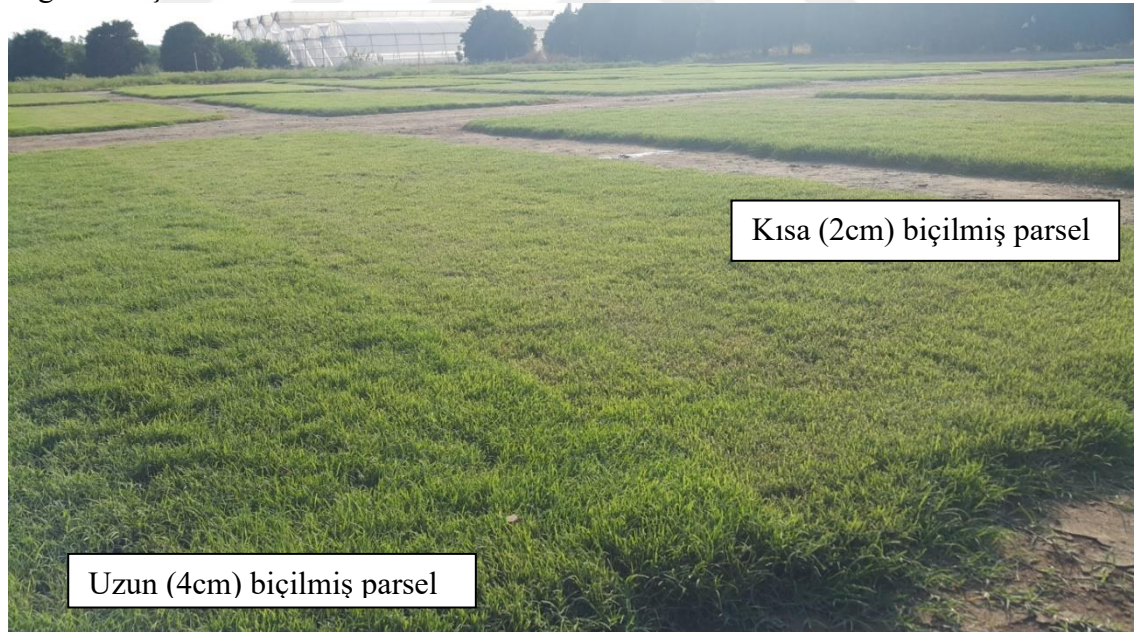
T= Trafik uygulaması, T0= Trafik yok, T1=Trafik var

Her bir çeşit adayı/ticari çeşit için her bir parsel = m² ye 25 çim fidesi X 18 m²=450 adet fide şaşırtılmıştır. Böylece 3 blokta belirtilen her bir çeşit adayı/ticari çeşit için toplamda: 3 blok x 450= 1350 adet fide kullanılmıştır. Geliştirilen 3 adet çeşit adayına ilaveten tetraploid tohumlu ticari bermuda çimi çeşitlerinden 'Riviera', 'Princess 77' ve vejetatif triploid 'Tifway' çeşitleri kontrol olarak her bir blok içine dahil edilmiştir.



Şekil 3.3. Trafik stresi uygulamasında kullanılan Brinkman trafik simulatörü (BTS) (Cockerham and Brinkman, 1989)

Mersin Erdemli ilçesinde denemenin kurulduğu alanın toprak özelliklerinde bazı fiziksel ve kimyasal özellikler açısından farklar bulunmaktadır. Denemenin kurulmasından hemen önce alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre kumlu (%86 kum, %10 tın ve %4 kil) yapıdaki deneme alanı toprağının pH'sı 8.3, organik madde oranı %1.2 ve tuzluluk oranı ise 0.17 dS/m olarak ölçülmüştür. Bu deneme alanı toprağının alınabilir fosfor (P) içeriği $12 \mu\text{g g}^{-1}$ (Olsen extractable P), alınabilir potasyum içeriği ise $102 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak saptanmıştır. Bu alanın toprak potasyum içeriği düşük bulunmuş ve denemelerde uygulanan gübreleme programlarında bu özelliğe dikkat edilmiştir. Arazide tesis olmuş çim parsellerine her sezon için toplam 17.5 g/N m^{-2} (5 g/N m^{-2} mayısta, 5 g/N m^{-2} haziran'da, 5 g/N m^{-2} temmuz'da ve 2.5 g/N m^{-2} ise ağustos'ta) yavaş salınlı çim gübresi verilmiştir. Yaptırılan toprak testi sonuçlarına göre ihtiyaç duyulan potasyum ve fosfor gübreleride azot uygulamalarına ilaveten yapılmıştır. Deneme süresince mevsimsel iklim koşullarına göre ihtiyaç duyulduğunda sulama yapılmış ve bu işlem için yağmurlama sulama sistemi kullanılmıştır. Çim parselleri aralarında gelişen yabancı otları öldürmek ve parseller arasında stolon büyümesini ve dolayısıyla hatların birbirine karışmasını engellemek için glyphosate uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama bitki büyüme hızına göre yaklaşık 3-4 haftada bir tekrarlanmıştır. Parsel içinde gelişen dar yapraklı yabancı otlar elle çekilerek alandan uzaklaştırılmışken geniş yapraklılar içinde herbisit (2,4-Dichlorophenoxyacetic içerikli) uygulaması yapılmıştır. Ağustos-eylül döneminde çim parsellerinde erken dönemde teşhis edilen yeşil kurtlara (spodoptera - frugiperda) ve unlu bitlere (Pseudococcidae: *Brevinnia rehi*) karşı insektisit mücadelesi yapılarak çimlere zarar vermesi engellenmiştir.



Şekil 3.4. Çim parsellerinde uygulanan 2 farklı biçim yüksekliği (2 cm ve 4 cm)

Arazide tamamen tesis olan sonra çim parsellerine 2018 yılında trafik uygulaması yapılarak, iki farklı biçim yüksekliği altında çeşitlerin basılma ve ezilmeye karşı toleransları ve kendilerini yenileme rejenarasyon yetenekleri ölçülmüştür. Trafik stresi, Brinkman Trafik Simulatörü (BTS) (Cockerham and Brinkman 1989) kullanılarak

uygulanmıştır (Şekil 3.3). Yaklaşık 450 kg ağırlığındadır. Silindir üzerinde; 1 metre kare alanda yaklaşık 350 adet 1cm çapında 1.5 uzunluğunda çıkıntı (cleat) tasarlanarak, futbolcuların kramponları benzeri trafik stresinin çim zemine uygulanması esas alınmıştır (Şekil 3.5). Trafik uygulaması yaz döneminde 20 Haziran-11 Ağustos tarihleri arasında 12 hafta olarak uygulanmıştır. Trafik uygulaması BTS'in parsellerden haftada 2 gün (Pazartesi ve Cuma) 4'er defa geçirilmesi ile uygulanmıştır. Bu trafik rejimi kabaca, haftada dört futbol oyunun çim zemin üzerinde oluşturduğu basılma ve ezilme stresi veya zararına denk gelmektedir (Williams vd. 2010). Parseller çim biçim makinesi (rotary type mower) kullanılarak 2 cm (kısa) ve 4 cm (Bermuda çiminde park ve bahçelerde önerilen normal biçim yüksekliği) olmak üzere iki farklı yükseklikten biçilmiştir (Şekil 3.4). Böylece geliştirilen adayların hem trafik altında hem de trafiğin uygulanmadığı koşullarda kısa biçimi tolere etme yeteneği de ölçülmüştür.



Şekil 3.5. Yaklaşık 450 kg ağırlığındaki Brinkman Trafik Simulatörünün yakından görünüşü.

Basılma ve ezilme stresi altında, %çim ile kaplı alan oranı, çim kalitesi, çim rengi, çim dokusu (yaprak tekstürü), yüzey sertliği, çim örtüsünün yırtılma/kopma direnci, çim indeks değeri, yaprak klorofil içeriği ve yoğunluk (density) verileri alınmıştır. Stres sona erdirildikten sonra ise çim ile kaplı alan oranı, genel çim kalitesi, genel çim rengi, klorofil içeriği ve çim indeks değeri verileri alınarak çimlerin kendilerini onarma/rejenarasyon yetenekleri değerlendirilmiştir.

3.2.1. Çim ile kaplı alan oranı

Tesis olma hızı, görsel olarak, çim bitkisi ile kaplı alanın yüzde (%) olarak değerlendirilmesidir. 0-100 skalası kullanılarak belirlenen bu değer dikim ve ekimden itibaren çim bitkisinin bütün parseli kaplayan olgun bir çim dokusu geliştirme yönünde

hızını vermektedir (Sever Mutlu vd. 2011b). Basılma ve ezilme stresi altında çim örtüsünde meydana gelen değişimi anlamak için çim ile kaplı alan oranı görsel olarak %0-100 skalası kullanılarak haftada bir değerlendirilmiştir. Bu skalada %100 bütün parselin yeşil çim sürgünü ile kaplı olduğunu ifade etmektedir.

3.2.2. Genel çim kalitesi

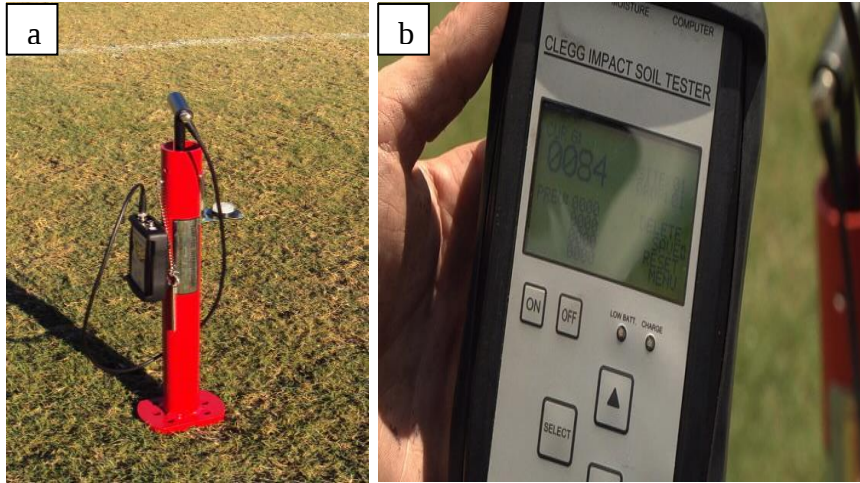
Basılma ve ezilme stresi altında çim kalitesindeki değişimi belirlemek için trafik uygulaması süresince haftalık çim kalitesi görsel 1-9 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir. Çim kalitesinin değerlendirilmesi, çim dokusuna ait renk, homojenite (üniformite) yoğunluk, doku (tekstür) ve çevresel ve/veya hastalık vb. kaynaklı streslere olan tepkinin bir kombinasyonudur (Turgeon 1999). Görsel olarak 1-9 kalite puanlama skalası kullanılarak değerlendirilmiştir. Çeşitlerin renk, homojenlik, birim alandaki sürgün sayısı ve görünüm gibi bileşenleri dikkate alınarak yapıldığı bu değerlendirmelerde, 1,0 değeri tamamen sararmayı (dormansi veya ölüm), 6.0 değeri kabul edilebilir minimum çim kalitesini, 9.0 değeri ise ideal sürgün yoğunluğu, doku, renk ve homojenlik ile mükemmel veya ideal kaliteyi ifade etmektedir. Veriler haftada bir kez alınmıştır.

3.2.3. Genel çim rengi

Görsel olarak, 1-9 renk skalası kullanılarak değerlendirilmektedir. Bu skalada 1.0 değeri tamamen sararmayı (sarı rengi), 6.0 değeri açık yeşil ve 9.0 değeri koyu yeşil rengi ifade etmektedir. Renk değerlendirmesi, özellikle hastalık ve böcek zararlanmaları, besin maddelerinin noksanlığı ve çevresel streslere dayalı olarak renkte meydana gelecek değişiklikleri başarılı bir şekilde ayırmak için kullanılmaktadır (Sever Mutlu vd. 2011b). Basılma ve ezilme stresi altında çim rengindeki değişimi belirlemek için trafik uygulaması süresince haftalık çim rengi görsel 1-9 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.2.4. Yüzey sertliği/toprak sıkışma oranı (surface hardness/soil compaction)

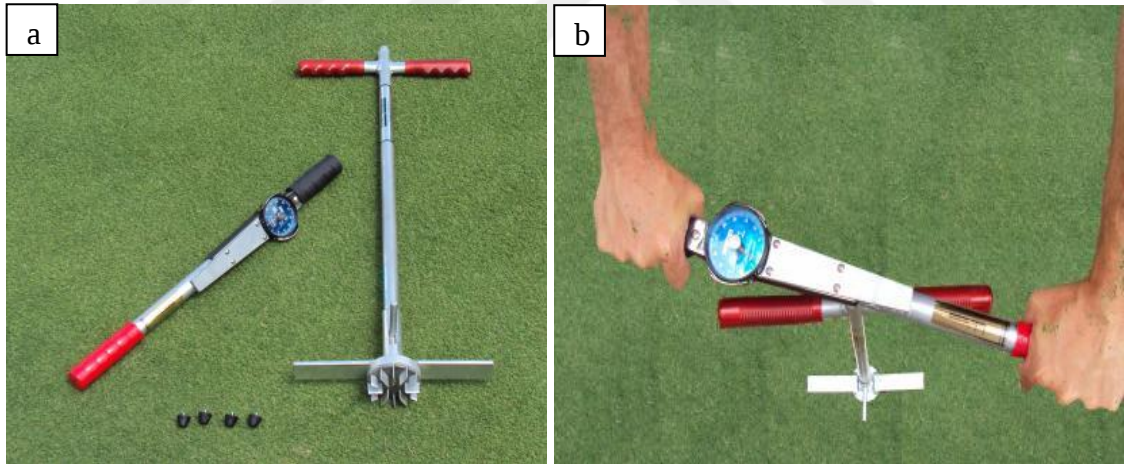
Basılma ve ezilme stresinin sonlandırıldığı tarihte her parselde yüzey sertliği (Gmax) ölçümü yapılarak, değişimin derecesi değerlendirilmiştir. Basılma ve ezilme stresi etkisiyle yüzey sertliğinde oluşan değişimi belirlemek için 2.5 kg Clegg impact hammer (Lafayette Instruments, Lafayette, IN) kullanılmıştır (Goddard vd. 2008) (Şekil 3.6). Clegg impact skalasına göre 30-130 Gmax değerleri kabul edilebilir, 75-95 ise optimum sınırlar olarak belirtilmektedir (Stewart 2003). Ölçümler her parselden tesadüfi seçilen 3 noktadan yapılmıştır (Goddard vd. 2008).



Şekil 3.6. Clegg impact hammer toprak test cihazı (a ve b)

3.2.5. Çim yırtılma/kopma direnci (Turfgrass shear strength)

Çim yırtılma/kopma direncini (Nm- Newton Meter) ölçmek için turfgrass shear tester (TST) (Dr. Baden Clegg Pty Ltd., Jolimont, Western Australia) kullanılmıştır (Şekil 3.7). Çim yırtılma direnci kök sisteminin direncini ve basılmaya karşı gösterdiği direncin belirlenmesinde oldukça faydalıdır. Ölçümler stres sona erdirildiğinde her parselden tesadüfî seçilen 3 noktadan yapılmıştır (Gaussoin vd. 2002).



Şekil 3.7. Turf-Tec Shear Strength test cihazı (a ve b)

3.2.6. Çim yoğunluğu (Density)

Çim yoğunluğu, birim alandaki canlı sürgün miktarının görsel olarak tahmin edilmesidir. Ölü veya hastalıklı çim parçaları dikkate alınmamıştır. Görsel olarak 1-9 puanlama skalası kullanılır ve burada 9=maksimum yoğunluğu ifade etmektedir (Sever Mutlu vd. 2011b). Yoğunluk gözlemleri trafik stresi öncesi ve sonrasında yapılmıştır. Trafik stresi ve farklı biçim rejimi altında çim yoğunluğunda meydana gelen değişimi ve dolayısı ile stresin zararını ortaya koyabilmek adına görsel alınan çim yoğunluğuna ek olarak birim alanda sürgün sayımı yapılmıştır. Bu amaçla her bir parselden tesadüfî seçilen 3 noktadan 10 cm çapındaki toprak profil örnekleyici (cup-cutter) ile örnek

çıkarılmış, içindeki toplam sürgün sayılmış ve ardından yerine geri yerleştirilmiştir (Şekil 4.14). Alınan 3 örnek ortalaması alınarak her tekerrür için değer hesaplanmıştır. Böylece sürgün sayımı yöntemi ile elde edilen çim yoğunluk değeri 78.5 cm^2 ($A = \pi r^2 = 3.14 * 25$) alandaki toplam sürgün sayısını ifade etmektedir.

3.2.7. Çim indeks değeri (NDVI)

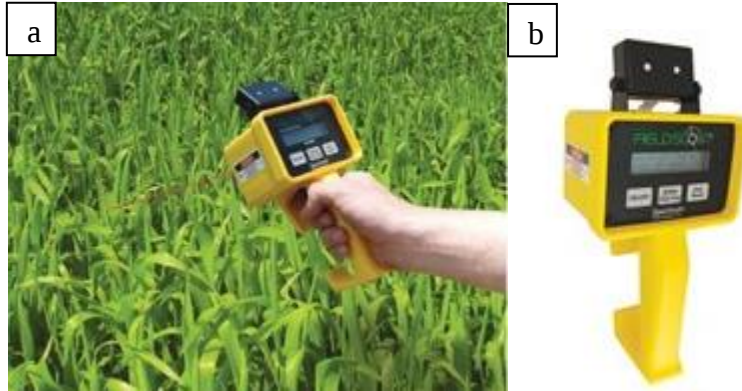
Çimlere ait görsel alınan kalite skala değerleri yanında, çim performansı TCM 500 “NDVI” Turf Color/quality M eter ile de her parselden her hafta 10 okuma yapılarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.8). Belirtilen bu alet okunan alandaki 660 nm ve 840 nm dalga boyundaki ışığı kullanarak normalize edilmiş fark bitki index değerlerini (NDVI) hesaplamakta ve bu değerleri kullanarak otomatik olarak 1-9 skalası arasındaki çim indeks (grass index) değerine dönüştürmektedir. Yapılan çalışmalar NDVI değerleri ile çim kalitesi, bitkinin relative su içeriği, kanopi sıcaklığı ve stres durumu arasında önemli ilişkinin olduğunu göstermektedir (Fenstermaker-Shaulis vd. 1997; Trenholm vd. 1999; Bell vd. 2002; Jiang vd. 2003). Okunan çim indeks değerleri ile basılma ve ezilme stresi altında alınan görsel kalite ve çim yoğunluğu değerleri arasındaki ilişkilere bakılarak basılma ve ezilme dayanımının daha sağlıklı ve objektif olarak belirlenmesi sağlanmıştır.



Şekil 3.8. TCM 500 “NDVI” Turf Color/quality Meter

3.2.8. Klorofil içeriği

Klorofil ölçümleri basılma ve ezilme stresi uygulaması boyunca klorofil metre (FIELDSCOUT CM 1000) kullanılarak haftada bir kez her parselden 10 adet okuma yapılarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.9). Belirtilen klorofil ölçüm cihazı çim kanopisinden yansıyan 700 nm ve 840 nm dalga boyundaki ışığı kullanarak relatif klorofil indeksini ölçmektedir. Çim parsellerinin üstünden konik olarak 30 cm-183 cm mesafeden tutularak 2 sn de bir ölçüm yapılabilir. Yaprak klorofil içeriği bitkinin kalite, besin elementleri statüsü ve stres durumunun indirekt göstergesi olarak çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Basılma ve ezilme stresine ilişkin yapılan önceki çalışmalarda uygulama süresi ve şiddetiyle orantılı olarak çim yapraklarında klorofil miktarının azaldığı tespit edilmiştir (Han vd. 2008). Böylece klorofil ölçüm cihazı ile alınan klorofil indeks değerleri ile çeşit adaylarının strese dayanımları (% yaprak yanma oranı) ve stres sonrası kendilerini yenileme oranları da ilişkilendirilmiştir.



Şekil 3.9. Klorofil metre (FIELDSCOUT CM 1000) (a ve b)

3.3. Çeşit Adaylarının Trafik Stresi Sonrası Toleranslarının ve Kendini Yenileme Kabiliyetlerinin Belirlenmesi

Trafik stresi sona erdirildikten sonra 15 günde bir çim ile kaplı alan oranı, genel çim kalitesi, genel çim rengi, çim indeks değeri ve klorofil içeriği verileri alınarak çimlerin kendilerini onarma/rejenarasyon yetenekleri değerlendirilmiştir.

3.3.1. Genel çim rengi

Genel çim rengi trafik stresi sonrası görsel olarak 15 günde bir kez bölüm 3.2.3’de tarif edildiği gibi 1-9 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.3.2. Genel çim kalitesi

Genel çim kalitesi trafik stresi sonrası görsel olarak 15 günde bir kez bölüm 3.2.2’de tarif edildiği gibi 1-9 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.3.3. Klorofil içeriği

Klorofil ölçümleri trafik stresi sonrası Klorofil metre (FIELDSCOUT CM 1000) kullanılarak 15 günde bir kez bölüm 3.2.8’de tarif edildiği gibi her parselden on adet okuma yapılarak alınmıştır.

3.3.4. Çim indeks değeri (NDVI)

Çimlere ait görsel alınan kalite skala değerleri yanında, çim performansı TCM 500 “NDVI” Turf Color/quality Meter ile de her parselden 15 günde bir kez 3.2.7’de tarif edildiği gibi okuma yapılarak değerlendirilmiştir.

3.3.5. Trafik stresi sonrası kendini yenileme (rejenerasyon-recuperation) oranı

Trafik stresi sonrası kendini yenileme (recuperation) oranı, çim genotip veya çeşitlerinin kendini yenileme yeteneklerinin değerlendirilmesi ve seçimleri konusunda yararlanılan metodlardandır. Bu ölçüt denemelerde trafiğe dayanıklılığın diğer bir ölçüsü (Beard ve Sifers 1997) olarak kullanılmakta, 0-100 skalası ile trafik stresi sona erdirilmesinden sonra % yeşil sürgün gelişmesi bağlamında değerlendirilmiştir. Bu

skalada %100 = parselin tamamen yeşil sürgünle kaplı olduğunu, %0 = ise parselde yeşil sürgün olmadığını göstermektedir. Trafik stresi altındaki 12 haftanın sonunda çeşit adaylarının ve ticari çeşitlerin kendini yenileme hızı 15 günde bir olarak değerlendirilmiştir.

3.4. İstatistiksel Veri Analizleri

Arazi gözlemlerinden alınan tüm veriler kullanılan deneme desenine göre analiz edilmiştir. Veriler PROC (SAS Institute 1999) programı ile varyans analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalamalar Fisher metoduna göre korunmuş en az önemli fark (LSD) testi ile karşılaştırılmış ve faktörler düzeyinde LSD(0.05) değerleri hesaplanmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Denemenin sonlandırıldığı haftada alınan tüm veriler varyans analizine tabi tutularak biçim yüksekliği, trafik uygulaması ve çeşitlerin çim performansı üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Çizelge 4.1’de denemenin sonlandırıldığı haftada çim çeşitlerine, trafik rejimine (var/yok) ve biçim yüksekliğine (2 cm/4 cm) ait genel çim kalitesi ve rengi, çim indeks ve klorofil index değerleri, yırtılma direnci, saha sertliği, çim yoğunluğu ve yaprak tekstürü değerleri ve varyans analiz sonuçları sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, % çim ile kaplı alan (çim örtüsü) verisi hariç çeşit, biçim yüksekliği ve trafik rejimi faktörleri arasındaki etkileşimler önemli bulunmamıştır. Öte yandan çeşitler, biçim yüksekliği ve trafik rejimi faktörlerinin etkileri (ana faktörler) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. İncelenen bu parametrelere ilişkin analiz sonuçları aşağıda ilgili başlıklar altında sırasıyla sunulmuştur. Ayrıca haftalık olarak alınan çim kalitesi, rengi, çim indeks değeri vb. verilere ait analiz sonuçları ise her bir bölüm altında seçilen haftalar bazında detaylı olarak sunulmuştur.

Çizelge 4.1. İki farklı biçim yüksekliğinde (2 cm veya 4 cm) trafik rejimi altında (trafik var veya trafik yok) bermuda çimi çeşit adaylarının ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin denemenin sonlandırıldığı 12. hafta sonunda genel çim kalitesi, rengi, çim indeks, klorofil içeriği, çim örtüsü ile kaplı alan oranı, saha sertliği, çim yırtılma direnci, çim yoğunluğu ve yaprak tekstürü değerleri bu verilere ait varyans analiz sonuçları varyasyon kaynakları

		Kalite	Renk	Çim indeks	Klorofil
Çeşit adayları / Ticari çeşitler (C)	B3-6	5.6c	6.9b	7.0a	216c
	A4-4	6.5ab	7.7a	7.1a	223bc
	C12-133	6.2b	6.9b	6.9a	215c
	Princess 77	6.1b	7.8a	6.9a	238ab
	Riviera	6.6a	7.8a	7.1a	248a
	Tifway	6.3ab	7.5a	7.1a	231bc
Biçim yüksekliği (BY)	≤ 2 cm	6.3a	7.5a	7.0a	233a
	≥ 4 cm	6.1b	7.4b	6.9b	223b
Trafik uygulaması (T)	Yok	7.1a	7.8a	7.1a	244a
	Var	5.2b	7.0b	6.8b	212b
C		**	***	ÖD	***
BY		*	ÖD	ÖD	*
T		***	***	***	***
C x BY		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
C x T		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
T x BY		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
C x BY x T		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

Çizelge 4.1'in devamı

		Yırtılma direnci	Yüzey sertliği	Yoğunluk (sayım)	Yoğunluk (Görsel)
Çeşit adayları / Ticari çeşitler (C)	B3-6	14.1a	82.8a	321b	6.8d
	A4-4	14.6a	84.8a	360ab	7.5ab
	C12-133	14.4a	86.8	387a	7.1cd
	Princess 77	11.9b	88.3a	318b	6.8d
	Riviera	14.6a	84.7a	318b	7.4bc
	Tifway	14.5a	87.1a	390a	7.8a
Biçim yüksekliği (BY)	≤ 2 cm	14.1a	87.4a	365a	7.3a
	≥ 4 cm	14.0a	84.4b	334b	7.0b
Trafik uygulaması (T)	Yok	14.7a	76.9b	370a	8.1a
	Var	13.1b	94.5a	328b	6.3b
C		**	***	ÖD	**
BY		*	ÖD	*	*
T		*	**	***	*
C x BY		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
C x T		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
T x BY		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
C x BY x T		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

*: 0,05 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir,

**:.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir,

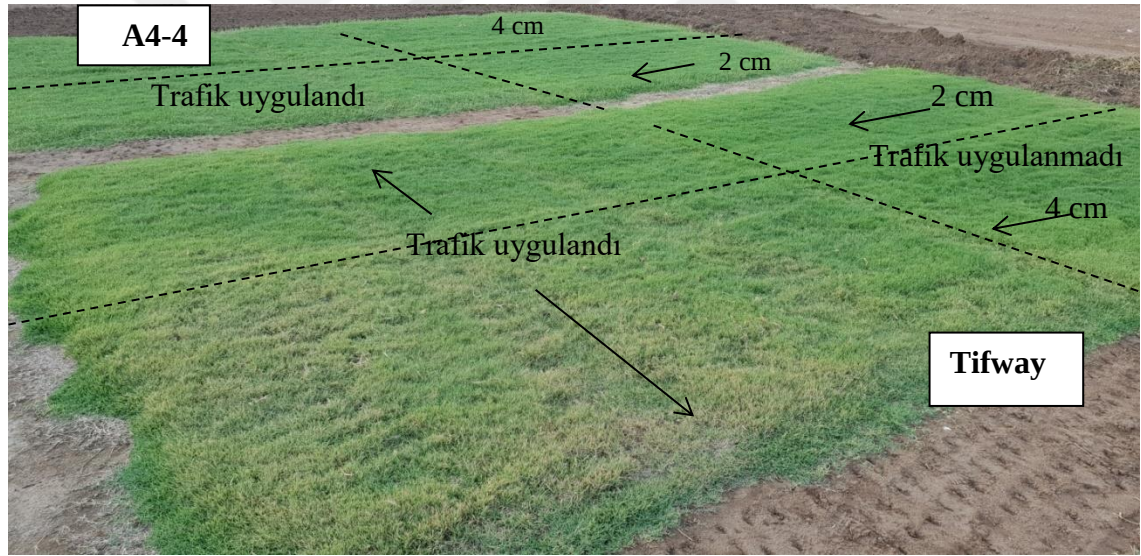
***0,001 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir

ÖD: İstatistiki olarak önemli olmamayı ifade etmektedir.

4.1. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Genel Çim Kalitesindeki Değişim

Basılma ve ezilme stresi altında ve farklı biçim yükseklikleri şartlarında çim kalitesindeki değişimi belirlemek için deneme süresince görsel olarak haftalık çim kalitesi değerlendirilmiştir. Basılma ve ezilme stresi altında kalitenin sürdürülebilmesi, çim genotip veya çeşitlerinin kendini yenileme yeteneklerinin değerlendirilmesi ve seçimleri konusunda faydalanan önemli özelliklerinden biridir. Çim kalitesi görsel olarak 1-9 kalite puanlama skalası kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu skalada 1.0 değeri tamamen sararmayı (dormansi/ölüm) veya çim örtüsünden yoksun olma durumunu, 6.0 değeri kabul edilebilir çim kalitesini, 9.0 değeri ise mükemmel kaliteyi temsil etmektedir. Deneme sonlandırıldığında farklı biçim yükseklikleri, basılma ve ezilme stresi ve çeşitlerin genel çim kalitesi üzerine etkileri ve ilgili varyans analizi sonuçları çizelge 4.1'de sunulmuştur. Deneme sonundaki genel çim kalitesi üzerine çeşitlerin, trafik uygulamasının (var/yok) ve biçim yüksekliğinin (2 cm/4 cm) etkili olduğu görülmüştür. Basılma ve ezilme stresi sonlandırıldığında çeşitler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Bermuda çimi çeşitleri arasında basılma ve ezilme stresine tolerans bakımından varyasyon olduğu diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Deaton vd. 2010; Trappe vd. 2009; Williams vd. 2008). Basılma ve

ezilme stresi altında çim zeminde meydana gelen zararın derecesi, kullanılan çim tür ve çeşidi kadar belirli bir sezonda oynanan maç adedine veya basılma ve ezilme stresinin yoğunluğuna da bağlıdır (Powell 2007). Ortalama kalite değerlerinin yerli çeşitlerde 6.4 ('A4-4') ile 5.6 ('B3-6') arasında ve ticari çeşitlerde ise 6.6 ('Riviera') ile 6.1 ('Princess 77') arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.1). Basılma ve ezilme stresi sonunda en yüksek çim kalitesini sağlayan çeşitler 'Riviera' ve 'A4-4' olmuştur (Şekil 4.1). Ticari çeşit Tifway ve ardından 'C12-133' onları takip etmiştir. Trafik uygulaması altında 'A4-4' ve 'C12-133'ün ticari çeşitler 'Riviera' ve 'Tifway' e eşdeğer ve/veya üstü performans göstermesi yerli çeşitlerin basılma ve ezilme stresine oldukça iyi dayanım gösterdiklerini kanıtlamaktadır (Şekil 4.1). Çok sayıda çalışma trafik dayanımı açısından 'Riviera', 'Tifway' ve 'Princess 77' çeşitlerinin oldukça iyi olduğu sonucuna varmıştır. Nitekim Trappe vd. (2009) trafik stresi altında 42 farklı bermuda çimi çeşidini araştırdıkları çalışmalarında en iyi çim performansı sağlayan çeşitlerin 'Riviera' ve 'Tifway' olduğunu bildirmişlerdir. Bayrer (2006) farklı bermuda çimi çeşitlerinin 8 hafta boyunca basılma ve ezilme stresi altında çim kalitesini değerlendirdiği çalışmada çim kalitesini en iyi koruyan bermuda çimlerinin 'Riviera' ve 'Princess 77' olduğunu tespit etmiştir. Haselbauer vd. (2012) ise bermuda çiminde yeni çeşitlerin/çeşit adaylarının basılma ve ezilme toleranslarını değerlendirirken standart kontrol olarak kullanılabilecek en iyi bermuda çimi çeşidinin 'Tifway' olduğunu belirtmiştir.



Şekil 4.1. Trafik denemesinin sonlandırıldığı 12. hafta. Resimde 'Tifway' çeşidinin 1. blokta yer alan tekerrürü üzerinde trafik uygulaması yapılan/yapılmayan ve kısa biçim (2 cm) ve uzun biçim (4 cm) yapılan parselleri arasında çim kalitesi, rengi, çim örtüsü açısından varyasyon görülüyor.



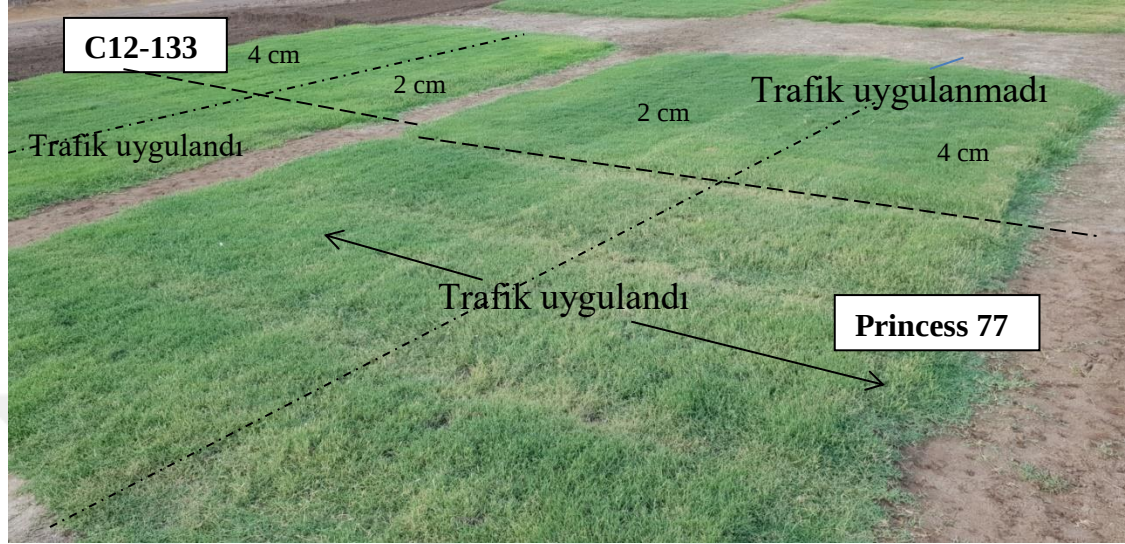
Şekil 4.2. Trafik denemesi çalışması başlatıldıktan 2 hafta sonra trafik stresi Brinkman trafik simülatörü uygulaması.

Biçim yüksekliğinin çim kalitesine etkisine bakıldığında denemede tüm bermuda çimlerinin kısa biçim altında daha yüksek çim kalitesi gösterdikleri tespit edilmiştir. Nitekim kısa biçim altında ortalama çim kalitesi 6.3 iken, uzun biçim altında kalite değerleri 6.1 skala değerine düşmüştür (Çizelge 4.1).

Trafik uygulamasının genel çim kalitesi üzerine etkisi önemli bulunmuş ve tüm çeşitlerde kalitenin düştüğü saptanmıştır (Çizelge 4.1). Trafik uygulanmayan bermuda çimlerinin ortalama çim kalitesi 7.1 iken, trafik uygulanan bermuda çimlerinin kalitesi 5.2 skala değerlerine düşmüştür. Değerlerden anlaşılacağı üzere yoğun basılma ve ezilme stresi kaliteyi düşürmüştür. Benzer şekilde basılma ve ezilme stresine bağlı olarak çim kalitesinde görülen düşüşler daha önceki araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Malleshaiah vd. 2016; Valoras vd. 1966; Van Wijk vd. 1977). Basılma ve ezilme stresi kaynaklı daha düşük çim kalitesinin, basılmaya bağlı olarak çim yapraklarının ezilmesi ve yırtılması/parçalanması sonucunda sürgün yoğunluğunun, homojenliğin, rengin azalması ve sürgün dokusunun vaktinden önce yaşlanmasından ileri gelebileceği bildirilmektedir (O’Neil ve Carrow 1983).

Çizelge 4.1’de sunulan ve denemenin sonlandırıldığı haftaya ait varyans analiz sonuçlarına ek olarak Çizelge 4.2’de haftalar bazında her bir trafik rejimi (var/yok) ve biçim yüksekliğinde (kısa biçim/uzun biçim) çeşitler bazında çim kalitesindeki değişim detaylı olarak verilmiştir. Bu çizelge incelenerek her bir çeşit adayının farklı rejimler altında çim performansı hakkında daha detaylı bilgi bulunabilir. Örneğin Çizelge 4.2 incelenecek olursa; Çeşit adaylarımızın tamamının kısa biçimi (2 cm) iyi tolere ederek kabul edilebilir ve üstü iyi çim kalitesi sağladıkları tespit edilmiştir. Nitekim kısa biçim altında ve trafik stresinin uygulanmadığı parsellerde denemelerin sonlandırıldığı 12.haftada çeşit adaylarımızın kalitesi sırasıyla 7.0–6.7 skala değerleri arasında değişim göstermiştir. Trafik stresinin uygulanmadığı kısa biçim şartlarında çeşit adayımız ‘A4-4’ nın kalitesinin ‘B3-6’ ve ‘C12-133’e göre biraz daha yüksek olduğu ve çeşit adayları ‘A4-4’ ve ‘C12-133’nin tohumlu ticari çeşitlere benzer kalite sağladıkları gözlemlenmiştir. Kısa biçim rejimi altında 12 hafta boyunca haftada 4 futbol oyununa denk gelen trafik uygulaması sonunda ise çeşit adaylarımızın kalitesinin ortalama 5.6-4.9 skala değerleri arasında değişerek ortalama 5.8-5.0 değerler alan ticari çeşitlerin kalitesine benzer olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Deneme sonunda sadece çeşit adayları ‘A4-4’ ve ticari çeşit ‘Riviera’ (5.8) ve üstü kalite skala değeriyle kabul edilebilir

minimum çim kalitesine yakın performans sağlamıştır. Çeşit adayımız ‘C12-133’ ise ticari çeşit ‘Tifway’e eşdeğer dayanım ile onları takip ederken, trafik rejimi altında çim kalitesi açısından en düşük performansı ticari çeşit ‘Princess 77’ ile çeşit adayı ‘B3-6’ göstermiştir (Çizelge 4.2; Şekil 4.3).



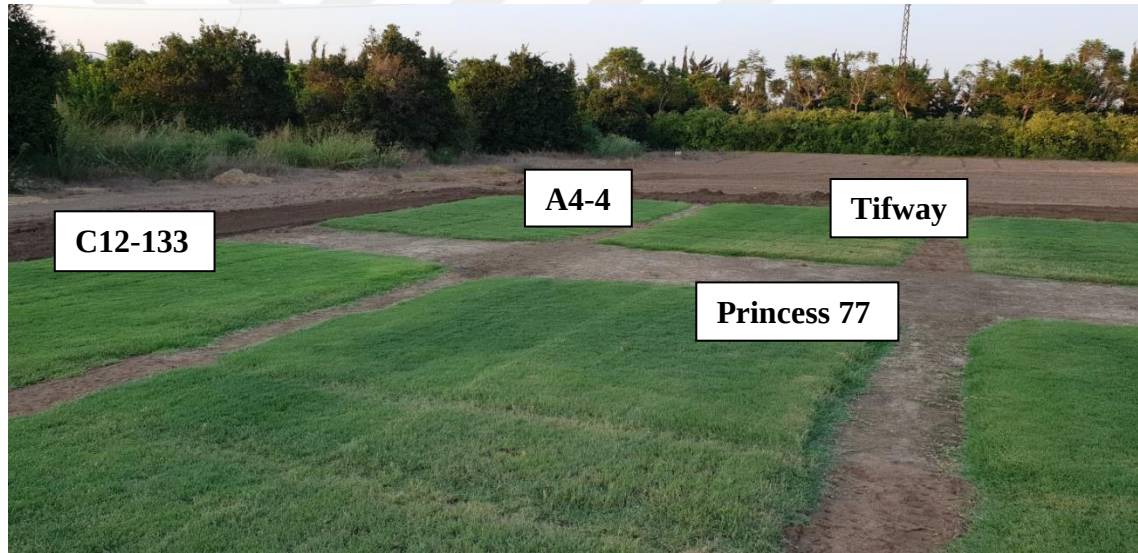
Şekil 4.3. Trafik stresi altında çeşit adayı ‘C12-133’ ticari çeşit ‘Princess 77’ten daha iyi çim kalitesi sağlamıştır. Ayrıca 2 cm biçim yüksekliği, uzun biçime göre (4 cm) daha yüksek çim kalitesi sağlamıştır.

Çizelge 4.2. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) rejimi altında seçili haftalar bazında genel çim kalitesi değerleri

Genel Çim Kalitesi										
	Trafik Stresi Yok									
	Kısa Biçim Altında					Uzun Biçim Altında				
	2.hf	4.hf	6.hf	8.hf	12.hf	2.hf	4.hf	6.hf	8.hf	12.hf
B3-6	6,9	6,8	6,7	7,0	6,7	7,5	6,7	6,8	6,9	6,7
A4-4	7,0	6,8	6,7	7,0	7,0	7,6	6,6	6,8	6,8	7,3
C12-133	7,4	6,5	6,8	6,6	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,8
Princess 77	6,3	6,6	6,8	7,0	7,3	7,1	6,4	6,7	6,9	7,1
Riviera	7,1	7,2	7,8	7,9	7,3	8,5	7,2	7,9	7,9	7,4
Tifway	7,2	7,1	6,7	6,9	7,7	7,7	6,8	6,8	6,9	7,4
Ort.	7,0	6,8	6,9	7,1	7,1	7,5	6,7	6,9	7,0	7,1
Min.	6,2	6,2	6,4	6,5	6,5	5,9	6,0	6,3	6,3	6,0
Mak.	8,5	7,8	8,0	8,0	8,0	8,8	7,5	8,0	8,0	8,0
Std.	0,7	0,4	0,5	0,5	0,5	0,9	0,3	0,5	0,5	0,5

Çizelge 4.2'nin devamı

	Trafik Stresi Altında									
	Kısa Biçim Altında					Uzun Biçim Altında				
	2.hf	4.hf	6.hf	8.hf	12.hf	2.hf	4.hf	6.hf	8.hf	12.hf
B3-6	6,1	6,6	6,0	5,8	4,9	5,7	6,2	5,6	5,4	4,3
A4-4	6,6	6,7	6,5	6,5	5,6	6,6	6,5	6,4	6,3	5,4
C12-133	6,6	6,6	6,3	6,2	5,3	6,3	6,6	6,2	6,2	5,6
Princess 77	6,0	6,2	5,5	5,8	5,0	5,9	6,0	5,6	5,5	5,1
Riviera	6,7	7,1	7,0	7,2	5,8	7,2	7,0	6,9	6,8	5,7
Tifway	6,2	7,1	6,4	6,3	5,4	5,6	6,5	6,2	6,0	4,7
Ort.	6,4	6,7	6,3	6,3	5,3	6,2	6,5	6,2	6,1	5,1
Min.	5,2	5,5	5,0	5,5	4,5	5,5	5,3	5,0	5,0	3,8
Mak.	7,0	8,0	7,3	7,5	6,2	7,5	7,2	7,3	7,2	6,0
Std.	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6	0,7

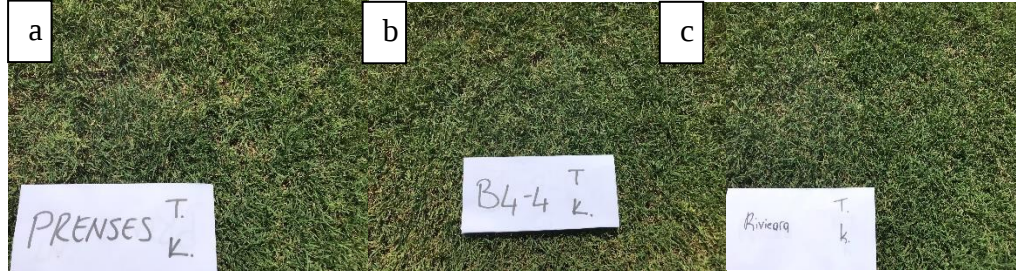


Şekil 4.4. Denemenin sonlandırıldığı 12. hafta parsellerin durumu

4.2. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Genel Çim Rengindeki Değişim

Trafik uygulaması ve kısa biçim koşullarından kaynaklanabilecek stresin çim rengi üzerine olası etkilerini görmek için düzenli olarak haftalık görsel çim rengi verileri alınmıştır. Denemenin sonlandırıldığı 12. haftada farklı biçim yükseklikleri (2 cm/4 cm), trafik uygulaması (var/yok) ve çeşitlerin genel çim rengi üzerine etkileri ve ilgili varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1'de sunulmuştur. Biçim yüksekliğinin genel çim rengi üzerinde etkisi önemli bulunmamış fakat trafik uygulaması ve çeşitlerin renk üzerinde etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1). Ticari çeşitler 'Riviera', 'Princess 77' ve çeşit adayı 'A4-4' diğerlerinden daha koyu yeşil çim rengine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ortalama 6.9 skala değeri ile orta-koyu yeşil renge sahip olan diğer çeşit adaylarımız 'B3-6' ve 'C12-133' ile ticari çeşit 'Tifway' arasındaki fark ise önemli

bulunmamıştır. Trafik uygulamasının genel çim rengini düşürdüğü saptanmıştır. BTS trafik simülatörü ile 12 hafta süren yoğun basılma ve ezilme stresi altında çim renginin ort. 7.8 den 7.0 skala değerine gerilediği saptanmıştır (Çizelge 4.3).



Şekil 4.5. Kısa biçim uygulamasında sonra çeşit adayı ‘A4-4’(b) ve ticari çeşitler ‘Princess 77’(a) –‘Riviera’nın(c) performansları

Benzer şekilde Adavy vd. (2005) çalışmalarında, basılma ve ezilme stresinin çim rengi üzerinde önemli etkisi olduğunu ve çim rengini düşürdüğünü belirtmiştir. Basılma ve ezilme stresi, çimin doğal büyüme ve gelişmesinin engellemesine neden olmaktadır (Fallahian 2006). Benzer şekilde Tehranifar vd. (2005) basılma ve ezilme stresi altında çim renginde düşüş olduğunu belirtmiştir. Trenholm (2000) ise serin iklim çim türleri ile yürüttüğü çalışmasında basılma ve ezilme stresi altında *L. perenne*, *P. pratensis* ve *F. rubra*’nın çim renginde bir miktar artış olduğunu saptamıştır. Bunun nedeninin ise basılma ve ezilme stresi altında uyguladıkları potasyum (K) gübrelemesi olduğu ve K’un bitkinin kendini yenilemesine yardımcı olarak yapraklarda koyu yeşil renk eldesi sağladığını ifade etmiştir.



Şekil 4.6. Kısa biçim uygulamasından sonra çeşit adayları ‘B3-6’(b) – ‘C12-133’(c) ve ticari çeşit ‘Tifway’(a) görünüşleri

Çizelge 4.1’de sunulan ve denemenin sonlandırıldığı haftaya ait varyans analiz sonuçlarına ek olarak çizelge 4.3’de haftalar bazında her bir trafik rejimi (var/yok) ve biçim yüksekliğinde (kısa biçim/uzun biçim) çeşitler bazında çim rengindeki değişim detaylı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.3. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) rejimi altında seçili haftalar bazında genel çim renk değerleri

Çim Rengi										
	Trafik Stresi Yok									
	Kısa Biçim Altında					Uzun Biçim Altında				
	2.hf	4. hf	6. hf	8. hf	12. hf	2. hf	4. hf	6. hf	8. hf	12. hf
B3-6	7,6	7,1	6,7	7,0	7,3	8,1	7,3	6,7	7,1	7,2
A4-4	7,4	7,1	6,9	6,9	7,8	8,0	7,1	6,9	6,9	8,0
C12-133	7,4	6,7	6,0	6,6	7,0	7,1	6,6	6,1	6,5	7,3
Princess 77	7,2	6,9	6,7	7,0	8,6	7,9	6,6	6,5	7,1	8,2
Riviera	7,4	7,1	7,9	7,7	8,0	8,8	7,1	8,0	7,7	8,3
Tifway	7,0	7,3	6,8	7,0	8,1	7,5	7,1	6,4	6,6	8,1
Ort.	7,3	7,0	6,8	7,0	7,8	7,9	7,0	6,8	7,0	7,8
Min.	6,3	6,3	5,5	6,5	6,5	6,6	6,3	5,8	6,2	6,8
Mak.	8,7	8,0	8,0	8,2	8,8	8,8	8,0	8,0	8,2	9,0
Std.	0,8	0,5	0,7	0,4	0,7	0,8	0,5	0,7	0,5	0,6
	Trafik Stresi Var									
	Kısa Biçim Altında					Uzun Biçim Altında				
	2. hf	4. hf	6. hf	8. hf	12. hf	2. hf	4. hf	6. hf	8. hf	12. hf
B3-6	7,4	7,0	6,3	6,8	6,7	7,4	7,0	6,4	6,9	6,5
A4-4	7,4	7,1	6,9	7,2	7,3	7,9	7,2	6,8	7,0	7,6
C12-133	7,3	6,6	6,1	6,8	6,7	7,1	6,7	6,1	6,8	6,5
Princess 77	7,2	6,7	5,8	6,8	7,4	7,6	6,3	5,8	6,7	7,0
Riviera	7,3	7,3	7,8	7,9	7,2	8,6	7,1	7,7	7,9	7,8
Tifway	7,1	7,3	6,9	7,0	7,4	7,3	7,0	6,4	6,7	6,3
Ort.	7,3	7,0	6,6	7,1	7,1	7,6	6,9	6,6	7,0	7,0
Min.	6,2	6,0	4,8	6,0	6,0	6,4	5,0	4,5	6,0	5,0
Mak.	8,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,7	8,0	7,8	8,0	8,3
Std.	0,7	0,6	0,8	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,5	0,9



Şekil 4.7. Trafik uygulamasının 8. haftası parsellerin biçim sonrası görünümü

4.3. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Çim İndeks Değerindeki Değişim

Yerli çeşit adaylarının trafik uygulaması ve farklı biçim yükseklikleri altında çim performansını değerlendirmek için görsel alınan kalite ve renk gözlemlerine ek olarak çim renk/kalite ölçüm aleti ‘TCM 500 “NDVI” Turf Color Meter’ ile düzenli haftalık olarak her parselden ortalama yirmi adet okuma yapılarak çim indeks değerleri (grass index) ölçülmüştür. Özellikle kalitedeki varyasyonu objektif olarak değerlendirmek için yararlanılan çim index skalasına göre 1= en kötü çim kalitesi olup (ölü veya çim örtüsünden yoksun olmayı ifade eder), rakam arttıkça kalite yükselmekte ve renk koyulaşmaktadır. Denemenin sonlandırıldığı 12. haftaya ait çim indeks değerleri üzerine çeşit, biçim yüksekliği ve trafik rejiminin etkisi ve ilgili varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde çim indeks değerleri açısından çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamış ancak çeşit adayı ‘A4-4’ün ticari çeşitler ‘Riviera’ ve ‘Tifway’ ile birlikte daha yüksek indeks değerlerini sağladığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Varyans analiz sonuçlarına bakıldığında biçim yüksekliğinin çim indeks değerlerini istatistiki olarak etkilemediği ancak trafik uygulamasının çim indeks değerleri üzerine önemli etkisi olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 4.1). Nitekim trafik uygulamasının bermuda çimlerinin indeks değerlerini ortalama 7.1’den 6.8’e düşürdüğü saptanmıştır. Basılma ve ezilme stresinin çim indeks değeri üzerine etkisi, genel çim kalitesi sonuçları ile örtüşmektedir. Haan vd. (2009), benzer şekilde trafik uygulaması altında NDVI (Turf Color Meter) cihazı ile çimlerin genel çim performansını araştırdığı çalışmada belirtilen indeks değerleri

açısından çeşitler arasında önemli farklar olduğunu ve stresin bu değerlerde düşüşe neden olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 4.1’de sunulan ve denemenin sonlandırıldığı haftaya ait varyans analiz sonuçlarına ek olarak çizelge 4.4’de haftalar bazında her bir trafik rejimi (var/yok) ve biçim yüksekliğinde (kısa biçim/uzun biçim) çeşitler bazında çim indeks değerlerindeki değişim haftalar bazında detaylı olarak verilmiştir. Örneğin trafik uygulaması ve kısa biçim altındaki 2. haftada çeşitlerin ortalama çim indeks değeri 7.6 iken bu değer denemenin sonlandırıldığı 12. haftada 6.9 indeks değerine gerilemiştir.



Şekil 4.8. Trafik uygulamasının 8. Haftası trafik simülatörü uygulama sonrası görünümü

Çizelge 4.4. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) rejimi altında seçili haftalar bazında çim indeks değerleri

Çim İndeks Değeri										
	Trafik Stresi Yok									
	Kısa Biçim Altında					Uzun Biçim Altında				
	2.hf	4. hf	6. hf	8. hf	12. hf	2. hf	4. hf	6. hf	8. hf	12. hf
B3-6	7,3	7,4	8,4	6,6	7,1	7,4	7,4	6,9	6,6	7,1
A4-4	7,2	7,2	7,0	6,6	6,9	7,4	7,4	6,9	6,6	7,1
C12-133	7,4	7,4	6,9	6,6	7,0	7,3	7,4	6,9	6,6	7,0
Princess 77	7,3	7,4	6,9	6,7	7,1	7,4	7,4	6,9	6,7	7,1
Riviera	7,2	7,4	7,1	6,7	7,1	7,4	7,6	7,3	6,9	7,2
Tifway	7,3	7,5	7,1	6,8	7,3	7,4	7,5	7,2	6,7	7,3

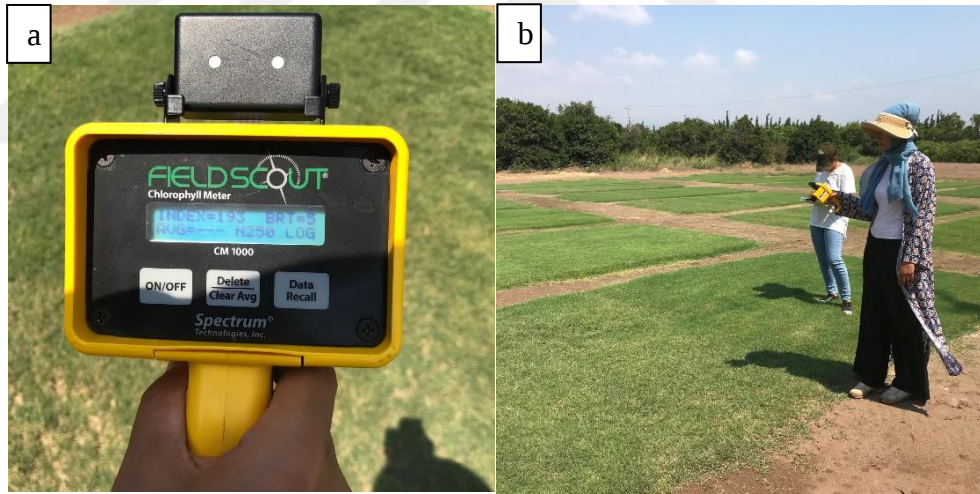
Çizelge 4.4'ün devamı

Ort.	7,3	7,4	7,3	6,7	7,1	7,4	7,4	7,0	6,7	7,1
Min.	7,6	7,6	11,3	7,0	7,4	7,7	7,6	7,4	7,1	7,3
Mak.	7,1	7,0	6,7	6,3	6,6	7,1	7,3	6,6	6,1	6,6
Std.	0,2	0,1	1,0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
Trafik Stresi Var										
	Kısa Biçim Altında					Uzun Biçim Altında				
	2.hf	4. hf	6. hf	8. hf	12. hf	2. hf	4. hf	6. hf	8. hf	12. hf
B3-6	7,2	7,4	6,9	6,7	7,0	7,3	7,4	6,8	6,8	6,9
A4-4	7,2	7,4	6,9	6,8	7,0	7,3	7,4	6,9	6,7	6,9
C12-133	8,2	7,4	6,9	6,7	6,9	7,2	7,4	6,9	6,7	6,9
Princess 77	7,3	7,3	6,7	6,7	6,8	7,3	7,2	6,8	6,7	6,8
Riviera	8,3	7,5	7,1	6,9	6,9	7,4	7,6	7,0	6,9	7,1
Tifway	7,2	9,1	7,0	6,8	7,1	7,3	7,5	7,0	6,7	6,8
Ort.	7,6	7,7	6,9	6,8	6,9	7,3	7,4	6,9	6,8	6,9
Min.	10,3	12,2	7,1	7,0	7,1	7,6	7,6	7,2	7,0	7,2
Mak.	7,0	7,1	6,6	6,5	6,7	7,1	6,8	6,6	6,5	6,2
Std.	1,0	1,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3

4.4. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Klorofil İçeriğindeki Değişim

Birçok biyotik ve abiyotik stres koşulları gibi basılma ve ezilme stresi de çim bitkilerinde büyüme ve gelişmenin azalması, toplam yaprak alanının azalması, klorofil kaybı ve ardından rengin yeşilden saman sarısı/kahverengine dönüşmesi ile tanımlanmaktadır (Beard 1973). Trafik ve kısa biçim uygulamalarının başlatılmasının ardından klorofil metre (FIELDSCOUT CM 1000) kullanılarak düzenli olarak çim yapraklarından relatif klorofil indeks değeri ölçümleri yapılarak klorofil içeriğindeki değişim ortaya koyulmuştur. Denemenin sonlandırıldığı 12. haftada çim yapraklarındaki relatif klorofil içeriklerindeki değişim üzerinde çeşitlerin, biçim yüksekliğinin ve trafik rejiminin etkilerini özetleyen varyans analizi sonuçları ve ortalama klorofil indeks değerleri çizelge 4.1'de sunulmuştur. Analiz sonuçları klorofil indeks değerlerinin çeşitler, biçim yüksekliği ve trafik rejiminden etkilendiğini ortaya koymaktadır. Ortalama klorofil indeks değerlerinin düşük olduğu ve ortalama 248 ile 215 arasında varyasyon gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.1). Daha yoğun ve uzun süren basılma ve ezilme stresi uygulandığı için bu durum beklenen bir sonuçtur. Denemenin sonlandırıldığı haftada en yüksek klorofil içeriği 'Riviera' ile elde edilirken, 'Princess 77', 'Tifway' ve çeşit adayı 'A4-4' benzer oranda klorofil içeriği ile 'Riviera'yı takip etmiştir (Çizelge 4.1). Analiz sonuçları biçim yüksekliğinin yaprak klorofil içeriğini etkilediğini ortaya koymuştur. Genel olarak 2 cm biçim yüksekliğinde relatif klorofil indeks değerinin 4 cm biçim yüksekliğine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Örneğin; 2 cm ve 4 cm biçim yüksekliği altında ortalama klorofil indeksi değerlerinin sırasıyla 233 ve 223 olduğu tespit edilmiştir. Bu durum tüm çeşit adayları ve ticari çeşitlerin kısa biçime adapte olarak uygulanan biçim yüksekliğini çok iyi tolere edebildiklerine ve fazla yaprak alanı oluşturabildiklerine işaret etmektedir. Trafik

uygulamasına bağlı olarak basılma ve ezilme stresi ortalama klorofil içeriğini düşürmüştür. Örneğin; trafik uygulanmayan parsellerin ortalama 244 olan klorofil indeks değerleri yaklaşık %13 oranında azalarak 212 indeks değerine düşmüştür. Basılma ve ezilme stresinin sıcak iklim çim türlerinde klorofil oranını düşürdüğü diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Han vd. 2008; Malleshaiah vd. 2016). Basılma ve ezilme stresi çim bitkilerinde fotosentez hızını, çim yapraklarının büyümesini ve yaşamını devam ettirebilmesi için gerekli olan karbonhidrat üretme kabiliyetini azaltmaktadır (Nolan 2009). Bu çalışmada trafik uygulamasına bağlı olarak basılma ve ezilme stresinin çalışılan tüm bermuda çimi çeşitlerinde klorofil içeriğini azalttığını ve bunun dolaylı olarak fotosentez hızının düşmesine neden olduğu söylenebilir. Yaprak dokuları ezilme stresinin uygulandığı dönemde yüksek ışık yoğunluğu altında üretilen reaktif oksijen türlerinin (klorofil a, b ve total klorofil içeriğinin düşmesiyle kendini ifade eder) sebep olduğu oksidatif strese maruz kalmış olabilir (Inze ve Montagu 2002). Malleshaiah vd. (2005) *A. compressus*, *Z. matrella* ve *P. vaginatum* çim türlerinde trafik stresi altında klorofil içeriğinin önemli ölçüde azaldığını tespit etmiştir. Dest ve Ebdon (2007) %25'i *P. pratensis* ve %75'i *L. perenne*'den oluşan bir çim alanda basılma ve ezilme stresinin klorofil index değerlerini önemli ölçüde azaltarak 409 (kontrol=stres yok)'dan 364'e düşürmüştür. Benzer şekilde Springer vd. (2014), sıcak iklim çim türleri kullanarak yürüttükleri çalışmalarında basılma ve ezilme stresinin (trafik) klorofil index değerlerinde azalmaya neden olduğunu rapor etmiştir.



Şekil 4.9. Klorofil metre ile klorofil index ölçümü (a,b)

Çizelge 4.1’de sunulan ve denemenin sonlandırıldığı haftaya ait varyans analiz sonuçlarına ek olarak çizelge 4.5’te haftalar bazında her bir trafik rejimi (var/yok) ve biçim yüksekliğinde (kısa biçim/uzun biçim) çeşitler bazında klorofil indeks değerlerindeki değişim detaylı olarak verilmiştir. Örneğin trafik uygulaması ve kısa biçim altındaki 3. haftada çeşitlerin ortalama klorofil indeks değeri 292 iken bu değer denemenin sonlandırıldığı 12. haftada 219 indeks değerine gerilemiştir.

Çizelge 4.5. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa = 2cm ve uzun= 4cm) rejimi altında seçili haftalar bazında klorofil indeks değerleri

Klorofil İndeks Değerleri										
	Trafik Stresi Yok									
	Kısa Biçim Altında					Uzun Biçim Altına				
	3. hf	4. hf	6. hf	8. hf	12. hf	3. hf	4. hf	6. hf	8. hf	12. hf
B3-6	305	309	220	171	241	298	305	208	163	227
A4-4	313	318	218	166	231	319	331	210	157	235
C12-133	309	314	205	157	228	285	283	197	143	220
Princess 77	295	308	236	191	264	308	345	211	180	250
Riviera	303	326	281	190	268	307	364	265	192	257
Tifway	312	328	233	173	257	323	325	227	170	251
Ort.	306	317	232	175	248	307	326	220	167	240
Min.	340	382	316	195	284	339	416	217	168	241
Mak.	266	270	189	153	221	264	250	196	141	217
Std.	21,0	31,0	29,0	14,0	21,0	27,0	47,0	8,0	11,0	9,0
	Trafik Stresi Var									
	Kısa Biçim Altında					Uzun Biçim Altında				
	3.hf	4. hf	6. hf	8. hf	12. hf	3. hf	4. hf	6. hf	8. hf	12. hf
B3-6	273	285	203	174	197	266	281	205	180	198
A4-4	291	290	228	188	218	284	293	212	175	204
C12-133	291	286	198	175	215	262	269	193	158	197
Princess 77	280	315	192	178	221	265	248	203	191	219
Riviera	313	331	248	188	244	287	332	224	186	220
Tifway	304	292	226	168	220	295	293	228	175	197
Ort.	292	300	216	178	219	276	286	211	178	206
Min.	354	371	261	206	249	317	438	243	209	267
Mak.	250	249	171	159	179	243	229	182	151	155
Std.	26,0	33,0	26,0	13,0	22,0	23,0	46,0	19,0	16,0	28,0

4.5. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Çim Örtüsündeki (% Çim ile Kaplı Alan Oranı) Değişim

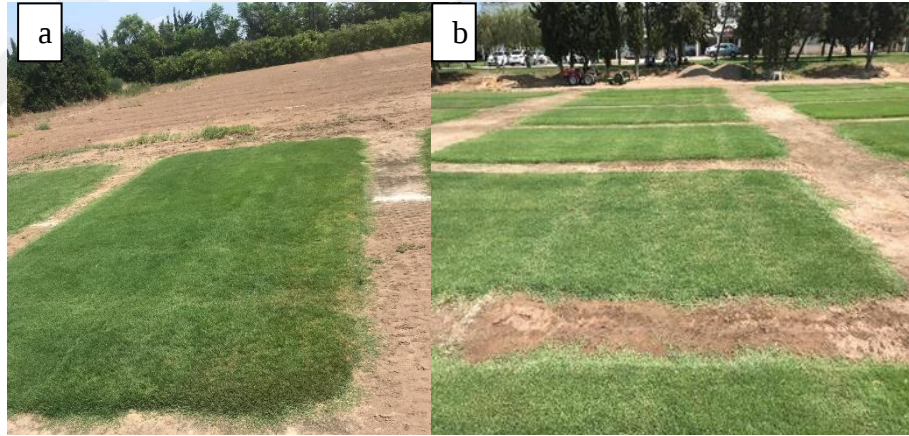
Basılma ve ezilme nedeniyle strese girmiş bir çim zeminde stresin şiddetine ve kullanılan tür ve çeşitlerin basılmaya karşı tolerans seviyesine bağlı olarak çim yoğunluğu azalır ve çim örtüsünden yoksun çıplak alanlar oluşur, bu durum ise oyuncuların düşme ve sakatlanma riskini artırır. Basılma ve ezilme stresi altında çim örtüsünde meydana gelen değişimi anlamak için çim ile kaplı alan oranı haftalık görsel olarak (%0-100 skalası kullanılarak) değerlendirilmiştir. Bu skalada %100 tüm parselin

yeşil çim örtüsü ile kaplı olduğunu ifade etmektedir. Deneme sonlandırıldığı tarihte farklı biçim yükseklikleri, trafik stresi ve çeşitlerin parsellerdeki % çim örtüsü üzerine etkisi ve ilgili varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde çeşit, biçim yüksekliği ve trafik uygulamasının parsellerdeki % çim örtüsü üzerine önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir. Deneme başlatıldıktan itibaren geçen 12 haftalık süreçte ortalama çim örtüsü ile kaplı alan oranı %85 ile %93 arasında varyasyon göstermiştir (Çizelge 4.1). Çeşit adayları ‘C12-133’, ‘A4-4’ ve ticari çeşit ‘Riviera’ çim örtüsünü en iyi muhafaza eden bermuda çimleri olmuştur. Trafik uygulaması sonucu oluşan basılma ve ezilme stresi ortalama çim ile kaplı alan oranını düşürmüştür. Nitekim trafik stresi uygulanmayan çim parsellerindeki ortalaması %100 olan çim örtüsü basılma ve ezilme stresi altında azalarak ortalaması %78’e gerilemiştir. Benzer şekilde Malleshaiah vd. (2016) basılma ve ezilme stresinin diğer sıcak iklim çimlerinde çim örtüsünü türlere göre değişmekle birlikte %57’e kadar düşürdüğünü bildirmiştir. Araştırmacılar özellikle daha kaba (geniş) yaprak ayasına sahip türlerde % çim kaybının daha fazla olduğunu ve bu sonucun kaba textüre sahip çimlerin daha geniş yüzey alanı oluşturarak (ve daha az sayıda sürgün) uygulanan basılma/çiğnenme zararına daha fazla maruz kalmaları ile ilgili olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Yaprak miktarının artması, taç ve stolon dokusu üzerinde bir yastık etkisi sağlayarak çimin daha fazla basılma ve ezilme toleransı sağladığını bildirmişlerdir. Trappe vd.(2009) bermuda ve *zoysia* çiminin basılma ve ezilme toleransını karşılaştırdıkları çalışmalarında, trafik uygulamasına bağlı olarak her iki tür ve çeşitlerinde çim örtüsünde azalmalar olduğunu, bu değerlerin çeşitlere göre farklılıklar gösterdiğini ve genel olarak bermuda çiminin çim örtüsünü *zoysia* çimlerinden daha iyi koruduğunu belirtmişlerdir. Deaton (2012), 20 tane tohumlu bermuda çimi çeşitlerinin basılma ve ezilme toleranslarını araştırdıkları çalışmalarında çeşitler arasında çim ile kaplı alan oranı bakımından farklılıklar olduğunu, ‘Riviera’ çeşidinin stres altında çim örtüsünü en iyi koruyan bermuda çimi olduğunu ve onu ‘Princess 77’ çeşidinin takip ettiğini bildirmiştir. Deaton (2012), diğer çalışmasında da benzer şekilde basılma ve ezilme stresi altında alan kaplama oranı bakımından en yüksek performansı %73 ile ‘Riviera’ çeşidinin sağladığını ve en kötü performansla sahip çeşidin ise sadece %14 çim dokusu ile ‘Sun Star’ olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.1’de sunulan ve denemenin sonlandırıldığı haftaya ait varyans analiz sonuçlarına ek olarak çizelge 4.6’da her bir trafik rejimi (var/yok) ve biçim yüksekliğinde (kısa biçim/uzun biçim) çeşitler bazında çim ile kaplı alan oranlarındaki değişim verilmiştir. Örneğin denemenin sonlandırıldığı 12. haftada trafik uygulaması yapılmayan ve kısa biçim koşulları altında çeşitlerin tamamı %100 oranında çim örtüsü ile kaplı iken bu oran trafik stresi altında azalarak çeşitler arasında %78 ile %86 arasında değişim göstermiştir. Çeşit adayları ‘A4-4’, ‘C12-133’ ve ticari çeşit ‘Riviera’ çim örtüsünü en iyi koruyan bermuda çimleri olmuştur.

Çizelge 4.6. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin denemenin sonlandırıldığı haftada farklı trafik rejimi (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) altında çim ile kaplı alan (% çim örtüsü) oranları

Çim ile kaplı alan oranı (% Çim örtüsü)					
	Trafik stresi yok			Trafik Stresi Var	
	Kısa biçim	Uzun biçim		Kısa biçim	Uzun biçim
B3-6	100	100	B3-6	78	62
A4-4	100	100	A4-4	83	81
C12-133	100	100	C12-133	85	85
Princess 77	100	100	Princess 77	79	72
Riviera	100	100	Riviera	86	79
Tifway	100	100	Tifway	80	75
Ort.	100	100	Ort.	82	76
Min.	100	100	Min.	75	60
Mak.	100	100	Mak.	90	90
Std.	0,0	0,0	Std.	4,0	8,0



Şekil 4.10. Trafik uygulamasının 9. Haftası (a ve b)

4.6. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Yırılma Direncindeki Değişim

Çim yırtılma/kopma direncini (Nm-Newton Meter) ölçmek için Turfgrass Shear Tester (TST) kullanılmıştır. Çim yırtılma direnci çeşit adaylarının kök sisteminin direncini ve basılmaya karşı gösterdiği direncin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Çim yırtılma direnç ölçüm cihazı ile sonuçlar newton metre cinsinden (Nm) elde edilmektedir. Test sonuçlarına göre ≥ 20 Nm, 15-20 Nm ve 14-10 sırasıyla oldukça iyi ve kabul edilebilir yırtılma direncine karşılık gelmektedir. Bu teste göre 10 Nm kabul edilebilir en düşük yırtılma direncidir. Çünkü 10 Nm altında çim kök/rizom/stolon sistemi kolaylıkla parçalanıp yırtılabilmektedir. Toprak nem içeriği çimlerin kopma/yırtılma direnci üzerinde etkili olduğundan ölçümler sırasında toprak nem

içeriğinin benzer aralıkta olması önemlidir. Bu bakımdan yırtılma direnci ölçülürken ölçüm yapılan tüm noktaların Time Domain Reflectometry aleti kullanılarak % nem içerikleride kaydedilmiştir. Ortalama toprak nem içeriği %42.1 olarak tespit edilmiştir. Farklı biçim yükseklikleri, trafik rejimi ve çeşitlerin çim yırtılma direnci üzerine etkileri ve ilgili varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde çeşit ve trafik uygulamasının yırtılma direnci üzerine etkileri önemli bulunurken biçim yüksekliğinin yırtılma direncini etkilemediği saptanmıştır. Trafik uygulaması sonucu oluşan yoğun basılma ve ezilme stresinin ortalama yırtılma direncini 14.7 Nm den 13.1 Nm ye düşürdüğü ve yırtılma direncindeki değişimlerin çeşitlere göre farklılık gösterdiği bulunmuştur (Çizelge 4.1). Denemenin sonlandırıldığı haftada yırtılma direncinin çeşit adayları arasında 14.6-14.1 Nm ve ticari çeşitler 14.6-11.9 Nm arasında değişim gösterdiği görülmüştür. Basılma ve ezilme stresi altında en düşük yırtılma direnci 11.9 ile ticari çeşit ‘Princess 77’de saptanmıştır (Çizelge 4.1). Öte yandan 14.6 Nm (‘A4-4’) ve 14.1 Nm (‘B3-6’) yırtılma direnci sağlayan çeşit adaylarımız, ticari çeşitler ‘Riviera’ (14.6 Nm) ve ‘Tifway’ (14.5 Nm)’e eşdeğer kopma/yırtılma direnci sağlamışlardır. Görüldüğü üzere çeşit adaylarının yırtılma direnci literatürde trafik stresine dayanımı ile ön plana çıkan ticari çeşitler ‘Tifway’ ve ‘Riviera’ ya eş değer bulunmuştur. Sonuçlar bu çeşit adaylarının basılma ve ezilme stresinin daha yoğun olduğu futbol sahaları, parklar ve diğer yeşil alanlarda tercih edilebileceğine işaret etmektedir. Roche vd. (2012) farklı sıcak iklim çim türlerinin basılma ve ezilme stresi altındaki çim performanslarını inceledikleri çalışmalarında çim yırtılma direncinin trafik uygulamasına bağlı olarak tüm çim tür ve çeşitlerinde azaldığını ve genel olarak bermuda çiminin yırtılma direncinin *Zoysia spp.*, *P. vaginatum* ve *Stenotaphrum secundatum* türlerinden çok daha iyi olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca bu özellik açısından bermuda çimleri arasında önemli farklar olduğunu ortaya koymuştur. Shearman vd. (2006) lignin içeriği, sklerenkima lifleri, diğer hücre duvarı bileşenleri, yaprak genişliği ve yırtılma direncinin birbirleriyle ilişkili oldukları ve basılma ve ezilme toleransını etkilediğini bildirmiştir.

Çizelge 4.1’de sunulan ve denemenin sonlandırıldığı haftaya ait varyans analiz sonuçlarına ek olarak çizelge 4.7’de her bir trafik rejimi (var/yok) ve biçim yüksekliğinde (kısa biçim/uzun biçim) çeşitler bazında çim çim yırtılma oranlarındaki değişim verilmiştir. Örneğin denemenin sonlandırıldığı 12. haftada kısa biçim koşulları altında trafik uygulaması yapılmayan ve yapılan çeşitlerin ortalama yırtılma dirençleri sırasıyla 14.6 Nm ve 13.6 Nm olarak saptanmıştır. Ayrıca kısa biçim altında trafik stresi uygulanan bermuda çimleri içinde en düşük çim yırtılma direnci 11.5 ile ‘Princess 77’ çeşidinde saptanmıştır. Çeşit adaylarımızın tamamı ise 14.2 ile 13.3 Nm yırtılma direnci ile ticari çeşitler ‘Riviera’ ve ‘Tifway’ (13.6 Nm) ile benzer yırtılma direnci sağlamışlardır.

Çizelge 4.7. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) rejimi altında deneme başlatılmadan hemen önce ve deneme sonlandırıldığında çim yırtılma/kopma direncinde meydana gelen değişim

Çim Yırtılma/Kopma Direnci				
	Trafik Stresi Yok			
	Kısa Biçim		Uzun Biçim	
	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası
B3-6	16,0	14,0	16,0	14,7
A4-4	15,7	14,0	15,7	15,5
C12-133	14,0	14,7	14,0	13,5
Princess 77	13,5	12,7	13,5	12,0
Riviera	17,8	15,7	17,8	15,3
Tifway	13,1	15,6	13,1	15,3
Ort.	15,0	14,6	15,0	14,8
Min.	9,6	10,9	9,6	10,7
Mak.	20,1	18,5	20,1	17,0
Std.	2,8	2,0	2,8	1,6
	Trafik Stresi Var			
	Kısa Biçim		Uzun Biçim	
	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası
B3-6	16,0	13,3	16,0	12,8
A4-4	15,7	13,4	15,7	13,2
C12133	14,0	14,2	14,0	13,8
Princess 77	13,5	11,5	13,5	11,6
Riviera	17,8	13,4	17,8	13,7
Tifway	13,1	13,7	13,1	14,2
Ort.	15,0	13,6	15,0	13,2
Min.	9,6	10,9	9,6	9,2
Mak.	20,1	18,0	20,1	16,8
Std.	2,8	2,1	2,8	1,9

4.7. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Saha Sertliğindeki (Toprak Sıkışma Oranı Surface Hardness/Soil Compaction) Değişim

Denemenin başında ve sonunda yüzey sertliği (Gmax) ölçümü yapılarak, değişimin derecesinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Yüzey sertliğini belirlemek için 2.5 kg Clegg impact hammer (Lafayette Instruments, Lafayette, IN) kullanılmıştır. Clegg impact skalasına göre 30-130 Gmax değerleri kabul edilebilir, 75-95 ise optimum sınırlar olarak belirtilmektedir (Stewart 2003). Yüzey sertliği bir sahanın kendisine

çarpan cismin uyguladığı enerjiyi absorbe edebilme kabiliyeti olarak bilinmektedir (Rogers 1988). Genellikle optimum sınırlar içinde daha hafif bir saha yüzeyi kendisine çarpan herhangi bir cismin uygulayabileceği enerjinin sert bir zemine göre daha fazlasını absorbe edebilir (Bell ve Holmes 1988). Farklı biçim yükseklikleri, trafik uygulaması ve çeşitlerin saha sertliği üzerine etkileri ve ilgili varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde çeşitler arasında saha sertliği açısından görülen farklar istatistiki olarak önemli olmayıp, optimum sınırlar içinde bulunmuştur. Örneğin yüzey sertliği çeşit ve çeşit adayları arasında 82.8-87.1 Gmax arasında varyasyon göstermiştir. Gerek biçim yüksekliği ve gerekse trafik uygulamasına bağlı oluşan basılma stresinin ise saha sertliği üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Çizelge 4.1 incelendiğinde kısa biçim ve trafik uygulamasının saha sertliğini arttırdığı tespit edilmiştir. Örneğin trafik uygulaması ortalama saha sertliğini 76.9 Gmax (trafik uygulanmayan parseller)’den 94.5 Gmax değerine yükseltmiştir. Uzun biçilen çim parsellerinde ortalama 84.4 Gmax olarak ölçülen saha sertliği, kısa biçilen çim parsellerinde 87.4 Gmax değerine yükselmiştir. Uzun biçilen çim parsellerinde bulunan daha düşük yüzey sertliği (daha yumuşak yüzey), uzun biçim nedeniyle daha fazla oluşturulan yaprak yüzey alanının bir yastık etkisi oluşturarak kendisine uygulanan sıkıştırma baskısının belli bir kısmını uzaklaştırabilmesinden kaynaklanabiliyor olabilir (Beard 1973). Biçim yüksekliğinin saha sertliği üzerine olan etkisi Rogers (1988)’ün sonuçlarından farklılık göstermektedir. Nitekim araştırmacı biçim yüksekliğinin saha sertliği üzerinde etkisinin olmadığını bildirmiştir. Goodall vd. (2005) *P. pratensis* çeşitlerinden oluşturulan atletik sahalarda Clegg Impact Soil Tester kullanılarak trafik stresi altında yüzey sertliğinde meydana gelen değişimi incelemişlerdir. Araştırmacılar çeşitler arasında yüzey sertliği açısından farklılıklar olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca yoğun toprak sıkıştırma işlemine maruz kalan *P. pratensis* çimi çeşitlerinin yüzey sertliği ortalaması 122.8 Gmax değerine yükselmiştir. Benzer şekilde Guertal ve Han (2012) *P. pratensis* çiminde basılma ve ezilme stresinin yüzey sertliğini önemli ölçüde arttırdığını ve kontrol parsellerinde 93 Gmax olarak ölçülen yüzey sertliği trafik stresi altında artarak 206 Gmax değerine ulaşmıştır. Henderson vd. (2007), 3 farklı basılma ve ezilme stresi altında farklı çim çeşitlerinin saha sertliğini değerlendirmiştir. Araştırmacılar %15-30 oranında toprak nemine sahip spor alanlarında 70-80 Gmax aralığındaki yüzey sertliği değerinin ideal olduğunu belirlemiştir.

Çizelge 4.1’de sunulan ve denemenin sonlandırıldığı haftaya ait varyans analiz sonuçlarına ek olarak Çizelge 4.8’de denemenin başında ve sonlandırıldığı haftalarda her bir trafik rejimi (var/yok) ve biçim yüksekliğinde (kısa biçim/uzun biçim) çeşitler bazında yüzey sertliğindeki değişim verilmiştir. Örneğin denemenin sonlandırıldığı 12. haftada kısa biçim koşulları altında trafik uygulaması yapılmayan ve yapılan çeşitlerin saha sertlik değerleri sırasıyla, 78 Gmax ve 96 Gmax olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) rejimi altında deneme başlatılmadan hemen önce ve deneme sonlandırıldığında yüzey (saha) sertliğinde meydana gelen değişim

Saha Sertliği				
	Trafik Stresi Yok			
	Kısa Biçim		Uzun Biçim	
	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası
B3-6	87,6	74,2	86,0	76,1
A4-4	91,0	77,8	83,6	79,6
C12133	95,9	78,3	87,3	80,5
Princess 77	90,8	77,8	94,3	80,1
Riviera	87,6	73,3	89,9	75,8
Tifway	95,8	70,6	88,1	79,9
Ort.	91,4	78,0	88,2	75,9
Min.	82,0	72,0	74,7	68,7
Mak.	102,0	93,0	104,5	85,7
Std.	6,0	5,5	8,0	4,1
	Trafik Stresi Var			
	Kısa Biçim		Uzun Biçim	
	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası
B3-6	87,6	89,9	86,0	89,3
A4-4	91,0	90,0	83,6	89,6
C12133	95,9	95,9	87,3	92,1
Princess 77	90,8	96,4	94,3	100,1
Riviera	87,6	95,1	89,9	90,9
Tifway	95,8	96,5	88,1	99,6
Ort.	91,4	96,0	88,2	93,0
Min.	82,0	85,8	74,7	84,3
Mak.	102,0	114,0	104,5	110,7
Std.	6,0	6,2	8,0	6,8

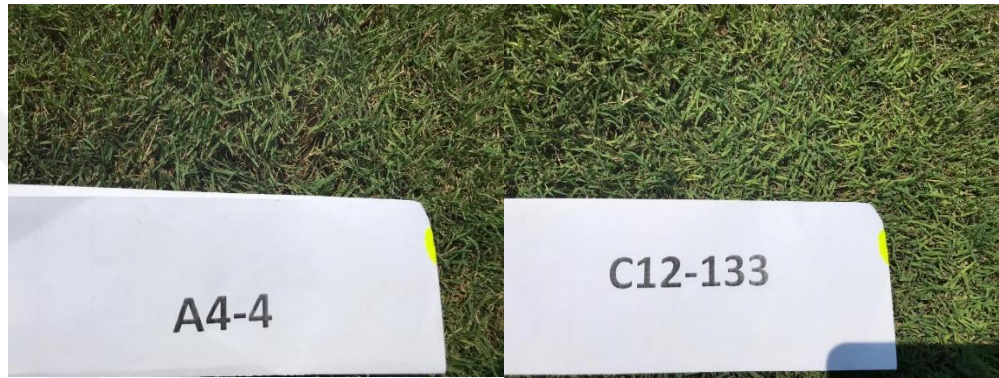


Şekil 4.11. Trafik simülatörü uygulaması

4.8. Farklı Biçim ve Trafik Uygulamaları Altında Çim Sürgün Yoğunluğundaki Değişim

Basılma ve ezilme nedeniyle strese girmiş bir çim zeminde stresin şiddetine ve kullanılan tür ve çeşitlerin çığnınmeye karşı tolerans seviyesine bağlı olarak çim yoğunluğu azalır (Beard 1973). Biçim yüksekliği bitkinin fotosentez yeteneğine etkisi nedeniyle, çimlerin büyüme ve gelişme hızlarını ve dolaylı olarak karbonhidrat depolarını etkileyerek, kardeşlenme hızını ve sürgün yoğunluğunu etkilediği bilinmektedir (Emmons 2000). Genel çim kalitesi ve çim ile kaplı alan oranı (% çim örtüsü) verilerine ilave olarak sürgün yoğunluğu çim bitkilerinin basılma ve ezilme dayanımını ölçmede kullanılan temel verilerden bir diğeridir (Canaway 1984; Shearman ve Beard 1975). Biçim yüksekliği ve basılma ve ezilme stresinin çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari bermuda çimi çeşitlerinin çim yoğunluğuna etkisini belirlemek amacıyla deneme sonlandırıldığında tüm parsellerde çim yoğunluğu belirlenmiştir. Bu amaçla hem görsel 1-9 çim yoğunluğu skalası kullanılarak, hem de her parselden tesadüfî seçilen 3 noktadan çıkarılan 10 cm çapında profiller içindeki toplam çim sürgünü sayılarak örnekleme yoluyla sürgün sayımı yapılarak yoğunluk tespit edilmiştir (Şekil 4.14). 1-9 puanlama skalası kullanılarak değerlendirilen görsel çim yoğunluk gözlemlerinde 9= maksimum yoğunluğunu ifade etmektedir. Trafik uygulaması, biçim yüksekliği ve çeşitlerin çim yoğunluğu üzerine etkileri ve ilgili varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Analiz sonuçları deneme sonunda çim yoğunluğunun çeşit adayları/ticari çeşitler arasında farklılıklar gösterdiğini ve bu farkların önemli olduğunu göstermiştir. Hem görsel hem de sürgün sayımına dayalı analiz sonuçlarına göre çeşit adayları içinde ‘C12-133’ ve ‘A4-4’ daha yoğun çim dokusu ile ‘B3-6’dan daha iyi performans göstermişlerdir. Tüm bermuda çimleri beraberce değerlendirildiğinde ise deneme sonunda en yoğun çim dokusuna sahip çeşitlerin ‘C12-133’, ‘A4-4’ ve ticari çeşit ‘Tifway’ olduğu tespit edilmiştir. Örneğin analiz sonuçlarına göre birim alanda sürgün sayısı çeşit adayı ‘C12-133’, ‘A4-4’ ve

Tifway’de sırasıyla ortalama 387, 359 ve 390 adet iken bu oran ticari çeşit ‘Princess 77’ ve ‘Riviera’da ortalama 318 adet olarak tespit edilmiştir. Ticari çeşitler ‘Riviera’, ‘Princess 77’ ve çeşit adayı ‘B3-6’ arasında görülen farklılıklar ise istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Görsel olarak alınan çim yoğunluğu analiz sonuçlarına da bakıldığında ticari çeşit ‘Tifway’ ve çeşit adayı ‘A4-4’ ün en yoğun çim dokusunu oluşturan bermuda çimleri olduğu anlaşılmaktadır. Ardından gelen ‘Riviera’ ile çeşit adayı ‘C12-133’ ise benzer yoğunlukta çim dokularıyla ticari çeşit ‘Princess 77’ ve çeşit adayı ‘B3-6’yı geride bırakmışlardır. Bourgoin vd. (1985) serin iklim çim bitkilerinde yaptığı çalışmalarında kardeşlenme oranı ve sürgün yoğunluğunun basılma ve ezilmeye dayanım ile yakın ilişkili olduğunu belirtmiştir. Bu sonuç bizim çalışma sonuçlarımızla da örtüşmektedir. Nitekim ‘Princess 77’ çeşidine göre daha yoğun sürgün oluşturan çeşit adayları ‘A4-4’ ve ‘C12-133’ daha yüksek basılma ve ezilme dayanımı göstermişlerdir.



Şekil 4.12. Çeşit adayları ‘A4-4’ ve ‘C12-133’



Şekil 4.13. Sürgün sayımı (a ve b)

Biçim yüksekliğinin çim yoğunluğuna etkileri incelendiğinde 2 cm (kısa) biçim uygulaması altında çim yoğunluğunun uzun biçime göre daha fazla olduğu saptanmıştır

(Çizelge 4.1). Her bir çim türü kendi içinde, o türün tolere edebildiği biçim yüksekliği aralığında daha kısa biçim genellikle sürgün yoğunluğunun artışı ile sonuçlanır (Kopec and Umeda 2015). Bu durum çeşit adaylarının tamamının 2 cm biçim yüksekliğini tolere edebildiğinin de göstergesidir. Çizelge 4.1 incelendiğinde 12 hafta trafik uygulaması beklendiği üzere çim yoğunluğunu istatistiki olarak azaltmıştır. Çim yoğunluk (sürgün sayım) sonuçlarına göre trafik uygulaması 12 hafta sonunda ortalama çim yoğunluğunu 370 adetten 328 adete düşürmüştür. Basılma ve ezilme stresinin sürgün yoğunluğunu düşürdüğü diğer sıcak ve serin iklim çim türlerinde de saptanmıştır (Han vd. 2008; Bourgoın vd. 1985). Han vd. (2008) basılma ve ezilme stresi altında çim yoğunluğundaki kaybın büyümedeki azalma ve olgun sürgünlerin ölümünden kaynaklanmış olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Trenholm (2000) basılma ve ezilme stresi sonucunda çim yoğunluğunda azalma görüldüğünü rapor etmiştir. Trappe vd. (2009), bermuda ve *zoysia* çiminde basılma ve ezilme stresini çim yoğunluğu bakımından değerlendirmişlerdir ve bermuda çiminin çim yoğunluğunda bir azalma olmadığını, *zoysia* çimi çeşitlerinde ise bir azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Bronson vd. (2005), Sklerenkima (sert doku) ve daha yüksek lignin içeriği gibi dokuların, çim türünün basılma ve ezilmeye dayanma yeteneğini doğrudan etkilediğini belirtmişlerdir (Beard 1973). Kalın sekonder duvarlar, sklerenkimadan oluşur ve artık uzamayan bitki parçalarına yapısal destek sağlarlar (Taiz ve Zeiger 2006). Hücre duvarında yapısal bileşenler için kullanılanlar, lignin içeren bileşiklerdir (Beard 1973). Beard (1973), bir türün daha fazla basılma ve ezilme stresine dayanma kabiliyetinin stolon ve rizomların yoğun olması ile de ilişkili olduğunu belirtmiştir. Haan vd. (2009), çim yoğunluğunun basılma stresi altında azaldığını ve çim çeşitlerinin çim yoğunluğunu muhafaza açısından önemli ölçüde varyasyon gösterdiğini saptamıştır.



Şekil 4.14. Çim (sürgün) yoğunluğunu belirlemek için örnek alma ve sürgün sayımı (a,b,c)

Çizelge 4.1’de sunulan ve denemenin sonlandırıldığı haftaya ait varyans analiz sonuçlarına ek olarak Çizelge 4.9 ve 4.10’da denemenin başında ve sonlandırıldığı haftalarda her bir trafik rejimi (var/yok) ve biçim yüksekliğinde (kısa biçim/uzun biçim) çeşitler bazında sırasıyla görsel ve sayım ile saptanan çim yoğunluğu değerlerindeki değişim verilmiştir. Örneğin denemenin sonlandırıldığı 12. haftada kısa biçim koşulları altında trafik uygulaması yapılmayan ve yapılan parsellerde çeşitlerin ortalama çim yoğunluk değerleri 391 ve 338 adet olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.9. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) rejimi altında deneme başlatılmadan hemen önce ve deneme sonlandırıldığı haftalarda görsel olarak alınan çim yoğunluğunda meydana gelen değişim

Görsel Çim Yoğunluğu				
	Trafik Stresi Yok			
	Kısa Biçim		Uzun Biçim	
	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası
B3-6	7,7	7,6	7,7	7,6
A4-4	8,0	8,4	8,0	8,2
C12-133	8,0	8,0	8,0	8,0
Princess 77	7,7	7,9	7,7	7,8
Riviera	7,9	8,2	7,9	7,8
Tifway	8,4	8,8	8,4	8,7
Ort.	7,9	8,1	7,9	8,0
Min.	8,5	9,0	8,5	9,0
Mak.	7,6	7,5	7,6	7,5
Std.	0,3	0,5	0,3	0,4
	Trafik Stresi Var			
	Kısa Biçim		Uzun Biçim	
	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası
B3-6	7,7	6,2	7,7	5,6
A4-4	8,0	6,9	8,0	6,4
C12-133	8,0	6,1	8,0	6,3
Princess 77	7,7	5,9	7,7	5,6
Riviera	7,9	6,9	7,9	6,5
Tifway	8,4	7,0	8,4	6,5
Ort.	7,9	6,5	7,9	6,2
Min.	8,5	7,5	8,5	6,9
Mak.	7,6	5,2	7,6	4,5
Std.	0,3	0,7	0,3	0,6

Çizelge 4.10. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) rejimi altında denemelerin sonlandırıldığı sırasıyla 7. hafta ve 12. haftalarda birim alandaki çim yoğunluk değerleri

Çim Sürgün Yoğunluğu (Adet / 78.5 Cm2)		
	Trafik Stresi Yok	
	Kısa Biçim	Uzun Biçim
B3-6	374	286
A4-4	406	359
C12-133	428	396
Princess 77	340	336
Riviera	392	275
Tifway	404	448
Ort.	391	350
Min.	524	508
Mak.	273	249
Std.	63	70
	Trafik Stresi Var	
	Kısa Biçim	Uzun Biçim
B3-6	314	308
A4-4	327	347
C12-133	386	340
Princess 77	336	261
Riviera	294	311
Tifway	373	335
Ort.	338	317
Min.	486	412
Mak.	211	226
Std.	76	49

4.9. Çeşit Adaylarının Trafik Stresi Sonrası Toleranslarının ve Kendilerini Onarma Yeteneklerinin Belirlenmesi

Stres sonrası çim bitkilerinin kendini yenileme (rejenerasyon) oranı, çim genotip veya çeşitlerinin farklı stresler sonrası kendilerini yenileme yeteneklerinin değerlendirilmesi ve seçilimi konusunda faydalanan önemli ölçütlerden biridir (Sever Mutlu 2016). Trafik stresi, 12 hafta boyunca uygulandıktan sonra 15 günde bir çeşitlerin kendini yenileme hızı 0-100 skalası kullanılarak ölçülmüştür. Bu skalada %100= parselin tamamen yeşil sürgünle kaplı olduğunu göstermektedir. Çim bitkisinin stres sonrası kendini yenileme hızı, stres süresince ve stres şartları altındaki dayanıklılık derecesinin bir başka ölçüsü olarak bildirilmiştir (Beard ve Sifers 1997). Kendini

yenileme hızına ek olarak 15 günde bir genel çim kalitesi, genel çim rengi ve klorofil içeriği verileri de alınarak çimlerin kendilerini onarma/rejenarasyon yetenekleri değerlendirilmiştir. Trafik stresi sonlandırıldıktan 4 hafta sonra farklı biçim yükseklikleri, trafik stresi ve çeşitlerin parsellerdeki % kendini yenileme oranı üzerine etkisi ve ilgili varyans analizi sonuçları çizelge 4.11’de sunulmuştur.

Çimlerin rejenerasyon yetenekleri türlere özgüdür ve büyüme hızıyla, yeni büyüme noktalarının geliştiği meristematik büyüme noktalarının sayısı (Hoffman vd. 2010b) ve sükroz fosfat sentaz ve sukroz sentaz aktivitesi ile ilişkilidir (Bayrer vd. 2006). Azot gübrelemesi ve sulama gibi uygulamalar çim alanların kendini yenilemesini etkilediklerini belirtmişlerdir (Canaway 1985; Trenholm vd. 2001), Hoffman vd. (2010a), yaptıkları çalışmada, K ve N’ un 245 kg veya daha yüksek oranda uygulandığı zaman, çim çeşidinin kendini yenilemesinde kayda değer artışlar bulmuşlardır, ancak aynı oranlarda aşınmaya bağlı ciddi yaralanmalara da dikkat çekmişlerdir. Bu, optimal aşınma toleransı ve kendini yenileme için uygun bir N ve K dengesinin gerekli olduğunu düşünmüşlerdir.

Kendini yenileme oranı bakımından en hızlı performansı çeşit adayları ‘A4-4’, ‘B3-6’ ve ticari çeşit olarak ‘Princess 77’ göstermiştir. En yavaş kendini yenileme oranına sahip olan ticari çeşit ‘Riviera’dır (Çizelge 4.11).

Shearman vd. (1975), trafik uygulamadan aşınma stresi çalışmış ve toplam hücre duvarı içeriğinin, farklı çim türleri arasında aşınma toleransından büyük ölçüde etkilendiği bulunmuştur. Kendini yenileme oranı, yapılan çalışmalar sonucunda trafik stresine bağlı olabilir fakat kalıtsal reküperatif potansiyelin bir ölçüsüdür (Minner vd. 1993). Canaway (1975), *P. pratensis* çimi üzerinde trafik stresi sonrası kendini yenileme yeteneğini değerlendirmek için yaptığı bir çalışmada trafik stresi sonlandırıldığında *P. pratensis*’in kendini yenileme oranında artış olduğunu bulmuştur.

ABD’nin güneyinde yoğun olarak kullanılan çim alanları, genellikle hızlı kendini yenileme oranına sahip olması nedeniyle, bermuda çimi (*C. dactylon* (L.) Pers. *C. dactylon* × *C. transvaalensis* Burt-Davy) yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bermuda çimi çeşitlerinin kendini yenileme oranları arasındaki farklılıklarına dair çok az veri bulunmaktadır. Karcher vd. (2005), 8 bermuda çimi çeşidi arasında kendini yenileme oranlarındaki farklılıkları değerlendirmişlerdir. Ortalama olarak, tohumlu çeşitler, vejetatif olarak çoğaltılmış çeşitlerden daha hızlı bir şekilde kendini yenileme oranı sağlamıştır. Ticari çeşitler arasında ‘La Paloma’ ve ‘Yukon’ en hızlı kendini yenileme performansı gösterirken, ‘Tifsport’ ve ‘Ashmore’ en yavaş kendini yenileme performansı göstermiştir.

Lulli vd. (2011), yaptıkları çalışmada *zoysia* ve bermuda çimi çeşitlerinin trafik stresini ve trafik stresi sonlandırıldıktan sonra kendini yenileme oranlarını ve yoğunluklarını incelemişlerdir. Trafik stresine dayanımı az olan ‘Zeon’, en düşük kendini yenileme oranına ve düşük çim yoğunluğuna sahip olduğunu bildirmişlerdir. Trafik stresine dayanımı iyi olan ‘Tifway’, trafik stresi sonlandırıldıktan sonra yüksek çim yoğunluğuna ve üstün kendini yenileme oranına sahip olmuştur. ‘Salam’, ‘Tifway’ ve ‘Zeon’ arasında kendini yenileme oranı elde etmiştir.

Çim rengi görsel olarak, 1-9 renk skalası kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu skalada 1,0 değeri tamamen sararmayı (sarı rengi), 6,0 değeri açık yeşil ve 9.0 değeri koyu yeşil rengi ifade etmektedir. Ticari çeşitler ‘Riviera’, ‘Princess 77’ ve ‘A4-4’, ‘B3-6’ çeşit adaylarının diğerlerinden daha koyu yeşil çim rengine sahip olduğu saptanmıştır. Ortalama 6.7 skala değeri ile orta-koyu yeşil renge sahip çeşit adayı ‘C12-133’ ve ticari çeşit ‘Tifway’ arasındaki fark ise önemli bulunmamıştır. 12 hafta süren yoğun basılma ve ezilme stresi altında ortalama çim rengi 7.0’dan trafik stresi sonlandırıldıktan sonra ortalama 7.4’e yükseldiği görülmüştür (Çizelge 4.11). Hoffman vd. (2010) yaptıkları çalışmada, *L. perenne*’nin N ve K gübrelemesinin trafik stresinden sonra kendini yenileme oranına, çim rengine ve klorofil içeriğindeki değişimlerine etkisini incelemişler ve N ve K gübrelemesi sonucunda, kendini yenileme oranında, çim renginde ve klorofil içeriğinde daha fazla artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Yapılan çalışmalar, daha yüksek N seviyelerinin, çim türlerinin trafik stresi sonlandırıldığında kendini yenilemesine yardımcı olduğunu aynı zamanda çim yoğunluğunu, büyümesini ve çim rengini arttırabileceğini göstermiştir (Hawes ve Decker 1977; Kohlmeier ve Eggins 1983). Fagerness vd. (2002) yaptıkları çalışmada, trafik stresi sonlandırıldıktan sonra ‘Tifway’ bermuda çimi ve *L. perenne* çimini Trinexapac-Ethyl (TE) ile muamele ederek çim rengindeki değişimi gözlemlemişlerdir. Trafik stresi sonlandırıldıktan 4 hafta sonra çim renginde *L. perenne*’nin ‘Tifway’den daha fazla artış olduğunu gözlemlemişlerdir. *L. perenne*, ‘Tifway’ bermuda çiminden TE uygulamalarını daha yüksek konsantrasyonlarda tolere edebildiği saptanmıştır. TE uygulamaları, ‘Tifway’ bermuda çiminde alan kaplama, çim kalitesi ve çim renginde düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir (Fagerness vd. 2002).

Çizelge 4.11. Bermuda çimi çeşit adayları ve kontrol olarak kullanılan ticari çeşitlerin farklı trafik (var/yok) ve biçim yüksekliği (kısa= 2 cm ve uzun= 4 cm) rejimi altındaki değişim (trafik sonlandırıldıktan sonra 4. hafta verileri)

Ticari Çeşitler/Çeşit Adayları	Çeşitlerin ve Çeşit Adaylarının Rejenerasyon Yetenekleri									
	12. Hafta Trafik Stresi Altında									
	KB	UB	KB	UB	KB	UB	KB	UB	KB	UB
	Renk		Kalite		Klorofil		%Kendini Yenileme		Çim İndeks	
B3-6	6,7	6,5	4,9	4,3	197	198	78	62	7,0	6,9
A4-4	7,3	7,6	5,6	5,4	218	204	83	81	7,0	6,9
C12-133	6,7	6,5	5,3	5,6	215	197	85	85	6,9	6,9
Princess 77	7,4	7,0	5,0	5,1	221	219	79	72	6,8	6,8
Riviera	7,2	7,8	5,8	5,7	244	220	86	79	6,9	7,1
Tifway	7,4	6,3	5,4	4,7	220	197	80	75	7,1	6,8
Ort.	7,0	7,0	5,3	5,1	219	206	82	76	6,9	6,9
Min.	6,0	5,0	4,5	3,8	249	267	75	60	7,1	7,2
Mak.	8,0	8,3	6,2	6,0	179	155	90	90	6,7	6,2
Std.	0,5	0,9	0,6	0,7	22,0	28,0	4,0	8,0	0,1	0,3

Çizelge 4.11'in devamı

	Trafik Stresi Var									
	KB	UB	KB	UB	KB	UB	KB	UB	KB	UB
	Renk		Kalite		Klorofil		%Kendini Yenileme		Çim İndeks	
B3-6	7,4	7,4	6,1	5,9	289	287	100	100	7,6	7,6
A4-4	7,6	7,4	6,2	6,1	296	296	100	100	7,7	7,7
C12-133	6,7	6,8	6,0	6,0	286	242	98	98	7,6	7,5
Princess 77	7,8	7,9	6,2	6,1	285	253	98	98	7,4	7,4
Riviera	7,7	7,9	6,9	7,2	334	276	100	100	7,4	7,5
Tifway	7,3	7,0	5,8	6,0	268	257	96	96	7,6	7,6
Ort.	7,4	7,4	6,2	6,2	293	269	99	99	7,5	7,6
Min.	6,5	6,8	5,8	5,9	208	182	87	87	7,8	7,8
Mak.	8,3	8,3	6,9	7,2	344	316	100	100	6,9	7,1
Std.	0,5	0,5	0,4	0,5	37,2	36,9	3,5	3,5	0,2	0,2

KB: Kısa Biçim, UB: Uzun Biçim

Çim kalitesi görsel olarak 1-9 kalite puanlama skalası kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu skalada 1.0 değeri tamamen sararmayı (dormansi/ölüm) veya çim örtüsünden yoksun olma durumunu, 6.0 değeri kabul edilebilir çim kalitesini, 9.0 değeri ise mükemmel kaliteyi temsil etmektedir. Ortalama kalite değerleri yerli çeşitlerde 5,8 ('A4-4'), 5,7 ('C12-133') ve ticari çeşitlerde 6,4 ('Riviera'), 5,7 ('Princess 77') arasında olduğu saptanmıştır. Trafik stresi sonrasında en yüksek çim kalitesini sağlayan çeşit 'Riviera' olmuştur. Çeşit adayları 'A4-4', 'C12-133' ve ticari çeşit 'Princess 77' takip etmiştir. En düşük çim kalitesine çeşit adayı 'B3-6' ve ticari çeşit 'Tifway' olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Braun vd. (2017) yaptıkları çalışmada, sıcak iklim çimleri ve soğuk iklim çimlerini trafik stresi sona erdirdikten sonra rejenerasyon yeteneklerini incelemişler ve sıcak iklim çimleri soğuk iklim çimlerine göre daha yüksek oranda yeşil çim örtüsüne ve görsel çim kalitesine sahip olduğunu bulmuşlardır.

Klorofil ölçümleri klorofil metre (FIELDSCOUT CM 1000) kullanılarak her parselden en az 10 farklı noktadan okuma yapılarak ölçülmüştür. Trafik stresi sonrasında ortalama klorofil indeks değerleri 269 ile 281 arasında varyasyon gösterdiği görülmüştür. En yüksek klorofil içeriği 'Tifway' ile elde edilirken, 'Riviera', 'Princess 77' ve çeşit adayı 'A4-4' benzer oranda klorofil içeriği ile 'Tifway'i takip etmiştir. Trafik sona erdirildikten sonra klorofil içeriği ortalaması 212'den 281'e yükselmiştir. Biçim yüksekliği klorofil içeriğini etkilediği görülmüştür. Trafik stresi sonlandırıldıktan sonra da deneme 2 cm biçim yüksekliğinde relatif klorofil indeks değerinin 4 cm biçim yüksekliğine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Nakamae ve Nakamura (1982) yaptıkları çalışmada, *Zoysia matrella* trafik stresi altındayken klorofil içeriğinde düşüş olduğunu fakat trafik stresi sona erdikten iki hafta sonra klorofil içeriğinde artış olduğunu gözlemlemiştir.



(a)‘Riviera’ Trafik Yok Kısa Biçim (b)‘Riviera’ Trafik Yok Uzun Biçim



(c)‘Riviera’ Trafik Var Kısa Biçim (d)‘Riviera’ Trafik Var Uzun Biçim

Şekil 4.15. Trafik stresi sonlandırıldıktan 4 hafta sonra ‘Riviera’nın görünümü (a,b,c,d)

Çim performansını değerlendirmek için görsel alınan kalite ve renk gözlemlerine ek olarak çim renk/kalite ölçüm aleti ‘TCM 500 “NDVI” Turf Color Meter’ ile her parselden ortalama yirmi adet okuma yapılarak çim indeks değerleri (grass index) ölçülmüştür. Kalite ve renkteki varyasyonu objektif olarak değerlendirmek için faydalanan çim indeks skalasına göre 1= en kötü çim kalitesi ve rengi olup (ölü veya çim örtüsünden yoksun), rakam arttıkça kalite yükselmekte ve renk koyulaşmaktadır. Trafik stresi sonlandırıldıktan sonra çim indeks değerleri açısından çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.11). Çim indeks değerinin, çim kalitesi ve rengi ile ilişkili olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Çim indeks değerinin yüksek olması çim bitkisinin sağlıklı olduğunun bir göstergesidir. Görsel çim kalitesinin ölçülmesinde, çim alanların genel sağlığının ve performansının belirlenmesinde; çim rengi ve klorofil içeriğinin yanı sıra çim indeks değerinin de bir gösterge olarak kullanılabilir olduğu, görsel çim kalitesinin araştırıldığı diğer çalışmalarda da bildirilmiştir (Mirmow 2016).

Genel olarak sonuçlara bakıldığında; trafik stresi sonrası kendini yenileme oranının; genel çim kalitesi, genel çim rengi, çim indeks değeri ve klorofil içeriği sonuçları birbirleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Trafik stresi sonlandırıldıktan sonra 4 hafta içinde bitki normal büyüme ve gelişmesine devam ettiği gözlemlenmiştir.

Çeşit adaylarının ve ticari çeşitlerin trafik stresi sonrası rejenerasyon yetenekleri bulunmuştur. En iyi rejenerasyon yeteneğine sahip çeşit adaylar ‘C12-133’, ‘A4-4’ ve ticari çeşitler ‘Princess 77’ olduğu gözlemlenmiştir.



5. SONUÇLAR

Bermuda çimi çeşitli stres koşullarına dayanımı, farklı toprak yapılarına adaptasyonu ve oluşturduğu çim kalitesi bakımından yeşil alanlar için önemli bir çim türüdür. Özellikle tropik ve subtropik iklime sahip bölgelerde tesis edilen atletik sahalarında en yaygın kullanılan çim türüdür. Basma ve ezilmeye dayanıklılığı yanında, kısa biçilebilmesi ve istenilen hızda bir yüzey sağlayabilmesi bermuda çim türünün futbol ve golf sahalarında da tercih nedenlerinden bir kaçıdır. Ülkemizde yürütülen farklı çalışmalar bermuda çiminin başta Akdeniz ve Ege sahil bölgelerimiz olmak üzere çim alanlar için en uygun türlerden biri olduğunu doğrulamaktadır (Sever Mutlu 2011a, b). Öte yandan bu türün genetik çeşitlilik merkezi içinde de olmamıza rağmen başta golf ve futbol sahaları olmak üzere hedef bölgelerde kullanılan tüm bermuda çeşitleri yabancı orijindir.

Bu çalışmada 214O067 nolu Tübitak projesi kapsamında geliştirilen ilk yerli tohumlu tip bermuda çimi çeşit adaylarının kapsamlı basılma ve ezilme dayanımı ve farklı biçim yükseklikleri altında çim performansları ticari çeşitlerle kıyas edilerek değerlendirilmiştir. Bu kapsamda Brinkman trafik simulatörü kullanılarak iki farklı biçim yüksekliği (2 cm= kısa ve 4 cm= uzun) altında çeşit adaylarına 12 hafta boyunca haftada 4 futbol oyununa denk gelecek şekilde basılma ve ezilme stresi uygulanmıştır.

Trafik uygulaması tüm çeşitlerde çim kalitesini, rengini, yırtılma direncini, çim indeks değerlerini ve klorofil içeriğini düşürmüş ve yüzey sertlik değerlerini ise arttırmıştır. Basılma ve ezilme stresi altında incelenen tüm parametreler bakımından çeşit adayları 'A4-4' ve 'C12-133' in ticari çeşitler 'Riviera' ve 'Tifway' e eşdeğer ve üstünde çim performansı gösterdiği saptanmıştır. Çeşit adayları 'C12-133', 'A4-4' ve ticari çeşit 'Riviera' çim örtüsünü en iyi muhafaza eden bermuda çimleri olmuştur. Ayrıca çeşit adaylarının tamamının uygulanan kısa biçim yüksekliğini tolere edebildiği ve ticari çeşitlere eşdeğer kalitede homojen bir çim örtüsü oluşturdıkları saptanmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar ülkemizden toplanan yerli genotipler kullanılarak geliştirilen ve dolayısıyla daha yüksek adaptasyon yeteneğine sahip olduğu düşünülen çeşit adaylarımız 'A4-4' ve 'C12-133'ün basılma ve ezilme dayanımı ve kısa biçime tolerans bakımından ticari çeşitlere eşdeğer ve üstünde performans gösterdiklerini ortaya koymuştur. Basılma ve ezilmeye dayanımı ile öne çıkan bu çeşit adaylarımız özellikle sahil bölgelerimiz başta olmak üzere yoğun kullanım olan çim sahalarda ve diğer yeşil alanlarda önemli bir kullanım potansiyeli sunabilir.

6. KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E. 1994. Çim Alanlar-Yapım ve Bakım Tekniği. Bursa: Çevre ve Peyzaj Mimarlığı Ltd. Şti.
- Adavi, Z., Razmjoo, K.H. and Mobli, M. 2005. The study of compatibility ten cultivars of *Cynodon* sp. in Isfahan climate condition. *Sciences And Horticultural Technology*, 6(1):1-14.
- Aldahir, F.C.P. 2015. Utilization of 'TifGrand' Bermudagrass for Sports Turf: Wear Tolerance, Shade Response, and Quality Improvement. Graduate Faculty of Auburn University Auburn, Alabama, 9 May 2015.
- Anderson, J., Taliaferro C. ve Martin D. 2001. Freeze tolerance of Bermudagrasses. *Crop Science*, Vol. 42 No. 3, p. 975-977.
- Anonim 1: <http://www.sportivegreen.com/futbol-cim-saha/> Son Erişim Tarihi: 12.12.2018
- Anonim 2: <https://www.feedipedia.org/node/471>. Son Erişim Tarihi: 12.12.2018
- Anonymous 1: 2007. National Turfgrass Evaluation Program 2006 *Bermudagrass* Progress Report No. 07-06. National Turfgrass Evaluation Program. Bethesda, Maryland. http://ntep.org/reports/bg02/bg02_07-6/bg02_07-6.htm. Son Erişim Tarihi: 12.12.2018
- Avcıoğlu, R. 1997. Çim Tekniği-Yeşil Alanların Ekimi, Dikimi ve Bakımı. Bornova/İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası.
- Avcıoğlu, R. ve Soya, H. 2009. Köpekdişi Ayırığı (*Cynodon dactylon* L. Pers), Darılar, Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yem Bitkileri, (Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y. Editör) Cilt III. TÜGEM, Emre Basımevi, İzmir, s: 727-732
- Bayrer, T.A. 2006. Wear tolerance of seeded and vegetatively propagated Bermudagrass under simulated athletic traffic. MS Thesis, Univ. Kentucky, Lexington. 27 Jan.2010. <http://lib.uky.edu/ETD/ukypssc2006t00397/Thesis.pdf>.
- Beard, J.B. ve Sifers, S.I. 1997. Genetic diversity in dehydration avoidance and drought resistance within the *Cynodon* and *Zoysia* species. *Int. Turfgrass Soc. Res. J*, 8, 603-610.
- Beard, J.B. 1973. Turfgrass: Science and culture. Prentice hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 658 p.
- Bell, G.E., Martin, D.L., Wiese, S.G., Dobson, D.D., Smith, M.W., Stone, M.L. ve Solie, J.B. 2002. "Vehicle-mounted optical sensing: An objective means for evaluating turf quality", *Crop Sci.*, 42,197-201.
- Bell, M.J. ve Holmes, G. 1988. The playing quality of association football pitches. *J. Sports Turf Res. Inst*64:19-47.
- Bilgili, U., Zere, S. ve Yönter, F. 2017. Farklı Azot Dozlarının Bermuda Çimi (*Cynodon* sp.)'nin Gelişimi ve Çim Kalitesi Üzerine Etkileri. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 20 (Özel Sayı),52-59, 2017
- Bourgoin, B., Mansat, P., AitTaleb, B. ve Quaggag, M.H. 1985. Explicative characteristic of treading tolerance in *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, and *Poa*

- pratensis* ed Lemaire F. Turfgrass Res. Conf (Avignon, France INRA, Paris), Proc. 5th Intl. pp 235–242.
- Boyd, J.W. Richardson, M.D. ve McCalla, J.H. 2003. A Net-planting Technique for Establishing *Zoysiagrass* from Sprigs. *HortTechnology*, 13(1), 74-76.
- Braun, R., Bremer, D. and Hoyle, J. 2017. Performance and recovery of cool- and warm-season turfgrass species subjected to traffic during drought stress. *Turfnews: The Kansas Turfgrass Foundation Newsletter*. Quarterly. Sept., p. 5-7.
- Brosnan J. T. ve Deputy J. 2008. Bermudagrass. College of Tropical Agriculture and Human Resources University of Hawai'i at Manoa. Turf Management.
- Brosnan J.T. ve Deputy J. 2009. Preliminary Observations on the Traffic Tolerance of Four *Seashore paspalum* Cultivars Compared to Hybrid Bermudagrass. *HortTechnology*, April–June 2009 19(2)
- Brosnan J.T., McNitt A.S. ve Serensits T.J. 2005. Effects Of Varying Surface Characteristics On The Hardness And Traction Of Baseball Field Playing Surfaces. *International Turfgrass Society Research Journal Volume* 11, 2009.
- Brosnan, J.T., McNitt, A.S. ve Serensits, T.J. 2009. Effects of varying surface characteristics on the hardness and traction of baseball field playing surfaces. *Int. Turf. Soc. Res. J.* 11:1053-1065.
- Burton, G.W. 1991. “A history of turf research at Tifton”, USGA Green Section Record, May-June, 12-14.
- Canaway, P. M. 1984. The response of *Lolium perenne* (*Perennial ryegrass*) turf grown on sand and soil to fertilizer nitrogen I. Ground cover response as affected by football-type wear. *J. Sports Turf Res. Inst.* 60:8-18.
- Canaway, P.M. 1975. Turf wear: a literature review. *J. Sports Turf Res. Inst.* 51:91-102.
- Canaway, P.M. 1985. The response of renovated turf of *Lolium perenne* (*Perennial ryegrass*) to fertilizer nitrogen: I. Ground cover response as affected by football-type wear. *J. Sports Turf Res. Inst.* 61:92–99.
- Carrow, R. N. 1996. Drought resistance aspects of turfgrasses in the southeast: Root-shoot responses. *Crop Science*, 36(3), 687-694.
- Chalmers, D.R. ve Schmidt, R.E. 1978. Bermudagrass Survival as Influenced by Deacclimation, Low Temperatures, and Dormancy. *Agronomy Journal*, Vol. 71 No. 6, p. 947-949.
- Christians, N. 2004. Fundamentals of Turfgrass Management. NJ-USA: John Wiley and Sons.
- Clegg, B. 1976. An impact testing device for in situ base course evaluation. Australian Road Res. Bur. Proc., 8, 1-6.
- Cockerham, S.T. 2008. Culture of Natural Turf Athletic Fields, In: M. Pessarakli (Ed.), *Handbook of Turfgrass Management and Physiology*, Taylor&Francis Group, Boca Raton, FL, 151-167.
- Cockerham, S.T. ve Brinkman, D.J. 1989. A simulator for cleated-shoe sports traffic on turfgrass research plots. *California Turfgrass Cult.* 39:9–10.

- Çetinkale, G. 2009. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Çim Alanlarında Kentsel Su Arıtım Sistem Çamurlarından Yararlanabilme Olanakları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Deaton, M.T. 2012. Temperature Effects On Germination Characteristics And Traffic Tolerance Of Newly Established Stands Of Nineteen Commercially Available Cultivars Of Seeded Bermudagrass. Theses and Dissertations-Plant and Soil Sciences. University of Kentucky UKnowledge.
- Deaton, M.T. ve Williams, D.W. 2010. Overseeding and trinexapac-ethyl effects on tolerance to simulated traffic of four Bermudagrass cultivars grown as a sand-based athletic field. *HortTechnology*. 20:724-729.
- Dest, W. M. ve Ebdon, J.S. 2007. Soil Compaction Prolongs Establishment. *Turfgrass Trends*. May 2007. www.turfgrasstrends.com.
- Dickson, K.H., Sorochan, J.C., Brosnan, J.T., Stier, J.C., Lee, J. ve Strunk, D.W. 2018. Impact of Soil Water Content on Hybrid Bermudagrass Athletic Fields. *Crop Science*. 58(3).
- Doss, B.D., Ashley, D.A. ve Bennett, O.L. 1960. Effect of soil moisture regime on rooting distribution of warm-season forage species. *Agron. J.* 52:569-572.
- Duble, L.R. 2013. "The Sports Turf of the South". Turfgrass Specialist, Texas Agricultural Extension Service. *Soil and Crop Sciences*.
- Dudeck, A.E., Singh S., Giordano C.E., Nell T.A. ve McConnel, D.B. 1983. "Effects of sodium chloride on *Cynodon* turfgrasses", *Agronomy Journal*, 75, 927-930.
- Duke, J. 1983. Handbook of energy crops. Published only on the Internet, with excellent information on a wide range of plants.
- Dunn, J.H., Burghrara, S.S. ve Fresenburg, B.S. 1992. Traffic tolerance among cultivars of *Kentucky bluegrass*, *Tall fescue*, and *Perennial ryegrass*. *Intl. Turfgrass Soc. Res. J.* 7:687-694.
- Dunne, C.J., Miller, G.L., Arellano, C., Brandenburg, R.L., Schoemand, A. ve MillaLewis, S.R. 2017. Shade response of *Bermudagrass* accessions under different management practices. *Urban Forestry & Urban Greening* 26, 169-177.
- Emmons, R. 1995. *Turfgrass Science and Management*. Delmar Publishing, Washington, USA. 512 p.
- Emmons, R. 2000. *Turfgrass Science and Management Third Edition*, Delmarpublishers a Division of International Thomson Publishing, Inc, USA.
- Fagerness, M.J., Yelverton, F.H. ve Cooper, R.J. 2002. Bermudagrass [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] and *Zoysiagrass* (*Zoysia japonica*) establishment after preemergence herbicide applications. *Weed Tech*, 16: 597-602.
- Fallahian, A. 2006. Technology, construction and lawn maintenance. Jahad-Daneshgahi Mashhad Press.
- Fenstermaker-Shaulis, L.K., Leskys, A. ve Devitt, D.A. 1997. "Utilization of remotely sensed data to map and evaluate turfgrass stress associated with drought", *J. Turfgrass Management*, 2, 65-80.

- Gaussoin, R., Minner, D., Sorochan, J., Stier, J., Rogers J., ve Shearman, R. 2002. A method for determining lateral shear strength in turf. Annu. Meet. Abstr.
- Gibeault, V.A., Richard A., ve Cockerham, T.S. 2002. Seeded Bermudagrass Fall Color Retention. California Turfgrass Culture. University of California, Vol. 52.
- Glab, T. ve Szewczyk, W. 2015. The effect of traffic on turfgrass root morphological features. *Scientia Horticulturae*. Volume 197, 14 December 2015, Pages 542-554.
- Goddard, M.J.R., Sorochan, J.C., McElroy, J.S., Karcher, D.E. ve Landreth, J.W. 2008. The effects of crumb rubber topdressing on hybrid *Kentucky bluegrass* and *Bermudagrass* athletic fields in the transition zone. *Crop Sci.* 48:2003–2009.
- Golestani, M.A., Alemzadeh, A.N., Kafi, M. ve Kia, L.A. 2007. Effect Of Nitrogen Levels And Time Interval Between Urea Application On The Turf Quality In Bermudagrass (*Cynodon dactylon* L. Pers.) During The Dormancy Period. *Iranian Journal Of Horticultural Science And Technology*. Winter 2007, Volume 7, Number 4; Page(s) 253 to 264.
- Goodall, S.A., Guillard, K., Dest, W.M. and Demars, K.R. 2005. Ball response and traction of skinned infields amended with calcined clay at varying soil moisture contents. *Intl. Turfgrass Soc. Res. J.* Vol. 10: 1085- 1093.
- Green, C. 2014. Carolina Green *Bermudagrass* Sod Testing. Penn State’s Center for Sports Surface Research. October 2014.
- Guertal, B. ve Han, D. 2012. Soil Compaction In Turf. Alabama Turfgrass Association. UPDATE Spring 2013.
- Gulsen, O., Sever Mutlu, S., Mutlu, N., Tuna, M., Karaguzel, O., Shearman, R.C., Riordan, T.P. ve Heng-Moss, T.M. 2009. “Polyploidy creates higher diversity among *Cynodon* accessions as assessed by molecular markers”. *Theoretical and Applied Genetics*, 118, 1309-1319.
- Haan, J., Meyer, A.W. ve Huang, B. 2009. Morphological and anatomical variations among *Perennial ryegrass* cultivars exposed to wear stress. *International Turfgrass Society Research Journal*. Volume 11, 2009
- Han, L., Song, G. ve Zhang, X. 2008. Preliminary observations on Physiological Responses of three Turfgrass species to traffic stress. *HortTechnology*. 18:139-143.
- Harlan, J.R. 1970. *Cynodon* species and their value for grazing and hay. *Herbage Abs.* 40:233-238.
- Harlan, J.R., de Wet, J.M.J. 1969. “Sources of Variation in *Cynodon dactylon* (L). Pers.”, *Crop Science*. 9, 774-778.
- Haselbauer, W.D., Thoms, A.W., Sorochan, J.C., Brosnan, J.T., Schwartz, B.M. ve Hanna, W.W. 2012. Evaluation of Experimental Bermudagrasses under Simulated Athletic Field Traffic with *Perennial ryegrass* Overseeding. *HortTechnology*. 22(1):94-98.
- Hawes, D.T., ve Decker, A.M. 1977. Healing potential of creeping bentgrass as affected by nitrogen and soil temperature. *Agron. J.* 69:212-214.

- Hays, K.L., Barber, J.F., Kenna, M.P. ve McCollum, T.G. 1991. "Drought avoidance mechanisms of selected Bermudagrass genotypes". *HortScience*, 26, 180-182.
- Henderson, C., Cooper, L., Bransgrove, K., Finlay, G., Jeffrey, N., Power, N., Raine, S., ve Eberhard, J. 2007. Best Management Practices for Sustainable and Safe Playing Surface of Australian Football League Sports Fields. Final Project Report for Horticulture Australia Ltd (HAL).
- Hoffman, L., Ebdon, J.S., Dest, W.M. and DaCosta, M. 2010a. Effects of nitrogen and potassium on wear mechanism in *Perennial ryegrass*: I. Wear tolerance and recovery. *Crop Sci.* 50:357-366.
- Hoffman, L., J.S. Ebdon, W.M. Dest, and DaCosta, M. 2010b. Effects of nitrogen and potassium on wear mechanism in *Perennial ryegrass*: II. Anatomical, morphological and physiological characteristics. *Crop Sci.* 50:367-379.
- Huang, B., DaCosta, M. ve Jiang, Y. 2014. Research advances in mechanisms of turfgrass tolerance to abiotic stresses: from physiology to molecular biology. *Critical reviews in plant sciences*, 33(2-3), 141-189.
- Inze, D. ve Montagu, M.V. 2002. Oxidative Stress in Plants. Taylor & Francis, New York.
- Jiang, Y., Carrow, R.N. ve Duncan, R.R. 2005. Physiological acclimation of *Seashore paspalum* and Bermudagrass to low light. *Scientia Horticulturae*. Volume 105, Issue 1, 30 May 2005, Pages 101-115.
- Jiang, Y.W., Carrow, R.N. ve Duncan, R.R. 2003. "Correlation analysis procedures for canopy spectral reflectance data of *Seashore paspalum* under traffic stress". *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 128, 343-348.
- Jotisankasa, A. Ve Sirirattanachat, T. 2017. Effects of grass roots on soil-water retention curve and permeability function. *Canadian Geotechnical Journal*. <https://mc06.manuscriptcentral.com/cgj-pubs>.
- Karagüzel, O. 2007. Çim ve yerörtücü bitkiler ders notu. Akdeniz Üniversitesi, ziraat fakültesi, peyzaj mimarlığı bölümü (yayınlanmamış), Antalya.
- Karagüzel, O. 2010. Çimler ve yer örtücüleri ders notları. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü (yayınlanmamış), Antalya.
- Karcher, D.E., Richardson, M.D., Landreth, J.W. ve McCalla, J.H. 2004. Recovery of Bermudagrass Varieties from Divot Injury. *Applied Turfgrass Science*. Vol. 2 No. 1.
- Karcher, D.E., Richardson, M.D., Landreth, J.W., John, H. ve McCalla, J. 2005. Recovery of Bermudagrass Varieties from Divot Injury I. *Applied Turfgrass Science*.
- Kneebone, W.R. 1973. Breeding seeded varieties of bermudagrass for turfgrass use. pp.149-153. In Proc. Scotts Turfgrass Res. Conf. Vol. 4, Turfgrass Breeding.
- Kohlmeier, J.W. ve Eggens, J.L. 1983. The influence of wear and nitrogen on creeping bentgrass growth, *Can. J. Plant Sci.* 63:189-193.

- Kopec, D.M. ve Umeda, K. 2015. Mowing Turfgrass in the Desert. College of Agriculture and life Sciences, Cooperative extension, extension.arizona.edu/pubs/az1681-2015.pd
- Kowalewski, R.A., Rogers III, J.R., Crum, J.R. ve Dunne, J.C. 2010. Sand Topdressing Applications Improve Shear Strength and Turfgrass Density on Trafficked Athletic Fields. *HortTechnology*. October 2010 vol. 20 no.5 867-872.
- Lulli, F., Guglielminetti, L., Grossi, N., Armeni, R., Stefanini, S. ve Volterrani, M. 2011. Physiological and morphological factors influencing leaf, stolon and rhizome tensile strength in C4 turfgrass species. *Functional Plant Biology*. 38, 919–926. doi:10.1071/FP11070.
- Malleshaiah, S., Govindaswamy, V., Murugaiah, J., Ganga, M. ve Surakshitha, N.C. 2015. Influence of traffic stress on warm season turfgrass species under simulated traffic. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 87 (1): 62–8, January 2017/Article.
- Malleshaiah, S., Govindaswamy, V., Murugaiah, J., Ganga, M. ve Surakshitha, N. 2016. Influence of traffic stress on warm season turfgrass species under simulated traffic. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87(1):62-80.
- McNitt, A.S., Landschoot, P.J. ve Waddington, D.V. 2004. Effects of Turfgrass Cutting Height and Soil Conditions on Traction. In P.A. Nectarios ed. 1st International Conference on Turfgrass and Science for sports fields. *Acta Hort*. 661, ISHS, 39- 48.
- Minner, D.D., Dunn, J.H., Bughrara, S.S. ve Fresenburg, B.S. 1993. Traffic tolerance among cultivars of *Kentucky bluegrass*, *Tall fescue*, and *Perennial ryegrass*. In R.N Carrow, N.E. Christians, R.C. Shearman (eds.) International Turfgrass Society Research Journal. Vol 7. Proceedings 7th International Turfgrass Research Conference, Palm Beach, Florida, USA. 18-24 July. Chapter 97.
- Mirmow, N.W. 2016. Fall Potassium Fertilization and Winter Traffic Effects on a Creeping Bentgrass Putting Green. Clemson University. All Theses. 2452. https://tigerprints.clemson.edu/all_theses/2452.
- Nakamae, H. and N. Nakamura. 1982. Koraishiba no syuuki no senescence nitaishuru gibberellin oyobi 6-benzyladenine no eikyou. Turf Research Bulletin [Kansai Golf Union Green Section Research Center]. 43:85-89.
- Nolan, C. 2009. Mowing to de-pressurise your turf. *Turfgrass Bulletin* 244: 30–1.
- NTEP, 2007. National Turfgrass Evaluation Program 2006 Bermudagrass Progress Report No. 07-06. National Turfgrass Evaluation Program. Bethesda, Maryland. http://ntep.org/reports/bg02/bg02_07-6/bg02_07-6.htm.
- O’Neil, K.J. ve Carrow, R.N. 1983. *Perrinal ryegrass* growth, water use and soil aeration status under soil compaction. *Agronomy Journal* 74: 933–6.
- Ohu, J.O., Folorunso, O.A. ve Ekwue, E.L. 1993. Vehicular traffic effect on physical properties of sandy loam soil profiles in a semi-arid region of Nigeria. *Soil and Tillage Research*. Volume 28, Issue 1, November 1993, Pages 27-35.

- Park, B.S., Chen, H. ve Murphy, J.A. 2016. Comparing the Rutgers Wear Simulator, Cady Traffic Simulator, and Brinkman Traffic Simulator. *Acta Hortic.* 1122, 103-110. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1122.14.
- Patton, A. ve Boyd, J. 1914. Choosing a Grass for Arkansas Lawns. University of Arkansas, United States Department of Agriculture, and County Governments Cooperating.
- Pompeiano, A., Grossi, N. ve Volterrani, M. 2012. Vegetative establishment rate and stolon growth characteristics of 10 *Zoysiagrasses* in Southern Europe. *HortTechnology*, 22(1), 114-120.
- Pompeiano, A., Volterrani, M. ve Guglielminetti, L. 2013. Physiological responses of C4 grasses to prolonged heat stress. *Adv. Hort. Sci.* 27(3): 127-132
- Powell, A.J. 2007. Jr.Sportstraffic:How much is too much? 27Jan.2010.<<http://www.uky.edu/Ag/ukturf/Athletic%20Field%20Pubs/sports%20turf%20traffic.pdf>>.
- Puhalla, J., Krans, J. ve Goatley, J. 2010. Sports fields, design, construction and maintenance, John wiley and sons, Inc, Hoboken, NJ, CANADA.
- Puhalla, J., Krans, J. ve Goatley, M. 1999. Sports Fields: A Manual For Design, Construction And Maintenance. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan.
- Qian, Y. ve Fry, D.J. 1997. Water Relations and Drought Tolerance of Four Turfgrasses. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. vol. 122 no. 1 129-133.
- Richardson, M., McCalla, J., Karcher, D. ve Zhang, J. 2014. Dormant Sprigging of Bermudagrass and *Zoysiagrass*. *Crop Science*. 619.
- Rimi, F., Macolino, S., Richardson, M.D., Karcher, D.E. ve Leinauer, B. 2012. Influence of Three Nitrogen Fertilization Schedules on Bermudagrass and *Seashore paspalum*: I. Spring Green-up and Fall Color Retention. *Crop Science*. Vol. 53 No. 3, p. 1161-1167.
- Roche, M.B., Loch, D.S., Poulter, R.W. ve Zeller, L.C. 2008. Measuring the traction profile on sportsfields: equipment development and testing. *Acta Hortic.* (783):399-414.
- Rogers, J.N. 1988. Impact absorption and traction characteristics of turf and soil surfaces. Ph.D. dissertation. Pennsylvania State University. University Park, PA.
- Rogers, R. A., Dunn, J. H. ve Nelson, C. J. 1977. Photosynthesis and cold hardening in *Zoysia* and *Bermudagrass*. *Crop Science*, 17(5), 727-732.
- Samaranayake, H., Lawson, T.J. ve Murphy, J.A. 2008. Traffic stress effects on bentgrass putting green and fairway turf. *Crop Sci.* 48:1193-1202.
- Sarıca, N. 2014. Bazı sıcak iklim çim türlerinin tuzluluğa dayanıklılığının belirlenmesi ve uygulamalar açısından değerlendirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Antalya.
- Schiavon, M., Leinauer, B., Sevastionova, E., Serena, M. ve Maier, B. 2011. Warm-season Turfgrass Quality, Spring Greenup, and Fall Color Retention under Drip Irrigation. *Applied Turfgrass Science*.

- Sever Mutlu, S., Mutlu, N., Gurbuz, E., Gulsen, O., Hocagil, M., Karaguzel, O. ve Gaussoin, R. E. 2011a. Drought resistance of warm-season turfgrasses grown in Mediterranean region of turkey. *HortTechnology*, 21(6), 726-736.
- Sever Mutlu, S., Mutlu, N., Shearman, R. C., Gurbuz, E., Gulsen, O., Hocagil, M. ve Gaussoin, R. E. 2011b. Establishment and turf qualities of warm-season turfgrasses in the Mediterranean region. *HortTechnology*, 21(1), 67-81.
- Sever Mutlu, S., Ateşoğlu, H., Selim, C. ve Tokgöz, S. 2017. "Effects of 24-epibrassinolide application on cool-season turfgrass growth and quality under salt stress". *GRASSLAND SCIENCE*, vol.1, no.1, pp.61-65.
- Sever Mutlu, S., Mutlu, N., Selim C. ve Hocagil, M. M. 2014. Broadening the Genetic Base of Bermudagrass. *European Journal of Horticultural Science*, 79 (3): 183–194.
- Sever Mutlu, S., Hocagil, M., Mutlu, N. ve Çakır, M. 2016. Kurağa dayanaklı tetraploid bermuda çim bitkisi (*Cynodon* (L.) Rich) ıslahı. Tübitak Sonuç Raporu, No: 111O658, (Yayınlanmamış).
- Sever Mutlu, S., Mutlu, N., Hocagil, M. ve Bahar, T. 2018. Tohumlu Tip Kurağa Dayanıklı Bermuda Çimi (*Cynodon* (L.) Rich) Çeşit Islahı. Tübitak Sonuç Raporu, No: 214O067, (Yayınlanmamış).
- Sevostianova, E., Leinauer, B., Sallenave, R., Karcher, D. ve Maier, B. 2011. Soil Salinity and Quality of Sprinkler and Drip Irrigated Warm-Season Turfgrasses. *Agronomy Journal*. Volume 103, Issue 6.
- Shearman, R.C. 2006. Fifty Years of Splendor in the Grass. *Crop Sci.* 46:2218–2229.
- Shearman, R.C. ve Beard, J.B. 1975. Turfgrass wear tolerance mechanisms: I. Wear tolerance of seven turfgrass species and quantitative methods for determining turfgrass wear injury. *Agronomy Journal* 67, 208–211. doi:10.2134/agronj1975.00021962006700020009x.
- Shearman, R.C., and Beard, J.B. 1975. Turfgrass wear tolerance mechanisms. II. Effects of cell wall constituents on turfgrass wear tolerance. *Agron. J.* 67:211-215.
- Shearman, R.C. ve Beard, J.B. 1975. Turfgrass wear tolerance mechanisms: Wear tolerance of seven turfgrass species and quantitative methods for determining turfgrass wear injury. *Agron. J.* 67:208–211.
- Springer, R., Eudoxie, G. ve Gouveia, G. 2014. Comparative Evaluation of Common *Savannahgrass* on a Range of Soils Subjected to Different Stresses I: Productivity and Quality. *Agronomy*. 2014, 4, 202-216; doi:10.3390/agronomy4020202.
- Stewart, B. 2003. What to do with a hard field. *Sports TURF*. 19(1):p. 24, 26.
- Taiz, L. ve Zeiger, E. 2006. *Plant Physiology*, Fourth Edition. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.
- Taliaferro, C.M. 2003. "Bermudagrass (*Cynodon* (L.) Rich)". *Turfgrass Biology, Genetics, and Breeding*. Editörler: M. D. Casler, ve R. R. Duncan. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken: NJ: USA.

- Tehraniyar, E., Haghighi, M., Kafi, M., Varavi Neghad, GH. H. ve Nemati, H. 2005. Effect of mulch type and planting time by method of hydro mulching on the quantitative and qualitative traits of mixture turf *Lolium* and *Cynodon*. 4th Iranian horticultural sciences congress, Mashhad University of Ferdosi, Mashhad.
- Trappe, J.M., Patton, J.A. ve Richardson, M.D. 2009. Bermudagrass cultivars differ in their traffic tolerance. *Arkansas Turfgrass Rpt.* 2008-137-140.
- Trappe, J.M., Patton, J.A. ve Richardson, M.D. 2010. Bermudagrass cultivars differ in their traffic tolerance. *Arkansas Turfgrass Rpt.* 2008:137-140.
- Trappe, J.M., Patton, J.A. ve Richardson, M.D. 2011. Bermudagrass cultivars differ in their summer traffic tolerance and ability to maintain green turf coverage under fall traffic. [Online] *Appl. Turfgrass Sci.* p. [1-11]. doi:10.1094/ATS-2011-0926-01-RS.
- Trappe, J.M., Patton, J.A. ve Richardson, M.D. 2011. Bermudagrass cultivars differ in their summer traffic tolerance and ability to maintain green turf coverage under fall traffic. *Crop Science*, Vol. 8 No. 1.
- Trenholm, L.E. 2000. Minimizing traffic damage to your Florida lawn. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS.
- Trenholm, L.E., Carrow R.N. ve Duncan, R.R. 1999. "Relationship of multispectral radiometry data qualitative data in turfgrass research". *Crop Science*. 39,763-769, (1999).
- Trenholm, L.E., Carrow, R.E. ve Duncan, R.R. 2000. Mechanisms of wear tolerance in *Seashore paspalum* and Bermudagrass. *Crop Sci.* 40:1350-1357.
- Trenholm, L.E., Carrow, R.E. and Duncan, R.R. 2001. Wear tolerance, growth and quality of *Seashore paspalum* in response to nitrogen and potassium. *HortScience* 36:780-783.
- Turgeon, A.J. 1999. Turfgrass management. PrenticeHall, NJ, USA.
- Uzun, G. 1999. Peyzaj Mimarlığında Çim ve Spor Alanları Yapımı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Yardımcı Ders Kitabı No: D-20. 3. Baskı Adana.
- Valoras, N., Morgan, W.C., Richards, S.J. ve Letey, J. 1966. Physical soil amendments, soil compaction, irrigation, and wetting agents in turfgrass management II. Effects on top growth, salinity, and minerals in the tissue. *Agronomy Journal*. 58: 528-31.
- Van, W., Verhegh, A.L.M. ve Beuving, W.B. 1977. Grass sports fields: Top layer compaction and soil aeration. *Rasen Turf Gazon* 8: 47-52.
- Vanini, J. T., Henderson, J. J., Sorochan, J. C. ve Rogers, J. N. 2007. Evaluating Traffic Stress by the Brinkma Traffic Simulator and Cady Traffic Simulator on a Kentucky Bluegrass Stand. *Crop Sci.* 47:782-784. doi:10.2135/cropsci2006.07.0500.

- Vis, E., Emeritus, D., Kumar, R. ve Mitra, S. 2007. Comparison of Distribution Uniformities of Soil Moisture and Sprinkler Irrigation in Turfgrass. Plant Science Department California Polytechnic State University Pomona.
- William, D.H., Adam, W.T., John, C.S., James, T.B., Brian, M.S. ve Wayne, W.H. 2012. "Evaluation of Experimental Bermudagrasses under Simulated Athletic Field Traffic with Perennial Ryegrass Overseeding". *Hortechonology*. 2012 22(1).
- Williams, B., Jason, T., Kruse, K., Bryan, J., Unruh, J.B. ve Sartain, B. 2010. Evaluating Bermudagrass cultivars for traffic tolerance and recuperative ability. USGA Green Section Record. November 12. 48(23): p. 1-3.
- Williams, D.W., Burrus, P.B. ve Cropper, K.L. 2008. Seeded Bermudagrass Tolerance to Simulated Athletic Field Traffic as Affected by Cultivars and Trinexapacetyl. *HortTechnology*. 20(3):553-538.
- Williams, D.W., Burrus, P.B. ve Cropper, K.L. 2010. Seeded Bermudagrass Tolerance to Simulated Athletic Field Traffic as Affected by Cultivars and Trinexapacetyl. *Horttechnology*. 20:3:533-538.
- Wu, Y., Martin, D.L., Anderson, J.A., Bell, G.E., Anderson, M.P., Walker, N.R. ve 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.

ÖZGEÇMİŞ

Bahar SANCAR
baharrsncr@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2017-	Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya
Lisans	Selçuk Üniversitesi
2012-2016	Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Konya