

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**TOHURLU TİP BERMUDA ÇİMİ HATLARINDA KENDİNE UYUŞMAZLIK
VE TOHUM VERİMİ ORANLARININ BELİRLENMESİ**

Ahmet Mazlum YANIK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**TOHURLU TİP BERMUDA ÇİMİ HATLARINDA KENDİNE UYUŞMAZLIK
VE TOHUM VERİMİ ORANLARININ BELİRLENMESİ**

Ahmet Mazlum YANIK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TOHURLU TİP BERMUDA ÇİMİ HATLARINDA KENDİNE UYUŞMAZLIK
VE TOHUM VERİMİ ORANLARININ BELİRLENMESİ**

Ahmet Mazlum YANIK

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 16/06/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Songül SEVER MUTLU (Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi Kamil ERKEN

Dr.Öğr.Üyesi Deniz HAZAR

ÖZET

TOHUMLU TİP BERMUDA ÇİMİ HATLARINDA KENDİNE UYUŞMAZLIK VE TOHUM VERİMİ ORANLARININ BELİRLENMESİ

Ahmet Mazlum YANIK

Yüksek Lisans, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Songül SEVER MUTLU

Haziran 2022; 48 Sayfa

Bermuda çimi (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) tropik ve subtropik iklimlerde parklar bahçeler ve spor alanlarında en çok kullanılan çim türüdür. Ülkemiz Bermuda çiminin genetik çeşitlilik merkezinde yer almaktadır. Ancak şu anda ülkemizde ticari olarak kullanılan tohumlu Bermuda çimi çeşitlerinin tamamı ithal edilmektedir. Bu durum yeşil alan tesis maliyetlerini artırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, tohumlu tip Bermuda çimi çeşitleri geliştirmek için kullanılabilecek ıslah hatlarında kendilenme ve tohum verimi oranlarının belirlenmesidir. Bu kapsamda, Akdeniz Üniversitesinde geliştirilmiş tetraploid ($2n=4x$) yapıda 6 adet ıslah hattı (C12, B3, A4, P-1, R-1, CLB-1) kullanılmıştır. Seçilen Bermuda hatları ile 15 farklı melezleme kombinasyonu oluşturulmuştur. Çalışma arazi koşullarında 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve ıslah hatlarının çiçeklenme özellikleri, kendine uyumsuzluk/kendilenme oranı ve açıkta tozlanma/tohum tutma oranları tespit edilmiştir. Sonuçlar ıslah hatlarının çiçeklenme özellikleri, kendilenme ve tohum tutma yüzdeleri açısından önemli varyasyon gösterdiğini ortaya koymuştur. Hatların kendilenme oranı %0 ile %0,4 arasında değişmiştir. Tohum tutma oranları ise %1 (CLB-1) ile %30 (P-1) arasında varyasyon göstermiştir. Her bir başakta oluşan başakçık (çiçekçik) sayısının ise 18 (A4) ile 25 (P-1) arasında değişim gösterdiği ve bir çiçekte oluşturulan tüm başakçık sayısının 75 (CLB-1) ile 100 (C12) arasında varyasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Birim alanda (1×1 m) oluşan çiçek yoğunluğunun 1-9 skalası kullanılarak 2,6 (düşük) ile 7,8 (yüksek) arasında varyasyon gösterdiği ve P1 ıslah hattının en yoğun ve sürekli çiçek oluşturan Bermuda genotipi olduğu anlaşılmıştır. Sonuçlar ıslah hatlarımız içinde tohum verimi açısından en yüksek genel kombinasyon yeteneğine sahip, oldukça yoğun çiçek oluşturan ve öte yandan oldukça düşük ($\leq$ %0,4) kendilenme oranına sahip P-1 hattının tohumlu tip Bermuda çimi çeşitleri geliştirmede ebeveyn olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. P1 hattının tohum tutma oranı açısından diğer 4 ıslah hattı içinden özellikle C12 ve B3 ile oldukça uyumlu/verimli olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan P-1, C12 ve B3 ıslah hatları yüksek tohum verimli sentetik Bermuda çeşitleri geliştirmede kullanılabilir.

ANAHTAR KELİMELE: *C. dactylon*, Bermuda çimi, Tohum tutma oranı, Açıkta tozlanma, Kendilenme, Çim bitkileri ıslahı

JÜRİ: Doç. Dr. Songül SEVER MUTLU

Dr. Öğr. Üyesi Kamil ERKEN

Dr. Öğr. Üyesi Deniz HAZAR

ABSTRACT

DETERMINATION OF SELF-INCOMPATIBILITY AND SEED PRODUCTION RATE IN SEEDED TYPE BERMUDAGRASS LINES

Ahmet Mazlum YANIK

MScThesis in Department of Horticulture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU

June 2022; 48 pages

Bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) is the most widely used turfgrass species in parks, lawns, and sports fields in tropical and subtropical climates. Our country is located in the center of diversity for Bermudagrass. However, all the commercial seeded type Bermudagrass cultivars used in Turkey are currently imported, which increases establishment cost of green facilities. The aim of this study is to determine the selfing ratio and seed yield rates in selected breeding lines that can be used to develop seeded type Bermudagrass cultivars. Six tetraploid ($2n=4x$) breeding lines (C12, B3, A4, P-1, R-1, CLB-1) developed at Akdeniz University were used in this study. 15 different reciprocal crossing were made using the breeding lines. The study was conducted under field conditions with 3 replications. Flowering characteristics, self-incompatibility/selfing ratio and percent seed set ratio of the breeding lines were determined. The results revealed that the breeding lines showed significant variation in flowering characteristics, selfing and percent seed set ratios. Selfing ratio ranged from %0 to %0.4. Percent seed set ratio ranged from %1 (CLB) to %30 (P1). The number of spikelets per spike (raceme) and per inflorescence varied from 18 (A4) to 25 (P-1) and 75 (CLB-1) to 100 (C12), respectively. The inflorescence density ranged from 2.6 (low) to 7.8 (high) using a scale of 1-9 among the breeding lines, and P-1 breeding line was determined to be the most prolific inflorescence producers all season long. The results revealed that the P-1 line, which has the highest general combining ability in terms of percent seed set with very dense inflorescence production ability per area, and yet has a very low ($\leq 0.4\%$) selfing ratio, can be used as a parent in developing seeded type Bermudagrass cultivars. It has been determined that the P-1 line is quite compatible with especially C12 and B3 in terms of percent seed set ratio. Therefore P-1, C12 and B3 can be used for development of synthetic Bermudagrass cultivars with high seed yield.

KEYWORDS: *C. dactylon*, Bermudagrass, percent seed set, open pollination, Selfing, turfgrass breeding

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU

Asst. Prof. Dr. Kamil ERKEN

Asst. Prof. Dr. Deniz HAZAR

ÖNSÖZ

Öncelikle; böyle bir çalışmada bana ve fikirlerime yer veren, bilgi ve birikimini bana katan, her türlü koşulda desteği ve hoş görüşünü benden esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Songül SEVER MUTLU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tezim süresince her türlü desteği sağlayan, arazi çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen Aybüke ŞAHİN'e gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her alanında benden desteklerini esirgemeyen maddi ve manevi her zaman yanımda olan hayatıma güven katan sevgili; babam Salman YANIK, annem Sultan YANIK kardeşlerim Rukan YANIK ve Ali YANIK 'a gönülden teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Bermuda Çimi Morfolojisi ve Genel Özellikleri.....	3
2.2. Bermuda Çimi Islahı Konusunda Yapılmış Çalışmalar	14
3. MATERYAL VE METOT	22
3.1. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyali.....	22
3.1.1. Kendine uyumsuzluk (Kendilenme oranlarının belirlenmesi).....	24
3.1.2. Açıkta tozlanma ve tohum bağlama oranı	25
3.1.3. Çiçek yoğunluğu ve özellikleri.....	27
3.1.4. İstatiksel veri analizleri.....	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	29
4.1. Kendine Uyuşmazlık (Kendilenme Oranlarının Belirlenmesi)	29
4.2. Açıkta Tozlanma-Tohum Bağlama Oranı	30
4.3. Çiçeklerde Başak (Spike) ve Başakçık (Spikelet) Sayısı	34
4.4. Çiçek Yoğunluğu ve Çiçek Boyu.....	36
4.4. Tohumlu Tip Bermuda Çimi Geliştirme Kapsamında Ebeveyn Olarak Kullanılabilecek Islah Hatları.....	38
5. SONUÇLAR	40
6. KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Tohumlu Tip Bermuda Çimi Hatlarında Kendine Uyuşmazlık ve Tohum Verimi Oranlarının Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

16/06/2022

Ahmet Mazlum YANIK



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

C	: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
m ²	:Metrekare
g	:Gram
%	:Yüzde Oran
pH	:Hidrojen İyonu Konsantrasyonu
l	:Litre
ml	:Mililitre
dS/m	:Desi-Siemens

m ³	: Metreküp
ET	:Evapotranspirasyon
r	:Korelasyon
TE	:Trinexapac-etil
CO ₂	:Karbondiyoksit
kPa	:Kilopascal
sn	:Saniye
Nm	:Newton metre
°N	:Enlem Değeri
ARS	:Tarımsal Araştırma Hizmeti
USDA	:Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. Bermuda çiminin yayılış alanı (Anonim 2022)	1
Şekil 2. 1. 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).....	3
Şekil 2. 2. <i>Cynodon</i> spp. dallanma modelleri (a) zıt izleyen, (b) orta ve (c) karşılıklı eşit olan (Rawal ve Harlan, 1970).....	4
Şekil 2. 3. (a) Ucun her zaman toprak yüzeyinin altında kaldığı gerçek tipte bir rizom; (b) ortaya çıkan ve bir stolon'a dönüşen rizom (Rawal ve Harlan, 1970).....	5
Şekil 2. 4. <i>Cynodon</i> spp. çiçek salkımının yaygın olarak görülen iki (a) başakçık	5
ve (b) alt başakçık salkımıdır (After Rawal ve Harlan, 1970).....	5
Şekil 2. 5. <i>C. dactylon</i> bitkisinin morfolojik özellikleri (Hitchcock, 1950)	9
Şekil 2. 6. <i>C. transvaalensis</i> türünün morfolojik özellikleri (Miller ve Vorobik, 2020-Flora of North America.Cynodon pg239)	10
Şekil 2. 7. Bermuda çimi çiçek başağı ve çiçekçikleri	11
Şekil 2. 8. Yerli <i>C. dactylon</i> genotipleri kullanılarak türler arası ve tür içi melezlemeler ile geliştirilen elit bermuda hatlarının arazi koşullarında çim performanslarının araştırıldığı ıslah parselleri (Mersin) (Sever Mutlu, 2021).....	17
Şekil 2. 9. Yerli <i>C. dactylon</i> genotipleri kullanılarak türler arası ve tür içi melezlemeler ile geliştirilen elit bermuda hatlarının arazi koşullarında çim performanslarının araştırıldığı ıslah parselleri (Antalya) (Sever Mutlu, 2021)	17
Şekil 3. 1. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Çim Bitkileri Araştırma Ve Uygulama Alanı(Google Eart; 2022).....	22
Şekil 3. 2. 1x1 m büyüklüğündeki oluşturulmuş olgun <i>Zoysia</i> çim (<i>Zoysia japonica</i>) parselleri içine yerleştirilmiş A4-4 ve C12-133 genotipleri	23
Şekil 3. 3. Bermuda çiminde çiçek başağını yeni oluşturmuş ancak başakçıkları açılmamış çiçekler	24
Şekil 3. 4. Açık arazi koşullarında bermuda çimleri.....	25
Şekil 3. 5. Bermuda çimi tohumları(A);boş tohum kavuzu, (B); dolu tohum kavuzu) ..	25
Şekil 3. 6. (A), (B) ;Çiçek başakları %20’lik hipoklorit ve %80 su karışımı bulunan deney tüpüne yerleştirilir, (C), (D) ;1 saat %20’lik hipoklorit ve %80 su karışımında bekletildikten sonra boş tohumlar sarı, dolu tohumlar koyu kahverengi	

olur	26
Şekil 3. 7. Tohumlu tip bermuda çimlerinin birim alandaki çiçek yoğunlu tohum verimiyle pozitif ilişkilidir	27
Şekil 3. 8. Tohumlu tip bermuda çimlerinde, açılmamış dişi çiçekçiklere izalasyon uygulaması ve arazi kontrolü	28



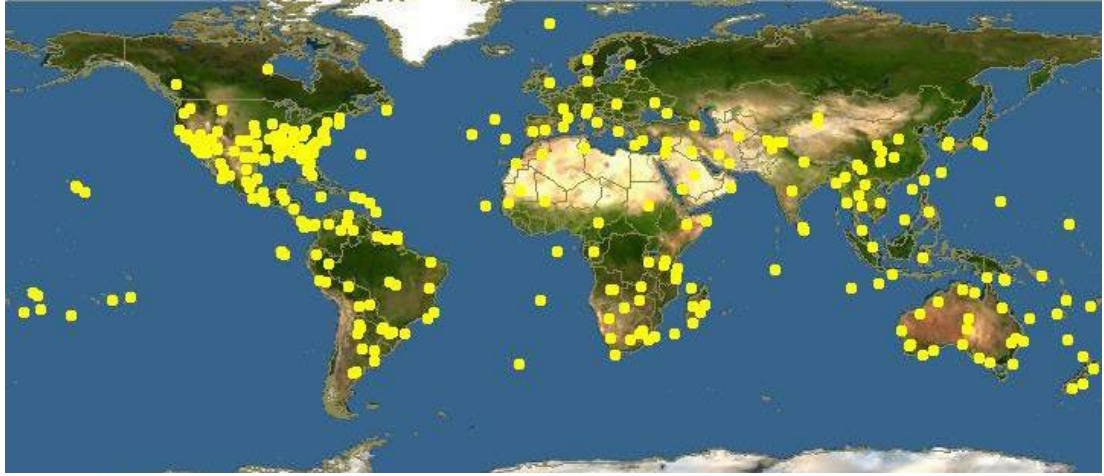
ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. <i>Cynodon</i> spp. taksonları, kromozom sayıları ve doğal yayılış alanları(Harlan 1970a; Taliaferro vd. 2003)	6
Çizelge 4. 1. Bermuda çimi hatlarının izole koşullarda incelenen toplam çiçekçik sayısı (adet), Tespit edilen tohum sayısı (adet) ve kendilenmiş tohum (%) oranı (tohum sayısı/çiçekçik sayısı)	29
Çizelge 4. 2. Açık arazi koşullarında, sayılan toplam çiçekçik (başakçık), toplam tohum ve % tohum tutma oranı (toplam tohum/toplam çiçekçik)	32
Çizelge 4. 3. Bermuda çimi hatlarının her bir çiçekte oluşturdıkları başak ve başakta çiçekçik (başakçık) sayıları	34
Çizelge 4. 4. Tohumlu tip Bermuda çimi ıslah hatlarının aktif çiçeklenme döneminde (yaz aylarında) ortalama çiçek yoğunluğu ve çiçek boyu değerleri	37
Çizelge 4. 5. Resiprokal melezlemelerde Bermuda hatlarının anne (♀) ve baba (♂tozlayıcı) olma durumlarına göre ortalama tohum tutma oranları	39

1. GİRİŞ

Cynodon spp. tropikal ve subtropikal bölgelerdeki yeşil alanlarda kullanılan en yaygın çim türlerinden biridir. Çim alan oluşturmak dışında yem bitkisi olarak da kullanılan *Cynodon* spp. çok yıllık bir C4 bitkisidir. *Cynodon* türleri yaygın olarak Bermuda çimi olarak anılır (Kenworthy ve ark. 2007). Basılma ve çiğnenme toleransının oldukça iyi olması nedeniyle Bermuda çimi birçok ülkede ağırlıklı olarak yeşil alan, golf sahaları ve spor sahalarının oluşturulmasında çok tercih edilen sıcak iklim çimlerinden biridir. Farklı iklim ve toprak koşullarına geniş bir adaptasyon yeteneği ile Bermuda çimi başta ABD ve Avrupa ülkeleri olmak üzere dünyanın farklı ülkelerinde en çok kullanılan çim türüdür (Rimi ve ark. 2011, 2013; Sever Mutlu ve ark. 2011).

Özellikle Güneydoğu Asya'dan Afrika'ya kadar olan bölgede çok büyük bir genetik çeşitlilik gösterir, bu da gen merkezinin bu coğrafi alan olduğu fikrini düşündürmektedir. Ülkemizde yürütülen çalışmalarda Türkiye'nin bu çim türünün genetik çeşitlilik merkezi içinde olduğunu kanıtlamıştır (Gülşen ve ark., 2009). Bu bölgelerden muhtemelen yüzyıllar boyunca dünyanın birçok yerine yayıldığı ve özellikle son yüzyılda, dünya ticaretinin artmasıyla çok daha geniş bir coğrafyaya yayılmış olduğu varsayılmaktadır. Halihazırda tür içi ve türler arası melezlemeler ile geliştirilmiş çok sayıda çeşit geliştirilmiştir (Schiavon ve ark., 2016; Magni ve ark., 2014; Shaver ve ark., 2006).



Şekil 1. 1. Bermuda çiminin yayılış alanı (Anonim 2022)

Yüksek kaliteli bir çim dokusu oluşturan Bermuda çimi, farklı abiyotik ve biyotik stresler sonrasında hızlı rejenerasyon potansiyeli, yoğun çim dokusu, yoğun kullanıma karşı gösterdiği trafik toleransı (ezilme ve çiğnenmeye karşı dayanım) ile ön plana çıkar (Anderson ve ark.,1993; Taliaferro 2003).

Bitki ıslahında başarının temel koşulu, doğadaki mevcut çeşitliliğe sahip olmaktır. Çim bitki türlerinde en büyük çeşitlilik kendi orijin merkezlerinde ve yakın çevrelerindeki "genetik çeşitlilik merkezinde" bulunur. Hastalık ve zararlılara karşı dayanımı ve farklı

abiyotik streslere karşı yüksek toleransı olan genotipler, türün genetik çeşitlilik merkezi ve doğal yayılımı gösterdiği alanda mevcuttur (Burton, 1965). Bermuda çimi türünde ülkemiz genetik çeşitliliğin merkezinde yer almasına rağmen ihtiyaç duyulan üretim materyalinde (tohumlu ve klonal çeşitler) tamamen dışa bağımlıdır (Sever Mutlu, 2021). Ticari olarak kullanılan mevcut tüm çeşitler, ABD’de yüzyıldan uzun bir süre önce başlatılmış ıslah programlarından geliştirilmiş ve sektöre kazandırılmış çeşitlerdir. Ülkemizin bu konuda asıl problemi, Avrupa ve Kuzey Amerika’da ıslah edilmiş çeşitlerin, ülkemiz ekolojik koşullarına, mevcut hastalık ve zararlılarına karşı yeterince dayanıklı olamaması ve sonuç itibarıyla çim alan tesis ve bakım masraflarını arttırmasıdır. Türkiye florasında yüzyıllardır yaşayagelen doğal Bermuda çimi (*C. dactylon*) popülasyonlarının değerlendirilerek, ülkemiz coğrafyasına özgün çeşitlerin ıslah çalışmaları için oldukça geç kalınmıştır (Sever Mutlu, 2021). Oysaki bu türde sahip olduğumuz genetik zenginliği kullanıma sokarak, daha yüksek adaptasyon yeteneğine sahip yerli Bermuda çimi çeşitlerimizi geliştirebilmek mümkündür. Bu bakımdan Bermuda çiminde çeşit ıslahı yolunda yapılacak bilimsel çalışmalar ve elde edilecek sonuçların uygulamaya aktarılması önem arz etmektedir. Halihazırda Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü bünyesinde yürütülen çim ıslahı programı kapsamında içinde Bermuda çiminin de yer aldığı sıcak iklim çim türlerinde çeşit geliştirme çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışmanın amacı, Akdeniz Üniversitesi’nde geliştirilen Bermuda çimi ıslah hatlarının kendilenme/ kendine uyumsuzluk, tohum verimi ve diğer çim performans özelliklerini araştırarak tohum çeşitlerinin geliştirilmesinde anne ve baba olarak kullanılabilecek aday hatları belirlemektir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Bermuda Çimi Morfolojisi ve Genel Özellikleri

Cynodon spp., Poaceae (Gramineae) çim ailesinin Chloridoideae alt familyası Cynodonteae takımını altında yer alan *Cynodon* cinsine ait sıcak iklim çim türüdür (Clayton ve Renvoize 1986). Genel olarak Bermuda çimi olarak adlandırılan *Cynodon* spp. türleri çok yıllık olup C4 fotosentetik yolağına sahiptirler. Bu cins kapsamındaki bitkiler düz, doğrusal yaprak ayalarına sahiptir ve genellikle üst kenarlarında tüyler barındıran zarsı bir dilcik yapısı göstermektedir (Taliaferro 2003). *Cynodon* spp. taksonlarının stolon boğumlarının bileşik yapıda ve genel olarak 3 yaprak ürettiği Bogdan (1952) ve Roche ve Loch (2005) tarafından tespit edilmiştir. Her bir bileşik boğumdaki çoklu yapraklar tipik olarak stolonun uç bölgesine daha yakındır. Alt sınırdaki bulunan yan tomurcuklar stolonun karşı tarafındadır (Şekil 2. 1).

Her stolon boğumu tipik olarak 2 ila 4 dal üretir (Roche ve Loch 2008a), bunlardan biri veya ikisi yan stolon olabilir, böylece yoğun bir çim örtüsü oluşturacak karmaşık bir dallanma yapısında stolon ağı yaratır. Bu tür gelişim morfolojisinin, çim tesisi için kullanılan çok yıllık çimlerin seçiminde ve yönetiminde önemli bir husus olduğu bildirilmiştir (Moore ve Moser 1995).

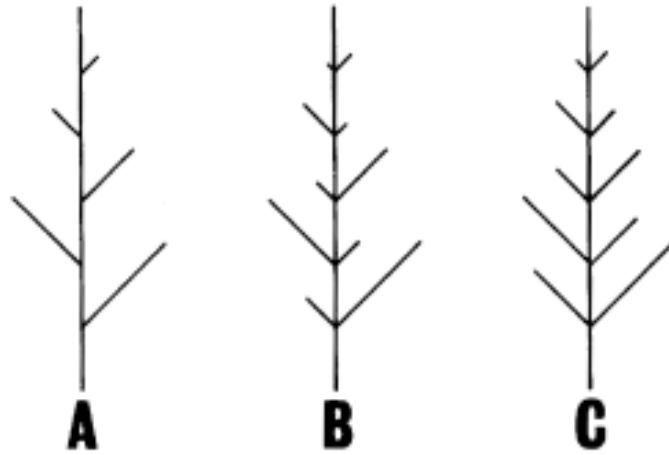


Şekil 2. 1. Bermuda bitkisinin çiçekçikleri bir pistil ve üç anterden oluşur (a ve b). Türkiye’den toplanan bermuda çimi genotiplerinde çiçek başakları açısından (başakçık sayısı ve uzunluğu) görülen varyasyon (c) (Sever Mutlu 2016)

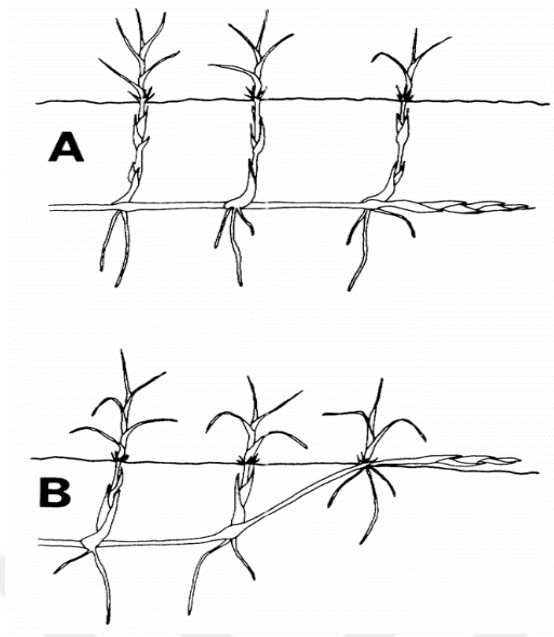
Cynodon türlerinin dallanma modelinde yüksek düzeyde farklılık vardır. Hem *C. dactylon* hem de *C. dactylon* x *C. transvaalensis* melezlerinin, Şekil 2. 2’de görüldüğü gibi zıt bir eşit dallanma modeline sahip olduğu bildirilmiştir (Rawal ve Harlan 1970). *Cynodon* cinsi içinde yer alan türlerin doğal popülasyonlarının genellikle öbekler halinde olduğu rapor edilmiştir (Rawal ve Harlan 1970).

C. transvaalensis ve *C. dactylon*’un her ikisi de hem stolonlar ve hemde rizomlarla yayılım göstermektedir (Bogdan 1977). Rizom ve stolonlara sahip olma bu türlere yayılım açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Rawal ve Harlan (1970) *Cynodon* spp. türlerinde iki tip rizom yapısının görüldüğünü belirtmektedirler. Bunlardan birincisi ucu her zaman toprak yüzeyinin altında olan, uzun internodlara sahip, nispeten ince yapıda, ve düz olma eğiliminde olan gerçek bir rizom (Şekil 2. 3.a) ve ikincisi daha geniş çaplı, etli yapıda, genellikle eğri, kısa boğumlar arası mesafeye (internodlar) sahip ve toprak yüzeyine çıkan, ve ardından bir stolona dönüşen bir rizom türü (Şekil 2. 3.b) (Rawal ve Harlan 1970). Gerçek rizom, Şekil 2. 3.b 'de görülen ve rizomun toprak yüzeyine çıkarak stolona dönüşen rizom tipine göre daha derinde ve daha hızlı büyür.

Yaz aylarında yoğun çiçek oluşturan *Cynodon* türlerinin çiçekleri genel olarak 2 - 6 adet ve bir noktadan çıkan başaklardan oluşmuş bileşik başaktır. Şekil 2.4’de görüldüğü üzere çiçekler birkaç adet tek taraflı başak (spike) veya alt başaklardan oluşabilmektedir. Çiçekçikler (spikelets) ise 3-7 cm arasında varyasyon gösteren başaklar üzerinde sıralanmıştır (Bogdan 1977).

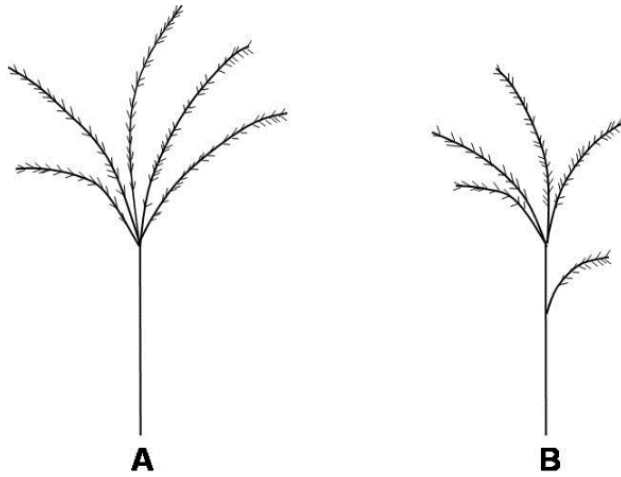


Şekil 2. 2. *Cynodon* spp. dallanma modelleri (a) zıt izleyen, (b) orta ve (c) karşılıklı eşit olan (Rawal ve Harlan 1970)



Şekil 2. 3. (a) Ucun her zaman toprak yüzeyinin altında kaldığı gerçek tipte bir rizom; (b) yüzeye çıkan ve bir stolona dönüşen rizom (Rawal ve Harlan 1970)

Cynodon spp. türlerinin yayılımı ve taksonomisi üzerine yoğun çalışmalar yapan Harlan ve ark. (1970a) ve Harlan ve de Wet (1969) Bermuda çiminin dünyanın her yerinde bulunan, kozmopolit bir çim olduğunu tanımlayarak, bölgesel dağılımını ve evrimsel gelişimini ayrıntılı bir şekilde ortaya koymuşlardır. Öte yandan araştırmacılar, kozmopolit olmasına rağmen, (Harlan ve de Wet 1969), Bermuda çiminin yapay olarak oluşturulmuş yeşil alanlar dışında, doğada geniş araziler halinde büyük popülasyonlar halinde bulunmadığı konusunda uyarılmışlardır.



Şekil 2. 4. *Cynodon* spp. çiçek salkımının yaygın olarak görülen iki tip (a) başakçık ve (b) alt başakçık(After Rawal ve Harlan 1970)

Cynodon cinsi hekzaploid yapıdan diploid seviyelere kadar farklı ploidi düzeylerinde türler ve varyeteleri içermektedir. Harlan vd., (1970) *Cynodon* cinsinin dokuz tür ve on varyeteden oluştuğunu bildirmişlerdir (Çizelge 2.1). Kew Kraliyet Botanik bahçesi (Royal Botanic Gardens, 1999) tarafından *Cynodon* cinsi yeniden revize edilerek listeden *C. x magennisii* Hurcome türü çıkarılmıştır (Taliaferro ve ark. 2003). *Cynodon* cinsi içerisinde yer alan türler ve her birinin genetik çeşitlilik merkezleri ve kromozom sayıları çizelge 2.1’de sunulmuştur.

Çizelge 2.1. *Cynodon* taksonları, kromozom sayıları ve doğal yayılış alanları (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	36	Kozmopolit
var. <i>dactylon</i>	18,36	Afganistan
	18	Güney Afrika
var. <i>afghanicus</i>	36	Filistin, Doğu-Güney Hindistan
Harlan et de Wet	36	Madagaskar
var. <i>aridus</i>	36	Güney Afrika, G. Yarımküre 13. enlemin güneyi- Baberspan
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		

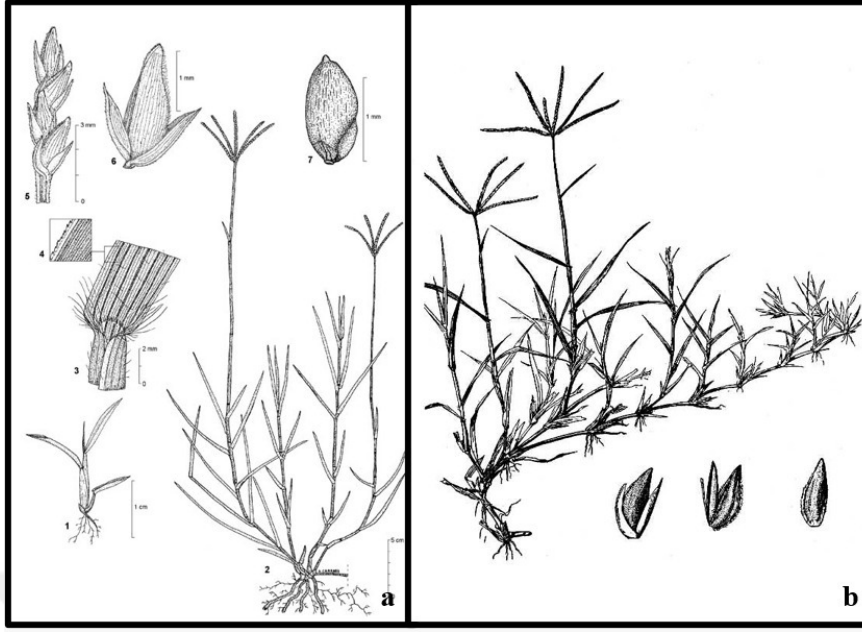
Çizelge 2.1' in devamı

<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

Cynodon cinsi içinde yer alan 9 tür arasında çim bitkileri açısından önem arzeden ve ticari değeri en yüksek türlerden biri *C. dactylon* (L.) Pers ve diğeri ise *C. transvaalensis* Burt-Davy'dir (Sever Mutlu 2021). Köpek dişi ayrığı ya da İngilizce 'common bermudagrass' olarak bilinen *C. dactylon* türünün dünyanın özellikle tropik ve subtropik iklim bölgelerinde doğal genotipleri bulunmaktadır. Morfolojik olarak çok büyük genetik çeşitlilik gösteren *C. dactylon* var. *dactylon*, türünün çim bitkisi olarak kıymet arz eden küçük, ince bir tekstürden, yem bitkisi olarak kullanılmaya uygun, yoğun biyomas oluşturan oldukça geniş ve kaba dokulu olan bitki tiplerini içerdiği bildirilmektedir (Harlan ve de Wet 1969). Doğal *C. dactylon* genotiplerinin kuzey yarımkürede 53 °N enleme kadar ve 0-3000 m rakımlar arasında yayıldığı rapor edilmiştir (Harlan ve de Wet 1969). Bermuda çiminin oldukça agresif ve yayılıcı yabancı ot tipi ırklarının bu varyeteden oluştuğu düşünülmektedir (Harlan de Wet 1969; Gulsen ve ark. 2009) tetraploid yapıda *C. dactylon* (L.) Pers var *dactylon* çiminin bir Eurasian çim varyetesi olduğu ve Türkiye'den Pakistan'a kadar uzanan geniş coğrafik alanın evrimsel gelişim merkezi olduğu bildirilmiştir. Gülşen ve ark. (2009) tarafından yürütülen araştırma sonuçlarında Akdeniz Bölgemizin Bermuda çimi (*C. dactylon* (L.) Pers. var. *dactylon*) için dünyanın önemli bir gen ve genetik çeşitlilik merkezi olduğunu kanıtlamıştır. Bahsi geçen çalışmada Bodrum'dan Hatay'a kadar Türkiye'nin güney kesimi boyunca çok farklı rakımlardan toplanan yüzlerce Bermuda çimi (*C. dactylon* var. *dactylon*) genotiplerinin detaylı morfolojik, moleküler ve sitogenetik karakterizasyonları

yapılmıştır. 2007-2009 yılları arasında yürütülen bu araştırma sonucunda Türkiye’den toplanan *Cynodon* genotiplerinin büyük bir kısmının tetraploid ($2n=2x=36$) olduğu öte yandan diploid seviyeden ($2n=2x=18$) hekzaploid’e ($2n=6x=54$) kadar diğer tüm ploidi seviyelerinde bireyler içerdiği rapor edilmiştir. Ayrıca toplanan Bermuda genotiplerinin genetik olarak büyük bir varyasyona sahip olduğu tespit edilmiştir (Gulsen ve ark. 2009). Belirtilen bu araştırma kapsamında Türkiye’den toplanan *Cynodon* genotiplerinden 95 adedi, devam niteliğindeki araştırma kapsamında çoğaltılarak Mersin koşullarında araziye aktarılmış ve morfolojik karakterleri, çim bitkileri özellikleri ve kurağa dayanım bakımından iki yılı aşkın süre boyunca değerlendirilmiştir (Sever Mutlu ve ark. 2022). Çalışmadan elde edilen sonuçlar Türkiye’den toplanan bermuda genotipleri arasında kuraklık stresine dayanım açısından çok geniş bir varyasyon olduğunu ve bazı genotiplerin mükemmel kuraklık dayanımı ile ticarete konu olan ‘Tifway’, ‘Contessa’, ‘NuMex Sahara,’ ‘Riviera’, ‘Blackjack’ gibi Bermuda çimi çeşitlerini geride bıraktıklarını ortaya koymuştur. Diploid, triploid, tetraploid, pentaploid ve hexaploid olmak üzere tüm ploidi seviyelerinden Bermuda genotiplerinin dahil edildiği çalışmada, artan ploidi seviyesinin kuraklık dayanımını doğrusal olarak arttırmadığı rapor edilmiştir. Araştırmacılar üstün kuraklık dayanımına sahip olduğu tespit edilen yerli *Cynodon* genotiplerinin kuraklığa dayanıklı yerli Bermuda çimi çeşitlerinin geliştirilmesi için genetik kaynak olarak kullanılabileceğini rapor etmişlerdir (Sever Mutlu ve ark. 2022).

Rizomları ve stolonları ile hızlı bir gelişim gösteren ve bulunduğu alanı hızla kaplayan *C. dactylon* tohumla ya da klonal olarak çoğaltılabilmektedir. Alt varyetelerine göre morfolojik olarak önemli farklılık gösteren *C. dactylon* sivri uçlu, 2-15 cm uzunluk ve 2-4 mm genişlikte şerit formunda ve üzeri seyrek tüyler ile kaplı yaprak ayası oluşturmaktadır. Kulakçık oluşturmamakta ve dalcik kısmında beyaz renkli kirpik şeklinde tüyler barındırmaktadır. Kısa ve tüysüz ve bir bütün halde devam eden yakacık oluşturmaktadır. Yaprak kınının üstü her iki yanda bol tüylüdür. Dik formda bir gelişme gösteren *C. dactylon* biçim yapılmayan koşullarda 40 cm yüksekliğe kadar boylanabilmektedir (Şekil 2. 5). Diğer tüm *Cynodon* türlerinde olduğu gibi bileşik başak şeklinde çiçekler oluşturmaktadır (Şekil 2. 5). Çiçek başağı; çiçek sapının ucunda 4-7 adet ve her biri 2,5-5 cm uzunluğunda tek yanlı başaklardan (raceme) oluşmaktadır (Beard 1973; Sever Mutlu 2021)

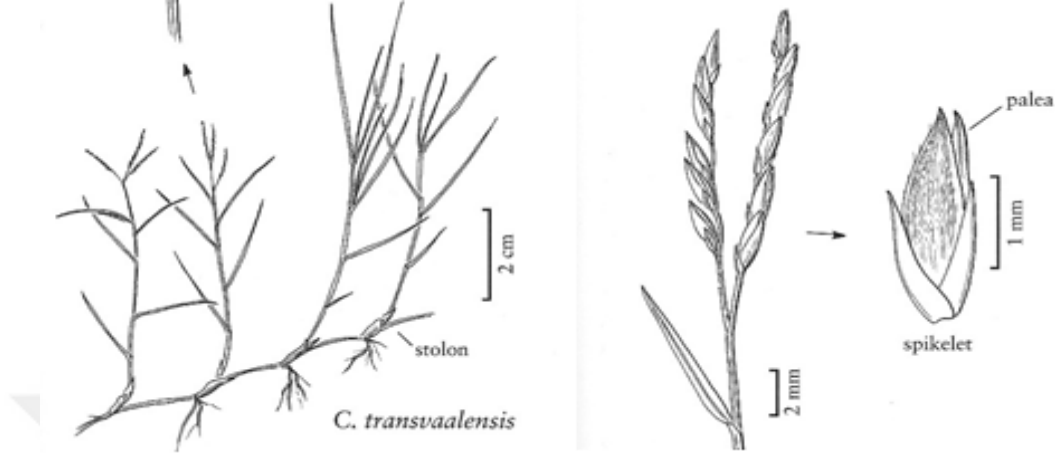


Şekil 2. 5. *C. dactylon* bitkisinin morfolojik özellikleri (Hitchcock 1950)

Sıcak iklim çim bitkileri içinde gölgeye dayanımı en zayıf olan türlerden biri olan *C. dactylon*, tam güneş ışığı alan koşullarda kaliteli bir çim örtüsü oluşturmaktadır (Beard 1973). Optimum büyüme ve gelişmeyi 27-35°C de gösterir. Bir C4 bitkisi olarak yüksek sıcaklıklara oldukça dayanıklı olan Bermuda çimi subtropik ve tropik iklim bölgelerinde sahil kuşağında ve ortalama 670-1750 mm yağış alan bölgelerde çok iyi gelişme sağlamaktadır (Duke 1983). En düşük gelişme sıcaklığı 15-13°C olup bu sıcaklık değerleri altında büyümesi durur ve 10°C sıcaklık ve altında dinlenmeye (dormansi) girerek yaprakları sararmaya başlar (Brosnan ve Deputy 2008). İlkbaharda sıcaklıkların tekrar 15°C ve üzerine çıkmasıyla yeniden aktif büyüme ve gelişmeyi başlatır ve yeşil rengini kazanır. Subtropik ve özellikle ılıman iklim kuşağında sonbahar ve kış aylarında hava sıcaklığının 10°C'nin altına düştüğü bölgelerdeki uzun dormansi dönemi türün aktif kullanım gerektiren spor alanlarında kullanımı için sorun oluşturmaktadır. Bu sorunun giderilmesi için çoğunlukla sonbaharda *Lolium perenne* çeşitleri kullanılarak üst ekim (over seeding) işlemi yapılmaktadır. Bermuda çiminin yaygın kullanıldığı subtropik ve tropik iklim kuşağı dışında, ılıman-soğuk iklim kuşağında kullanımlarını arttırmak için, düşük sıcaklıklara toleransın geliştirilmesi gereken önemli seleksiyon kriterlerinden biri olduğu bildirilmiştir (Taliaferro 2003). Soğuk dayanımı açısından Bermuda çiminde geniş varyasyon mevcuttur (Anderson vd. 2001).

C. transvaalensis, *Cynodon* cinsi içinde önem arzeden ve Bermuda çimi ıslahında kullanılan en önemli ikinci türdür. Afrika Bermuda çimi olarak bilinen *C. transvaalensis*, *C. dactylon* türü ile karşılaştırıldığında daha narin bitki tekstürüne sahip olup ortalama 15 cm boylanarak bodur yapıda çim örtüsü oluşturmaktadır. *C. transvaalensis* türü de çok yıllık rizomlu ve stolonlu bir türdür. Sarımsı yeşil yaprakları 1-4 cm uzunluğunda 1.5-2 mm eninde ve üzeri tüysüz veya seyrek tüylerle kaplıdır. Çiçekleri bir noktadan çıkan 2-

3 adet başaklardan (1.5- 2 cm) oluşmuş bileşik başaktır. Dilcik (ligule) kısmı ise 0.1-0.3 mm uzunluğunda kirpik formu zarımsı yapı gösterir (Beard 1973). *C. transvaalensis* diploid ($2n= 18$) yapıda olup, kısır hibrit Bermuda çimi çeşit ıslahında *C. dactylon* ile melezlemelerde kullanılır (Şekil 2. 6).



Şekil 2. 6. *C. transvaalensis* türünün morfolojik özellikleri (Miller ve Vorobik 2020-Flora of North America. Cynodon pg239)

Tüm *Cynodon* spp. türlerinin temel kromozom sayısı dokuz ($x = 9$) olup $2n = 2x = 18$ (diploid) ile $2n = 6x = 54$ (hekzaploid) arasında değişen ploidi seviyeleri içermektedir (Taliaferro ve ark. 1997; Huang ve ark. 2018). Türkiyeden toplanan *C. dactylon* genotiplerinde; diploitlerin oranı %3.3, triploidlerin %1.6, tetraploidlerin %67.5, pentaploidlerin %19.8 ve hekzaploidlerin %7.7 olarak tespit edilmiştir (Gülşen ve ark. 2009). Genellikle Afrika Bermuda çimi olarak anılan *C. transvaalensis*, bir diploiddir ($2n = 2x = 18$) ve Güney Afrika'nın Transvaal bölgesine özgüdür (De Wet ve Harlan 1971). Genel olarak tetraploid *C. dactylon* genotipleri tohumlu tip Bermuda çimi ıslahı için tek genetik kaynak oluşturur. Vejetatif triploid hibrit bermuda çimleri ($2n = 3x = 27$), esas olarak tetraploid *C. dactylon* çimi ve diploid *C. transvaalensis* hibridizasyonundan elde edilmektedir. *C. transvaalensis* türü, *C. dactylon* var. *dactylon* ile kolaylıkla melezlenebilmektedir. Triploid hibritlerin tümü kısırdır ve esasen polen üretimi veya tohum kümesine sahip değildir ve klonal olarak çoğaltılırlar (Powell vd. 1974).

Bermuda çimi farklı toprak koşullarına iyi bir adaptasyon yeteneği gösterir. Her ne kadar besin elementlerince zengin, drenajı iyi ve orta bünyeli topraklarda hızlı gelişim gösterse de ağır bünyeli killi topraklar ile kumlu topraklarda da yetişebilmektedir. Ayrıca alkali topraklardan pH'sı 5.5 olan asit topraklara kadar geniş bir pH seviyesinde yetişebilmektedir (Beard 1973; Burton ve Hanna 1985).



Şekil 2. 7. Bermuda çimi çiçek başağı ve çiçekçikleri

Bermuda çimi büyüme ve gelişme hızı yaz aylarında, sulama ve gübrelemeye paralel olarak oldukça hızlanır. Hızlı gelişim özelliği çim yüzeyli spor sahaları için önemli bir avantaj sağlamakla birlikte, biçim sıklığını artırması bakımından önemli sorunlarından biri olarak görülebilir. Öte yandan kullanım amacına uygun olarak, dengeli bir gübreleme, uygun yükseklikten biçim ve yeterli sulama altında kaliteli ve oldukça homojen görünen çim yüzeyler oluşturur. Bölge iklimsel koşulları ve yetiştirme dönemi uzunluğuna göre değişmekle birlikte ev bahçeleri ve parklarda yılda metrekareye 10-30 g, spor sahalarında ise 60-80 g oranına kadar saf azot kullanılabilir (Emmons 2000). Aşınma, kuraklık ve tuzluluk stresini tolere eder; hastalıklar sadece birkaç sorun yaratır (McCarty ve Miller 2002).

Bermuda (*Cynodon* spp.) çimi ile yeşil alan oluşturulurken kullanılan çeşitlere bağlı olarak tohum ve vejetatif olmak üzere temel olarak iki çoğaltım yöntemi kullanılır. (Turgeon 2008). Tohumlu tip Bermuda çim çeşitleri, değişen iklim koşullarında daha istikrarlı performansa sahip olmalarına rağmen, yakın zamanlara kadar vejetatif olarak çoğaltılan hibrit bermuda çim çeşitlerine kıyasla daha düşük çim kalitesine sahip olduğu bildirilmektedir (Clegg 1990). Öte yandan son 20-30 yılda tohumlu tip Bermuda çimi ıslah çalışmaları sonucunda, vejetatif tip hibrit Bermuda çim çeşitleri ile karşılaştırılabilir çim kalitesi gösteren gelişmiş çeşitler ıslah edilmiştir (Martin ve ark. 2007). Bermuda çiminin çim bitkisi olarak kullanımı 1900'lerin başına kadar gitmektedir ve ilk defa çim amaçlı kullanılan Bermuda genotiplerinin *C. dactylon* türlerine ait olduğu bildirilmektedir (Taliaferro 2003). Özellikle Güney Afrika'da yirminci yüzyılın ilk yarısında çim bitkisi olarak kullanılacak Bermuda genotipleri toplanmaya başlamıştır (Sever Mutlu 2021). Henüz planlı ıslah çalışmaları çok yetersiz olduğundan yeşil alan çalışmalarında kullanılan ilk çeşitleri kaba yapıda ve muhtemelen yabani türlere bebenziyordu (Taliaferro 2003). Daha sonraki yıllarda, ABD' de dünyanın farklı bölgelerinden toplanan genotiplerden oluşan zengin koleksiyonlar ve ıslah programları oluşturulmaya başlanmış "gelişmiş yaygın" tipler olarak adlandırılan daha yoğun, daha ince ve daha koyu çeşitler geliştirilmeye başlanmıştır (Baltensperger ve ark. 1993). Bu çeşitler, canlı tohum üretme yeteneklerinden bağımsız olarak hem tohumlu hem de vejetatif olarak çoğaltılabilir (Nickson 2009; De Brujin 2012). Bermuda çiminde geliştirilen tohumlu çeşitler,

heterozigot yapıda bireylerden oluşan, ancak fenotipik olarak homojen bir çim standı oluşturabilecek heterojen popülasyonlardır (Hanna ve ark. 2013).

Cynodon spp. hem eşeysiz hem de eşeyli olarak çoğalabilir. Eşeysiz (klonal) çoğaltımda stolonlar, rizomlar, kök ve sürgün aksamının birleşme noktasındaki özel meristematik doku olan taç (crown) bölgesi veya bunların kombinasyonları kullanılabilir. Bermuda çimleri hem erkek hem de dişi organları ihtiva eden tam çiçekler oluşturmaktadır. Bileşik başak şeklinde çiçek yapısına sahip Bermuda çiminde her bir çiçekte başak sayısı (raceme) ve her bir başak üzerinde oluşturulan çiçekçik sayısı bakımından genetik açıdan önemli bir varyasyon olduğu bildirilmiştir (Wu ve ark. 2006; Sever Mutlu ve ark. 2014). Bermuda çimi çiçekleri bir pistil ve üç anterden oluşmaktadır (Taliaferro 2003). *Cynodon* spp., erkek ve dişi gametofitlerin gelişimi ve tozlaşma yoluyla eşeyli olarak çoğalır. Embriyo keseleri, olgunlukta bir yumurta, iki polar, iki sinerjit ve üç antipodal çekirdek içeren normal bir yapı gösterir (Burson ve Tischler 1980). Olgun polen taneleri vejetatif (tüp) bir çekirdek ve üretken bir çekirdek içerir. Üretken çekirdek büyüyen polen tüpünde 2n embriyo ve 3n endospermi oluşturmak için sırasıyla yumurta ve kaynaşmış iki kutup çekirdeği ile birleşecek iki çekirdek üretmek üzere bölünür. Mayoz bölünme ve normal ayrışma sırasında iki değerli kromozom eşleşmesinin kapsamı, gametofitik canlılık ve nihai tohum seti ile ölçüldüğü gibi, bitkilerin temel verimliliğinin ana belirleyici göstergesidir (Forbes ve Burton 1963; Hanna ve Burton 1977)

Bermuda çimleri uzun gün bitkileri olup artan gün uzunluğu ve sıcaklıklara tepki olarak ilkbahardan itibaren çiçeklenmeye başlarlar. *C. dactylon*, ilkbahardan başlayarak, yaz aylarında yoğun çiçek oluşturmakta ve sonbahar boyunca da büyüme devam ettikçe çiçeklenmektedir (Taliaferro 2003). Çiçeklenmenin uygulanan bakım (sulama, gübreleme vb.) ile manipüle edilerek arttırılabileceği ve yılda iki defa tohum hasadının mümkün olabileceği bildirilmektedir (Taliaferro 2003). Genel olarak *C. transvaalensis* türünün ilkbaharda yoğun bir çiçeklenme dönemine sahip olduğu, yazın nispeten daha az çiçek oluşturduğu ve ardından sonbaharda tekrar çiçeklendiği rapor edilmiştir (Taliaferro 2003; Sever Mutlu 2021). Bermuda çiminde çiçekçikler genellikle sabahın erken saatlerinde (05:00- 08:00) açıldığı anda çiçek tozları serbest bırakılır (Taliaferro, 2003). Çiçeklerin açılma zamanı bulunan enlem ve bölge iklimsel koşullarına bağlı farklılıklar göstermektedir. Örneğin kurak iklim koşulları altında çiçeklenmenin, su stresinin daha az olduğu gece yarısı 23:00-02.00 saatleri arasında başladığı tespit edilmiştir (Taliaferro 2003). Oldukça iyi tohum tutan *C. transvaalensis*'in bir diğer farkı da, *C. dactylon*'un tersine olgunlukta tohum kapsülünün çatlaması ve tohumların saçılmasıdır.

Bermuda çimleri, yüksek orandaki kendine kısırlık ve açık tozlanma özellikleri nedeniyle yabancı tozlanırlar (Burton ve Hart 1967). *Cynodon* türlerinde özellikle *C. dactylon*'daki, kuvvetli kendine kısırlık (kendilenme oranının oldukça düşük olması) daha ziyade kendine uyumsuzluktan kaynaklanmaktadır (Burton ve Hart 1967; Richardson ve ark. 1978; Kenna ve diğerleri 1983; Taliaferro 2003). Sınırlı sayıda da olsa önceki yıllarda yürütülmüş çalışmalarda kendilenmiş tohum oranı % 0,5- % 8 arasında tespit edilmiştir (Burton ve Hart 1967; Richardson ve ark. 1978). Düşük oranda gerçekleşen kendine döllenmenin ise çok yavaş büyüyen ve yumurtalığa ulaşabilen polen tüpleriyle gerçekleştiği saptanmıştır (Taliaferro ve Lamle 1997). Fertilite oranı Bermuda çimi genotipleri geniş bir varyasyon göstermektedir. *C. transvaalensis* türünün oldukça yüksek fertilitiye sahip olduğu ve %72-83 oranında tohum bağladığı tespit edilmiştir

(Taliaferro 1992). Bazı bermuda çimi çeşitlerinin kısır olarak tanımlanmasına rağmen, (Burton ve Hart 1969), kromozom düzensizliklerinin nadiren tam kısırlığa neden olduğu ve en kısır bitkilerin bile ara sıra tohum üretmesinin muhtemel olduğu belirtilmektedir. Açık tozlanma ve genetik kendine uyumsuzluk, türlerde güçlü çapraz (yabancı tozlaşma) sağlamak için işlev görür (Burton 1947; 1965; Richardson ark. 1978; Taliaferro ve Lamle 1997).

Bermuda çiminde tür içi (intra) ve türler arası (interploidi) düzeyde melezlemeler sonucunda, canlı tohumlar üretilebilir (Taliaferro 2003). Bermuda çimi bitkileri arasında kontrollü çaprazlamalar, elle emaskülasyon ve tozlama yoluyla başarıyla yapılmaktadır. Ancak teknik zahmetli ve zaman alıcıdır (Richardson 1958; Burton 1965). Burton (1965) ışık süresi ve intensitesinin manipüle edilerek Bermuda genotiplerinde çiçeklenmenin uyartılarak kontrollü melezlemelerin mümkün olduğunu göstermiştir. Öte yandan pratikte yer bulan daha kolay yöntem ise mevcut kendine uyumsuzluğun verdiği avantajı kullanmaktır. Bu yöntemde çiçeklenmenin henüz başladığı iki ebeveyn çevreden izole bir ortama alınır ve ardından hava akımı veya titreşim verip birbirlerine polen dağılımı sağlanır (Burton 1965). Bu sayede çiçek başakları üzerinde elde edilen tohumların büyük çoğunluğu hibrit olmaktadır.

2.2. Bermuda Çimi Islahı Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Halihazırda ticarete konu olan Bermuda çimi çeşitleri iki veya daha fazla tetraploid *C. dactylon* genotipinin melezlenmesi (*C. dactylon* x *C. dactylon*) yoluyla geliştirilmiş sentetik tohumlu tip çeşitler ve tetraploid *C. dactylon* x diploid *C. transvaalensis* melezlemesinden elde edilen F1 hibrit kısır yapıda triploid klonal (vejetatif) çeşitlerden oluşmaktadır (Pornaro ve ark. 2019; Wu ve ark. 2009). Ayrıca sınırlı sayıda da olsa türler arası melezleme ile geliştirilmiş (hexaploid *C. dactylon* x diploid *C. transvaalensis*) tetraploid yapıda steril vejetatif ve tohumlu tip çeşitler mevcuttur (Hanna ve ark. 1990; Hancock ve ark. 2017). Klasik melezleme ıslahı yanında mutasyon ıslahı ile geliştirilmiş Bermuda çimi çeşitleride ticarete konu olmuştur (Taliaferro 2003).

F1 hibrit steril vejetatif Bermuda çim ıslahı 1940 yıllarda ABD’de başlamıştır. Kısır bu çeşitler triploid ($2n=3x=27$) yapıda olup kromozomların iki seti tetraploid *C. dactylon* türü ve 1 seti diploid *C. transvaalensis* türünden gelmektedir. O zamana kadar mevcut *C. dactylon* çeşitlerinin, kısa biçilememeleri, oldukça kaba yapıları ile mükemmel çim kalitesini gerektiren golf sahalarına uygun olamaması daha bodur ve ince tekstürlü hibrit vejetatif bermuda çimi ıslahının başlatılmasına neden olmuştur. Böylece kaba ancak kuraklık vb. streslere daha toleranslı tetraploid *C. dactylon* türü, çok daha ince çim tekstrüne sahip ve bodur yapıda *C. transvaalensis* ile melezlenmiştir. 1950 li yıllardan itibaren geliştirilmiş Tifway-419, Tiffine ve Tifgreen bu çeşitlere örnek verilebilir. Bermuda çimleri içinde en yüksek çim kalitesini sağlayan triploid çeşitler golf ve futbol sahaları gibi oldukça yüksek çim kalitesinin arandığı, pürüzsüz homojen görüntüde çim yüzeyin istendiği sahalarda özellikle tercih edilmektedir (Hanna ve Anderson, 2008; Powell ve ark. 1974). Ayrıca rulo çim üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kısır olmaları nedeni ile polen üretmemeleri ve dolayısıyla alerjiye neden olmamaları yeşil alanlarda çok yaygın kullanımlarının bir başka nedenidir (Powell ve ark. 1974). Bilindiği üzere fertil (tohumlu) Bermuda çimlerinin oluşturduğu polenler en önemli alerjenlerden bir tanesidir (Suphioglu ve ark. 1992; Asturias ve ark. 1997; Schappi ve ark. 1999). Triploid vejetatif bermuda çimleri kontrollü melezlemeler ile elde edilebileceği gibi doğada kendiliğinden oluşabilmektedir. Nitekim *C. transvaalensis*, *C. dactylon* var. *dactylon* arasında melezlemeye engel herhangi bir genetik sorun olmayıp kolaylıkla melezlenebilmektedir (Hanna ve Anderson 2008; Hancock ve ark. 2017).

Mutasyon ıslahı Bermuda çiminde yeni çeşitler geliştirmek için kullanılan bir diğer ıslah yöntemidir. Bu kapsamda iyonize radyasyon, stolon ver rizom gibi vejetatif çoğaltım organlarında genetik varyasyon oluşturmak için tercih edilmektedir (Hanna ve ark. 1997; Lu ve ark. 2008; Sever Mutlu 2015). Örneğin 'Tifway' çeşidine Co^{60} kaynağı ile 70 Gy gama ışını uygulanarak, düşük sıcaklıklara ve nematodlara karşı daha dayanıklı, daha fazla kardeşlenerek daha yoğun çim örtüsüne sahip 'Tifway II' çeşidi geliştirilmiştir (Burton 1985, 1991). Benzer şekilde Triploid kısır 'Tifdwarf' ve 'Tifgreen' çeşitlerinin, 68 Gy (Gray), 90 Gy ve 113 Gy dozlarında gama ışını uygulamış ve 71 adet mutant hat (%4,3) elde etmişlerdir. Powell ve ark. (1974), dormant haldeki Bermuda rizomlarına ışınlama gücü 4.500 rads/sn olan Co^{60} kaynağı kullanarak mutant hatlar elde etmiştir. Mutasyon ıslahı ile geliştirilmiş ve üstün özellikleri nedeniyle tescil alınmış bermuda çimi çeşitleri mevcuttur. Yine benzer yöntemle triploid 'Tifgreen' çeşidine 90 Gy gama ışını uygulanmasıyla daha bodur yapıda böylece daha az biçim gerektirecek, açık yeşil tonda, ve daha iyi soğuk toleransı gösteren 'Tifgreen II' çeşidi geliştirilmiştir (Burton 1991;

FAO/IAEA 2019). Halihazırda ülkemizde de ticarete konu olan steril F1 çeşitlerden Tifsport Bermuda çimi 'Midiron' çeşidinin 80 Gy dozunda ışınlaması sonucu geliştirilmiştir (Hanna 1986). Arazi koşullarında yapılan gözlemler sonucunda 'Tifsport' çeşidinin, geliştirildiği Midiron çeşidine göre çok daha kısa biçilebildiği, bazı çim zararlılarına daha yüksek direnç gösterdiği ve çok daha üstün çim kalitesi oluşturduğu saptanarak 1995 yılında tescil alınarak sektörün kullanımına sunulmuştur (Taliaferro 2003; FAO/IAEA 2019). Bodurluk, daha narin yaprak tekstürü ve yeşil rengin tonundaki farklılıklar gama ışınlaması yöntemiyle geliştirilen mutant Bermuda hatlarında görülen en belirgin morfolojik değişikliklerdir (Powel ve ark. 1974; Lu ve ark. 2009; Sever Mutlu ve ark. 2015).

Tohumlu tip bermuda çim çeşitlerinin nispeten hızlı çimlenmesi ve büyümesi ve kolay ulaşılabilir olmaları, nedeniyle yeşil alan tesisinin daha kolay olduğu kabul edilir (Richardson ve ark. 2003). Özellikle son yirmi-otuz yıldaki ıslah faaliyetleri sayesinde, kaliteleri hibrit kısır çeşitler ile karşılaştırılabilir yeni tohumlu tip Bermuda çimleri geliştirilmiştir (Baltensperger ve Klingenberg 1994; Patton ve ark. 2004). Tohumla çoğaltılan Bermuda çiminin yetiştirilmesine olan ilgi, geçtiğimiz çeyrek yüzyılda önemli bir şekilde artmıştır (Taliaferro 2003; Taliaferro ve ark. 2004). Tohumlu çeşitler hibrit çeşitlere nazaran nispeten daha ucuza mal edilebilir ve zor arazi koşullarında, vejetatif yöntemlerle alan tesisinin daha zor olacağı yerlerde kullanılabilmektedir (Richardson ve ark. 2003).

1980'ler ve 1990'larda "yaygın" (common) olarak adlandırılan tip bermuda çimlerinin (*C.dacylon*) tohumlu çeşit çalışmaları yapıncaya kadar, yeşil alan yapımında daha ziyade steril çeşitler ile vejetatif çoğaltma yöntemi kullanılarak tesis kurulumu yapılyordu. Bermuda çimi, tohum üretimi için uzun yıllar ıslah çalışmaları yapılmamışdı, ancak son 20-30 yıla kadar, mevcut tohumlu çeşitler vejetatif tip bermuda çimlerinin istenen çim kalite özelliklerini yakalayamıyorlardı (Karcher ve ark., 2005; Martin ve ark. 2007; Patton ve ark. 2008; Richardson ve ark. 2004; Shaver ve ark. 2006). 1990'larda piyasaya sürülen tohumlu çeşitlerden bazılarının, uzun süredir çim kalitesi ile endüstri standardı olarak kabul edilen "hibrit" çeşitlerle karşılaştırıldığında, eşit veya üstün kalite sağlayabildiği belirlenmiştir (Baltensperger ve Klingenberg 1994). Tohumlu çeşitlerin, diğer çim tesis etme yöntemlerine kıyasla önemli ölçüde daha düşük maliyetli bir alternatif sağladığı saptanmıştır (Patton ve ark. 2004a; 2004b).

Fertility ve tohum üretim potansiyeli, bermuda çim popülasyonları arasında ve popülasyonlar içindeki tek tek bitkiler arasında büyük farklılıklar gösterir (Baltensperger ve Klingenberg 1994). Burton ve Hart (1969), F1 hibritleri üretmek için Bermuda çimi klonlarının kendi kendine uyumsuzluğunu kullanmıştır. Harlan ve ark. (1965) tarafından Oklahoma Tarımsal Deney İstasyonunda dünyanın farklı bölgelerinden toplanan çok farklı genetik orjine sahip 700'den fazla *Cynodon* spp. hattı arasından , yüksek fertility oranına ve iyi tohum üretim potansiyeline sahip, kışa dayanıklı, iyi genotipler seçilerek, tohumlu çeşit ıslahında kullanıldığı bildirilmiştir (Ahring ve ark. 1974; Taliaferro ve ark. 1975). Devam eden ıslah çalışmaları ile farklı orijinli genotiplerin ıslahta kullanımı çeşitler arasında daha fazla genetik çeşitliliğe yol açmıştır (Yerramsetty ve ark. 2005). Özellikle ABD'de gittikçe ivme kazanan ıslah çabaları ve 2001 yılında 'Riviera' gibi üstün çim kalitesine sahip çeşitlerin piyasaya sürülmesi (Martin ve ark. 2007), tohumlu Bermuda çimlerine olan ilgiyi güçlü bir şekilde geliştirmiştir (Richardson ve ark. 2004; Shaver ve ark. 2006).

Ticari olarak daha fazla tohumlu tip çeşit kullanıma sunuldukça, ideal tohum oranı ve verimliliği belirleme üzerine çalışmalar yapılmıştır (Karcher ve ark. 2005; Munshaw ve ark. 2001; Patton ve ark. 2004a, 2004b; Shaver ve ark. 2006).

Bermuda çimi bitkileri son derece değişken çapraz uyumluluğa sahiptir, bu nedenle kurulan melezleme kombinasyonundaki ebeveyn bitkilerin fertility açısından uyuşumuna bağlı olarak tohum üretimi değişken olabilmektedir (Richardson ve ark. 1978).





Şekil 2. 8. Yerli *C. dactylon* genotipleri kullanılarak türler arası ve tür içi melezlemeler ile geliştirilen elit bermuda hatlarının arazi koşullarında çim performanslarının araştırıldığı ıslah parselleri (Antalya) (Sever Mutlu, 2021)



Şekil 2.9. Yerli *C. dactylon* genotipleri kullanılarak türler arası ve tür içi melezlemeler ile geliştirilen elit bermuda hatlarının arazi koşullarında çim performanslarının araştırıldığı ıslah parselleri (Mersin) (Sever Mutlu, 2021)

Burton ve Hart (1967), belli sayıda Bermuda çim genotipi kullanarak yürüttükleri çalışmada, seçili genotipler karşılıklı melezlendiklerinde kendileme oranından en az altı kat daha fazla tohum verimine ulaşıldığını bildirmiştir.

Burton ve Hart (1967), tohumla çoğaltılan F1 Bermuda hibrit çeşitlerini geliştirmek için Bermuda çiminde kendi kendine uyumsuzluk özelliğine dayalı protokolü kullanmayı önermiştir. Protokol, alındıkları melezleme kombinasyonunda, karşılıklı konduklarında fertility ve fenotipik açıdan birbiriyle uyumlu, öte yandan her biri kendi kendine uyumsuz (kendileme oranı çok düşük) iki klonal ebeveyn bitkinin melezlenmesiyle elde edilen F1 hibrit yapıda tohumlu Bermuda çimi üretmek ve F1 tohumunu pazarlamak olarak ifade edilmiştir. Bu kapsamda araştırılan bazı kombinasyonların nispeten yüksek verimli hibrit çeşitler oluşturduğu, ancak karlılık açısından Arizona'daki alternatif arazi kullanımları için rekabet edebilmek için çok düşük tohum verimine sahip olduğu ve dolayısıyla ekonomik olarak karlı olamayacağı sonucuna varılmıştır. Bu protokol daha sonradan, "yaygın/common" olarak adlandırılan tohumlu Bermuda çiminden daha yüksek soğuk dayanımına sahip tohumlu bir Bermuda çimi olan 'Guymon'u geliştirmek için kullanılmıştır (Taliaferro ve ark. 1983). Ahring ve ark. (1974) ekonomik tohum üretimini belirleyen en önemli faktörlerden ikisinin, yetiştiricilik için avantajlı bir ortam ve karşılıklı melezleme açısından yüksek oranda uyumlu tozlaşma ve dolayısı ile yüksek tohum verimi olduğunu bildirmişlerdir.

Richardson ve ark. (1978), 30 adet *C. dactylon* Bermuda genotipini izole ederek çiçek salkımlarının kendilenmiş tohum oranını incelemiştir. Araştırma sonucunda kendilenme oranının %0.1 ile %8.09 arasında değiştiğini, seçilen 30 bitkinin 24'ünün kendilenme verimliliğinin %1'den az olduğunu, aynı bitkilerin açıkta tozlaşma koşullarında ise tohum oranının ise %15 ile %57 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bermuda çimi genotipleri arasında tohum verimi ve tohum tutma oranını etkileyen temel bileşenler açısından büyük değişkenlik olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde Youngner ve Spaulding (1963), tohum tutma oranı açısından incelediği Bermuda genotipleri arasında oldukça önemli farklılıklar olduğunu bulmuştur.

Tohum veriminin artırılması, tohumlu tip Bermuda çimi ıslahı için önemli bir seleksiyon kriteridir (Tan 2013). Cluff ve Baltensperger'e (1991) göre, tohum verimi ile ilişkili tek özellik çiçek başağında yüzde tohum setidir. Burton (1947) ve Wu ve ark. (2006)'de bir başakta oluşturulan tohum seti yüzdesinin tohum verimi ile anlamlı ve pozitif bir şekilde ilişkili olduğunu, bu nedenle yüksek tohum verimli Bermuda çim çeşitlerinin dolaylı seçimi için en pratik özellik olarak kabul edildiğini bildirmiştir. Wu ve ark. (2006), tohum verimi ile çiçeklenme verimliliği arasındaki korelasyon katsayısının önemli ölçüde pozitif olduğunu ve tohum verimi için çiçek başına raceme (başakçık) uzunluğunun etkisinin ihmal edilebilir olduğunu bildirmiştir. Burton (1947), 4 klonal Bermuda hattından elde edilen 147 half-sib bitkiler arasında çiçek yoğunluğu ve tohum oluşumunda büyük farklılıklar olduğunu bildirmiştir. Tohumlu tip bermuda çimi çeşitleri genel çim kalitesi açısından farklılıklar göstermektedir. Özellikle ilk zamanlar geliştirilen düşük kaliteli tohumlu çeşitler, ev bahçeleri ve benzeri kullanım alanları için yeterli kalitede bir çim örtüsü sağlasa da, golf sahası, spor sahası veya diğer yüksek bakım gerektiren uygulamalar için kabul edilebilir bir çim yüzey üretmemiştir. Bu bakımdan tohum verimi ile birlikte çim kalitesi de önemli seleksiyon kriteridir (Taliaferro 2003)

Son yıllarda tohumlu bermuda çim yetiştiriciliğine yeniden ilgi duyulmuş ve eski tohumlu türlerden çok daha üstün çim kalitesi ve performans gösteren ve aynı zamanda çim kalitesi ile yıllardır endüstri standardı görülen vejetatif steril F1 hibritlere (örn. Tifway çeşidi) eşdeğer performans gösteren yeni nesil tohumlu çeşitler geliştirilmiştir. Bu kapsamda 'Prenses-77' ve 'Riviera', yeni nesil tohumlu bermuda çimleri olarak çim kalitesinde önemli bir atılımı temsil etmiştir (Sever Mutlu 2021). Princess-77, son derece arzu edilen çim özellikleri için özenle yüzlerce klon arasından seçilmiş iki ebeveyn klonunun melezlenmesi ile elde edilen tohumlu tip hibrit çeşittir (Baltensperger ve Klingenberg 1994). ABD Ulusal Çim Değerlendirme Programından (National Turfgrass Evaluation Program) elde edilen veriler, Riviera ve Princess-77 çeşitlerinin endüstri standardı olarak kabul edilen ve klonal bir çeşit olan 'Tifway' ile karşılaştırılabilir bir çim kalitesine sahip olduğunu göstermiştir (NTEP 2007). Geliştirilen bu çeşitler, tohumlu tip Bermuda çiminin spor sahaları ve golf sahalarında kullanılabileceğini kanıtlamış ve kaliteli yeşil alan çim uygulamalarında kullanılmıştır (Patton ve ark. 2004).

Tohumlu çeşitler 'Princess', 'Yukon' ve 'Riviera', çok yüksek sürgün yoğunlukları ve koyu yeşil genetik renkleri ile günümüzde yaygın olarak kabul görmüştür (Morris, 2002). Bu nedenle başta 'Princess 77' olmak üzere belirtilen bu yeni nesil çeşitler 2013–2018 yıllarını kapsayan ABD Ulusal Bermuda Çim Testlerinde, yeni geliştirilen tohumlu tip çeşitleri kıyaslamak için artık standart olarak kullanılmaktadırlar (NTEP 2014).

Princess-77 çeşidi ilk olarak 1995'te piyasaya sürülmüştür ve genetik mirası Amerika Birleşik Devletleri ve Avustralya'dan gelen Bermuda çimlerine dayanmaktadır (Baltensperger ve ark. 1998). Başlangıçta, ince yaprak dokusu, koyu yeşil renk ve çok iyi yoğunluğa sahip 52 farklı *C. dactylon* var. *dactylon* klonundan tohum tutma yeteneklerine dayalı tekrarlayan seleksiyon sonucu ile A-3 ve A-4 olmak üzere iki tane seçkin ıslah hattı (ebeveyn) elde edilmiştir (Rodgers ve Baltensperger 2005). Ebeveynlerin her biri, A-3 ve A-4, kendine kısırdır, ancak karşılıklı çaprazlamaya oldukça uyumludur. Belirtilen bu hatlar izole bir alanda karşılıklı tozlanmaya bırakılarak F1 tohumunun oluşumuna izin verilmiştir (Rodgers 2003). Yapılan arazi gözlemleri ve ardından, 1997 NTEP denemelerinde Princess-77 çeşidinin mükemmel bir çim kalite derecesi sergilediği ve çim kalitesinde endüstri standardı olan steril vejetatif hibrit Tifway'in kalitesini aşan ilk tohumlu bermuda çimi çeşidi olduğu rapor edilmiştir (Morris 2002).

Yeni nesil tohumlu tip bir diğer Bermuda çimi 'Riviera', 2000 yılında Oklahoma Tarımsal Deneme İstasyonu (OAES) tarafından geliştirilerek piyasaya sürülen başka bir sentetik çeşittir. Riviera'nın iyileştirilmiş çim kalitesi ve daha yüksek tohum verimi ile iyi bir performans gösterdiği bildirilmiştir (Taliaferro ve ark. 2004). Riviera çeşidi Oklahoma'dan (ABD) ve Çin'in çeşitli eyaletlerinde toplanan *C. dactylon* genotiplerinden tekrarlamalı fenotipik seleksiyon ile elde edilmiştir (Westerman 2005). On bir adet hat kullanılarak, başlatılan 'Riviera ıslah' programı kapsamında öncelikle yüksek çim kalitesi ve tohum verimine sahip ve ayrıca sıcak ve serin iklim bölgeleri arasında geçiş gösteren yani oldukça sıcak yaz ve soğuk kışların hüküm sürdüğü iklim kuşağına çok iyi adaptasyon gösteren üç farklı orijinli genotip ebeveyn olarak seçilmiştir (Westerman 2005). Ardından seçilen bu ebeveynlerin eşit miktarlarda klonal çoğaltılması ve üretim alanında alındıkları polikros melezleme kombinasyonu dahilinde karşılıklı melezlenmesi sonucu elde edilen tohumların hasat edilmesi yoluyla sentetik birinci nesil tohumlu çeşit 'Riviera' elde edilmiştir (Westerman 2005). Riviera'nın geliştirilmesinde kullanılan ebeveynlerin kendilenme yüzdesinin %2'den daha az olduğu saptanmıştır (Westerman

2005). Riviera çeşidinin geliştirilmesinde kullanılan ebeveynlerin yüksek kombinasyon yeteneğinin (kolay melezlenmesi ve yüksek tohum tuma oranı) Oklahoma'da Bermuda çim tohum üretimi için ekonomik eşikleri aşan bir tohum verimini sağladığı bildirilmiştir (Taliaferro ve ark. 2004). Ardından çok farklı iklimsel bölgelerde arazi koşullarında performans denemelerine alınan Riviera çeşidinin 1997 NTEP raporunda, kontrol olarak kullanılan steril vejetatif çeşit Tifway ile eşit çim kalitesi sağladığı saptanmıştır (Morris 2002). Çim kalitesi ve genel çim performansına ek olarak, Riviera'nın soğuğa mükemmel tolerans gösterdiği ve Amerika Birleşik Devletleri'nin Missouri ve Indiana eyaletlerindeki soğuk kışları atlattığı tespit edilmiştir (Taliaferro ve ark. 2004).

Yukon, *C. dactylon* türüne ait altı farklı ebeveyne ait klonun çoklu (polikros) melezlenmesi ile elde edilen sentetik bir diğer çeşittir. Yukon, diğer tohumla çoğaltılan Bermuda çimlerine kıyasla daha yüksek soğuk toleransı ve çim kalitesindeki geliştirilmiş gücü ile öne çıkan ve 1997 yılında Oklahoma Tarımsal Deneme İstasyonu (OAES) tarafından piyasaya sürülen ve tohumla çoğaltılan sentetik bir çeşittir (Taliaferro ark. 2003). Yukon çok sayıda Bermuda genotipi arasından tohum verimi ve diğer çim karakteristikleri açısından iki tekrarlı seleksiyon döngüsü sonrasında seçilen, fenotipik ve tohum tutumu açısından birbirleriyle en uyumlu 6 adet ıslah hattı kullanılarak geliştirilmiştir (Taliaferro ve ark. 2003). Seçilen altı ebeveynin vejetatif çoğaltılması ile önce üretim alanları için gerekli üretim materyali sağlanmakta ardından altı ebeveynden eşit miktarda stolon ekilerek ebeveynler klonal olarak araziye dikilerek büyütülmekte ve sonuç olarak karşılıklı birbirlerini tozlamaları sonucu üzerlerinden F1 tohumu hasat edilmektedir (Taliaferro ve ark. 2003). Bu çeşidin ebeveyn seleksiyonunda soğuğa mükemmel tolerans, yüksek oranda kendine uyumsuzluk (düşük kendilenme), iyileştirilmiş çim kalitesi ve maksimum tohum verimi potansiyeline odaklanılmıştır (Taliaferro ve ark. 2003). 2006 yılı Bermuda çimi ulusal performans testlerine ait (NTEP-2006) raporda 'Yukon' çeşidinin tüm tohumlu tip Bermuda çeşitleri arasında en yüksek çim kalitesini gösterdiği tespit edilmiştir (Morris 2006).

Transcontinental, Bermuda çimi çeşidi ise 13 klondan oluşan bir ebeveyn tabanına sahiptir (Fraser ve Rose-Fricker 2004). Fenotipik tekrarlamalı seleksiyon yönteminin kullanıldığı ıslah programı kapsamında; önce üstün özelliklere sahip olduğu belirlenmiş 13 adet elit Bermuda hattının çoklu melezlenmesiyle tohumlar elde edilmiştir. Ertesi yıl, hasat edilen tohumlar bir çim alanı oluşturmak için ekilmiş ve gelişen bitkiler arasında bir kez daha çoklu çaprazlanma yapılarak tohumlar elde edilmiştir. Hasat edilen bu tohumlardan elde edilen 2000 çim fidesi içinden üstün performansları ile öne çıkan hatlar sentetik çeşit gelişimi için kullanılmıştır (Fraser ve Rose-Fricker 2004).

NuMex Sahara ise sekiz seçkin klonun melezlenmesi ve ardından birkaç nesil fenotipik tekrarlayan seleksiyon sonucu geliştirilmiş ve 1987'de piyasaya sürülen tohumlu tip Bermuda çimidir (Baltensperger 1989; 2014).

Princess-77, Riviera, Yukon, Transcontinental ve NuMex Sahara gibi çeşitlerin tescili ile birlikte tohumlu bermuda çimlerinin ıslah çalışmaları sonucu sağlanan büyük gelişmeler, yüksek çim kalitesinin arzu edildiği çim sahaların artık tohumlu tip Bermuda çimi çeşitleri kullanılarak da tesis edebileceğini göstermiş ve bu gelişmeler çim endüstrisinin büyük ilgisini çekmiştir (Taliaferro ve ark. 2003).

Tohumlu tip Bermuda çimi ıslahında en önemli seleksiyon kriterlerinden biri yüksek tohum verimi ve kullanılacak ebeveynlerin düşük kendilenme oranına sahip olabilmeleridir (Sever Mutlu 2021). Genel çim kalitesi ve rengi, çim yoğunluğu, hızlı çimlenme ve ekim sonrası kısa sürede bitkinin alanı kaplaması (tesis olma hızı), farklı abiyotik (kuraklık, gölge, trafik) ve biyotik streslere (hastalık ve zararlı) dayanıklılık diğer önemli ıslah kriterleri olarak sıralanabilir (Wu 2009). Tohumlu tip bermuda çimi ıslahında kullanılan temel tür *C. dactylon* türüdür. Farklı ülkelerden toplanan *C. dactylon* genotipleri ile yürütülen araştırmalar, bu türde morfolojik karakterler ve farklı streslere dayanımı açısından geniş varyasyon olduğunu ve özellikle temel morfolojik özelliklerde (örneğin, kalite, renk vb) mevcut kalıtsal varyasyonun, tekrarlamalı fenotipik seleksiyon ile iyileştirileceğine işaret etmektedir (Sever Mutlu 2021).

En önemli seleksiyon kriterleri arasında gösterilen kuraklık dayanımı (Beard ve Sifers 1997) ve su tüketimi (Kneebone ve Pepper 1982; Beard ve ark. 1992) bakımından da genetik varyasyonun mevcut olduğu saptanmıştır. Ayrıca çim bitkileri açısından önemli diğer abiyotik streslerden tuz (Dudeck ve ark. 1983; Francois 1988) ve gölge dayanımı (Gaussoin ve ark. 1988) bakımından da seleksiyon için tür içinde yeterli varyasyonun mevcut olduğu bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

Araştırma Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Çim Bitkileri Araştırma ve Uygulama Alanı'nda 2020-2022 yılları arasında yürütülmüştür.

3.1. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyali

Araştırmada Akdeniz Üniversitesinde yürütülen Bermuda çimi ıslah programından geliştirilen tetraploid yapıda tohumlu tip 6 adet bermuda çimi hattı kullanılmıştır. Belirtilen bu hatlardan üç tanesi tür içi (*C. dactylon* (L.) Pers. var. *dactylon*) ve türler arası (*C. dactylon* (L.) Pers. var. *dactylon* X *C. transvaalensis*) melezleme yöntemleri de kullanılarak geliştirilmiş kurağa oldukça dayanıklı ve kaliteli yerli bermuda çimi hatlarının kendi aralarında melezlemesiyle elde edilen sentetik hatlardan fenotipik tekrarlamalı seleksiyon ile geliştirilmiştir. Her biri dört veya daha fazla hattın melezlenmesiyle geliştirilmiş bu yerli sentetik bermuda çimi hatlarımız; C12-133, B3-6 ve A4-4 arazi koşullarında 2016-2018 yılları arasında üç yıl boyunca test edilmiş ve her birinden tek bitki seleksiyonu ile yüksek kuraklık dayanımına sahip elit bermuda hatları olan C12, B3 ve A4 seçilmiştir.



Şekil 3.1. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Çim Bitkileri Araştırma ve Uygulama Alanı(Google Eart 2022)



Şekil 3. 2. 1x1 m büyüklüğündeki oluşturulmuş olgun *Zoysia çimi* (*Zoysia japonica*) parselleri içine yerleştirilmiş A4 ve C12 genotipleri

Çalışmada ayrıca *C. dactylon* türüne ait tohumlu tip ‘Princess’, ‘Riviera’ ve ‘Celebration’ çeşitlerinden kuraklık dayanımı ve genel çim kalitesi göz önüne alınarak tek bitki seleksiyonu ile seçilen 3 hat (P-1, R-1, CLB-1) kullanılmıştır. Böylece seçilen 6 adet bermuda hattı kullanılarak toplamda 15 farklı $[[n \times (n-1)]/2]$ melezleme kombinasyonu oluşturulmuştur.

Çalışma 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Melezleme kombinasyonlarında kullanılmış tüm elit hatlar Akdeniz Üniversitesi seralarında klonal olarak çoğaltılarak saksılarda (30 cm çapında ve 30 cm derinliğindeki) büyütülmüştür. Yeterli büyüme ve gelişme sağlandıktan sonra Bermuda çim hatları, mart-nisan döneminde arazide izolasyon sağlanmış parseller içine kombinasyonlarına uygun şekilde karşılıklı dikilmiştir.

Kendilenme ve açıkta tohum verimi ile çiçeklenme özelliklerini ortaya koymak üzere araştırma; arazi koşullarında her biri 1x1 m büyüklüğündeki çok daha önceki yıllarda tesis edilmiş (2016) olgun *Zoysia çimi* (*Zoysia japonica*) parselleri içinde 2020 ve 2021 yıllarında Nisan-Aralık ayları arasında yürütülmüştür. Yüksek oranda yabancı tozlanan Bermuda çiminde kontrollü melezleme çalışmaları yürütülürken gerekli izolasyonun sağlanması kombinasyon dışındaki diğer Bermuda çimlerinden olası pollen alımının engellenmesi açısından oldukça önemlidir. Bu bakımdan biçilmeyerek boylanmalarına (yaklaşık 40-50 cm) izin verilmiş *Zoysia çimi* parselleri izolasyon sağlamak üzere kullanılmıştır. Her bir melezleme kombinasyonu; saksılar içinde birbirinden uzak şekilde (en az 10 m) seçilecek *Zoysia çimi* parselleri içine toprağa gömülerek yerleştirilmiştir. Deneme süresince ihtiyaç duyulduğunda sulama yapılmış ve bu işlem için mevcut yağmurlama sulama sistemi kullanılmıştır. Yetiştirme sezonu için kompoze gübre kullanılarak (18-18-18) yaklaşık 20 g N m⁻² verilmiş bunun 2. 5 g N m⁻² Mayıs’ta, 5 g N m⁻² Haziran’da, 5 g N m⁻² Temmuz’da, 5 g N m⁻² Ağustos’ta ve 2.5 g N m⁻² ise Eylül ayında uygulanmıştır.

3.1.1. Kendine uyumsuzluk (Kendilenme oranlarının belirlenmesi)

Bu kapsamda çiçek başağını yeni oluşturmuş ancak başakçıkları açılmamış (dişi çiçekçikler görülmemiş / anther açılmamış durumda) halde olan çiçekler seçilmiş çok ince gözenekli yapıya sahip tüllerden yapılmış keseler ile kapatılmıştır. Bu amaçla her kombinasyondaki elit hat üzerinden 10 ar çiçek izole edilmiştir. Kapatılan çiçekler olgunlaştığında başaklar hasat edilerek ve yaklaşık %20 hipoklorit ve %80 saf su karışımı bulunan çözeltide bekletilmiştir. Yaklaşık bir saat bekleme süresi ardından içerisinde embriyo olan tohumlar ayırt edilebilir hale gelince her bir başakta toplam başakçık sayısı ve oluşan tohum adedi belirlenerek % olarak kendilenme oranı hesaplanmıştır.



Şekil 3. 3. Bermuda çiminde çiçek başağını yeni oluşturmuş ancak başaklar açılmamış çiçekler

3.1.2. Açıkta tozlanma ve tohum bağlama oranı



Şekil 3. 4. Açık arazi koşullarında Bermuda çimleri

Her bir melezleme kombinasyonu içindeki Bermuda hatlarından olgun 30 ar çiçek başağı hasat edilmiştir. Çiçek başakları dikkatlice %20'lik hipoklorit ve %80 su karışımı bulunan deney tüplerinde yaklaşık 1 saat bekletilmiştir. Ardından her bir başakta toplam başakçık sayısı ve oluşan tohum adedi belirlenerek % olarak tohum bağlama oranı hesaplanmıştır.



Şekil 3. 5. Bermuda çimi tohumları(A);boş tohum kavuzu, (B); dolu tohum kavuzu)



Şekil 3. 6. (A), (B) ;Çiçek başakları %20'lik hipoklorit ve %80 su karışımı bulunan deney tüpüne yerleştirilir, (C), (D) ;1 saat %20'lik hipoklorit ve %80 su karışımında bekletildikten sonra boş tohumlar sarı, dolu tohumlar koyu kahverengi olur

3.1.3. Çiçek yoğunluğu ve özellikleri



Şekil 3. 7. Tohumlu tip bermuda çimlerinin birim alandaki çiçek yoğunluğu tohum verimiyle pozitif ilişkilidir

Her kombinasyonda yer alan Bermuda çimi hatlarında, birim alanda oluşturulan çiçek yoğunluğu (varlığı) görsel olarak 1-9 skalası kullanılarak tespit edilmiştir. Bu sıklarda 1.0 değeri ilgili bitkinin tamamında neredeyse hiç çiçek başağı olmadığını ve 9.0 değeri çok yoğun çiçek başağı oluşturduğu ve yer aldığı saksının tamamının çiçek başağı ile kaplı olduğunu ifade etmektedir. Tohumlu tipler için, birim alanda oluşturduğu çiçek sayısı ile tohum verimi arasından pozitif ilişki olduğundan, yüksek çiçek yoğunluğuna sahip hatlar önem kazanmaktadır. Ayrıca çalışmada kullanılan her bir Bermuda hattından 30 ar çiçek başağı hasat edilerek, çiçek başına oluşturulan başak (spike) sayısı, uzunluğu ve her bir başak üzerinde oluşturulan başakçık (spikelet/çiçekçik) sayısı belirlenmiştir.

3.1.4. İstatiksel veri analizleri

Arazi gözlemlerinden alınan tüm veriler PROC (SAS Institute 1999) programı ile varyans analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Yıl (2020 ve 2021) ile veri setleri arasında önemli bir interaksyon çıkmadığından, yıllara ait veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Ortalamalar Fisher metoduna göre korunmuş en az önemli fark (LSD) testi ile karşılaştırılmış ve faktörler düzeyinde LSD (0.05) değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 3. 8. Tohumlu tip Bermuda çimlerinde, kombinasyonların düzenli kontrolü, uygun aşamada gerekli izolasyon uygulaması

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Kendine Uyuşmazlık (Kendilenme Oranlarının Belirlenmesi)

Araştırmada kullanılan Bermuda çimi hatlarının kendilenme oranlarına (kendine uyumsuzluk) ilişkin verilerin analiz sonuçları Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Sonuçlar kendilenme oranının oldukça düşük olduğu ve hatlar arasında % 0.0 (CLB-1) ile %0.4 (PL-1) arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Çizelge 4.1’ de görüldüğü gibi hatlar arasında kendilenme açısından bulunan bu küçük farklarında istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4. 1. Bermuda çimi hatlarının izole koşullarda incelenen toplam çiçekçik sayısı (adet), Tespit edilen tohum sayısı (adet) ve kendilenmiş tohum (%) oranı (tohum sayısı/çiçekçik sayısı)

Bermuda çimi ıslah hatları	İncelenen toplam çiçekçik sayısı (adet)	Tespit edilen tohum oranı (%)	Kendilenmiş tohum oranı (%)
A4	2386	1,6	0,1
B3	2870	8,6	0,3
C12	2497	4	0,2
CLB-1	2392	0	0,0
P-1	2196	9,3	0,4
R-1	2642	2,6	0,1
Ort.	2497	4	0,2
Min.	2196	0	0,0
Mak.	2870	10	0,4
Lsd (0.05)	ÖD	ÖD	ÖD

Kendilenme sonuçlarına ait elde edilen bulgular, Bermuda çiminde yapılmış önceki bazı çalışmalar ile uyum içindedir. Nitekim ABD’ de yürütülen araştırmalar Bermuda çiminde kendilenme sonucunda oluşan tohum miktarının %0.5 -%3 arasında değiştiğini rapor etmiştir (Richardson ve ark. 1978; Kenna ve ark. 1983; Tan ve ark. 2014). Öte yandan *Cynodon* cinsi içinde daha yüksek oranda (%8 ‘in üzerinde) kendilenme sonuçları da bildirilmiştir (Richardson ve ark. 1978; Sever Mutlu 2020). Bermuda çiminde düşükte olsa kendine döllenmenin çok yavaş büyüyen ve yumurtalığa ulaşabilen polen tüpleri ile gerçekleştiği belirlenmiştir (Taliaferro ve Lamle 1997). Bermuda çiminde görülen kendine kısırlığın nedeninin kendine uyumsuzluktan kaynaklandığı bildirilmektedir (Burton ve Hart 1967; Richardson ve ark. 1978). Bermuda çiminin kendine uyumsuzluğu, adaptasyon ve verim açısından çoğu çim bitkisine göre bermuda çimini avantajlı kılar.

Bermuda çiminin kendine uyumsuzluk özelliği, melezleme için çok büyük avantaj sağlamaktadır. Nitekim tozlanma dönemindeki, düşük kendilenme oranına sahip iki ebeveyni izole bir ortama alarak, hava sirkülasyonu veya titreşim ile polenlerinin birbirlerine ulaşarak tozlanması sağlandığında oluşan tohumların büyük çoğunluğunun hibrit olacağı bildirilmiştir (Burton 1965). Bermuda çiminin kendine uyumsuz bir çeşit olması ve yabancı döllenme oranının çok yüksek olması, doğal seleksiyonla bir çok varyetesinin oluşmasına yol açmaktadır. Bu araştırma kapsamında kullanılan Bermuda çimi hatlarının %0,4 ve altındaki düşük kendilenme oranları ile tohumlu tip yerli sentetik /hibrit çeşitler geliştirmek için önemli bir avantaj sağlayacaklarını söylemek mümkündür. Elbette kendilenme yüzdeleri yanında, her bir ıslah hattının fertilite oranı yani açıkta tohum bağlama oranları çok önemli olup yüksek olması arzu edilir.

4.2. Açıkta Tozlanma-Tohum Bağlama Oranı

Bermuda çimi, çok yüksek adaptasyon kabiliyetine sahip bir sıcak iklim çim bitkisi (Hanna ark. 2013). Tohum verimini artırma tohumlu tip Bermuda çimi ıslahında oldukça önemli hedeftir (Tan 2013). Tohum bağlama oranı (çiçekte), tohum verimini belirleyen en önemli bileşenlerden biri olarak kabul edilmektedir (Wu ve ark., 2006). Büyük ölçüde yabancı tozlanan Bermuda çimi tohum tutma oranı açısından genetik olarak geniş varyasyon gösteren bir türdür (Burton ve Hart 1967). Bu araştırma kapsamında farklı genetik orijinlere sahip altı adet Bermuda hattının, resiprokal melez kombinasyonları oluşturularak, hatların tohum tutma oranları belirlenmeye çalışılmıştır. Çizelge 4.2’de her bir kombinasyonda anne olarak kullanılan (♀) Bermuda hatlarının tohum verimleri sunulmuştur. Analiz sonuçları Bermuda hatlarının çiçek başına tohum veriminin %30 ile %1 arasında değiştiğini ve bulunan farkların istatistiki olarak önemli olduğunu ortaya koymuştur. En yüksek tohum verimleri ortalama %30 ve %28 ile P1 hattının sırasıyla C12 ve B3, ve % 29 ile R-1 hattının P1 ile melezlendiği kombinasyonlardan elde edilmiştir. Ayrıca C12 ve A4 ıslah hatlarının çiçeklerinin de P1 ile melezlendiği kombinasyonlarda ortalama %20 tohum bağlama oranı ile en iyi ikinci grubu oluşturdukları saptanmıştır. Benzer şekilde tohum tutma oranı açısından Bermuda çimi genotipleri arasında geniş varyasyon olduğu daha önceki yıllarda yürütülen araştırmalar da bildirilmiştir (Guo ve ark. 2017). Guo ve ark. (2017) tarafından ABD’ de yürütülen ve tohumlu tip ‘Riviera’ ve ‘Yukon’ Bermuda çimi çeşitlerinden seçilen 420 bitki ile yürütülen 3 yıllık bir çalışma sonucunda % tohum veriminin yıllara göre önemli farklılık gösterdiği ve % 0.5 ile % 99 arasında değişerek çok geniş bir varyasyona sahip olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar inceledikleri popülasyonda ilk yıl tüm genotiplerin

tohum verimi ortalamasının %41.6 olduğunu ve %0.5- 90 arasında değiştiğini öte yandan 3. yıl ort. %3.8 e düşerek %0.3 ile % 36.1 arasında varyasyon gösterdiğini saptamışlardır. Kenna ve ark. (1983) ise inceledikleri Bermuda çimi genotiplerinde tohum tutma oranının %4.7 ile %46 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tohum tutma oranı açısından bu tez çalışmasından elde edilen sonuçlar nispeten Kenna ve ark. (1983) ve Guo ve ark. (2017)'nın üçüncü yıl bulguları ile örtüşmektedir. Öte yandan Bermuda çimi genotiplerinde tohum tutma oranı açısından çok daha geniş bir farklılık bulan Richardson ve ark. (1978) ve Wu ve ark. (2006) ise çalışmalarında sırasıyla %0-%78 ve %0,1-%96 arasında değişen tohum verimi rapor etmişlerdir. Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere incelenen Bermuda hatlarının her birinin anne olarak kullanıldığı toplam beş farklı melez kombinasyonlarından elde edilen tohum veriminin genel ortalamaları incelendiğinde, en yüksek tohum tutma oranı ortalama %19 ile P-1 ıslah hattı sağlamıştır. Yani P-1 genotipinin 2'li tüm kombinasyonlarda anne aday olarak, tohum tutma oranının diğer tüm genotiplere kıyasla çok daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. En yüksekten düşüğe doğru ortalama tohum tutma oranları açısından Bermuda çimi hatları şu şekilde sıralanabilir: P-1>C-12>R-1>A4>B3>CLB. Kurulan tüm resiprokal melezlerin karşılıklı (hem anne hemde babadan toplanan) tohum tutma oranı beraberce dikkate alındığında en verimli kombinasyonların sırasıyla P-1×C12 ve P-1×B3 olduğu ve bunları P-1×R-1 ve P1x A4 kombinasyonlarının izlediği saptanmıştır. Bermuda çiminde çiçek başına yüzde tohum tutma oranı (percent seed set) ve tohum verimi ilişkisi üzerine yapılan araştırmalar bu iki karakter arasında önemli ve pozitif bir ilişki olduğunu ($r=0.52$) ve ebeveyn bitkilerin artan tohum tutma oranının birim alandan alınacak tohum verimine önemli katkı sağladığını ortaya koymuştur (Ahring ve ark. 1974; Kenna ve ark. 1983; Kneebone 1966; Wu ve ark. 2006). Cluff ve Baltensperger (1991)' de çiçekte yüzde tohum tutma oranının tohum verimi ile direk ilişkisi olan tek karakter olduğunu belirtmiştir. Nitekim Wu ve ark. (2006) çiçekte tohum tutma oranının, yüksek tohum verimli çeşit ıslahı için kullanılabilecek en pratik indirekt seleksiyon kriteri olduğunu belirtmişlerdir. Sonuçlar ebeveynler içinde çiçek başına en yüksek tohum tutma yüzdesine sahip P-1 hattının tohumlu tip Bermuda çimi çeşitleri geliştirmek için önemli bir potansiyel sunduğuna işaret ederken bu hattın yüksek tohum verimi açısından özellikle C12 ve B3 ile çok iyi bir kombinasyon oluşturduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca P1 hattının R-1 ve A4 ile melezlenmesinden nispeten iyi bir tohum tutma oranı sağladığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 4. 2. Açık arazi koşullarında, sayılan toplam çiçekçik (başakçık), toplam tohum ve % tohum tutma oranı (toplam tohum/toplam çiçekçik)

Melez kombinasyonları	Toplam çiçekçik (Adet)	Toplam tohum (Adet)	Tohum tutma oranı (%)
A4♀×B3 ♂	2370	164	7,0
A4♀×C12♂	2960	182	6,2
A4♀×CLB-1♂	2290	156	6,9
A4♀×P-1 ♂	2630	510	19,6
A4♀×R-1♂	2763	185	6,8
A4♀ ort.	2602	239	9,3
B3♀×A4♂	2691	307	11,4
B3♀×C12♂	2721	151	5,5
B3♀×CLB-1♂	2650	122	4,7
B3♀×P-1 ♂	2604	392	14,8
B3♀×R-1♂	2613	158	6,0
B♀ ort.	2655	226	8,5
C12♀×A4♂	2999	209	7,0
C12♀×B3♂	2882	215	7,7
C12♀×CLB-1♂	2792	22	1,0
C12♀×P-1♂	2875	567	20,0
C12♀×R-1♂	2981	490	16,8
C12♀ ort.	2905	300	10,5
CLB-1♀×A4♂	2720	62	2,4
CLB-1♀×B3♂	2355	72	2,9
CLB-1♀×C12♂	2245	24	1,1
CLB-1♀×P-1♂	2239	32	1,5

Çizelge 4. 2'in devamı

CLB-1♀×R-1♂	2457	35	1,5
CLB-1♀ ort.	2403	45	1,9
P-1♀×A4♂	2710	288	10,6
P-1♀×B3♂	2884	787	27,5
P-1♀×C12♂	2950	852	29,6
P-1♀×CLB-1♂	2803	469	15,9
P-1♀×R-1♂	2892	269	8,8
P-1♀ ort.	2847	533	18,5
R-1♀×A4♂	2538	104	4,3
R-1♀×B3♂	2642	232	8,9
R-1♀×C12♂	2785	173	5,9
R-1♀×CLB-1♂	2785	45	1,6
R-1♀×P-1♂	2771	797	28,8
R-1♀ ort.	2704	270	9,9
Tüm kombinasyonlar ort	2686	268	9,7
Min	2239	22	0,8
Maks	2981	852	29,6
Lsd 0.05	**	**	12,3

4.3. Çiçeklerde Başak (Spike) ve Başakçık (Spikelet) Sayısı

Çalışmada kullanılan Bermuda çimi hatlarının açıkta melezleme kombinasyonlarından örneklediğimiz çiçeklerinde; her bir çiçek kurulunda (inflorescens) toplam başak (spike) sayısı ve her bir başakta oluşturulan başakçıklar (spikelet-çiçekçik) sayılarak, çiçek başına oluşturulan toplam başakçık hesaplanmıştır. Bileşik çiçek yapısı gösteren Bermuda çiminde fertil yapıdaki bir çiçek kurulunda toplam başak sayısı ve özellikle her başakta artan çiçekçik sayısının potansiyel olarak tohum verimini arttırması beklenmektedir (Taliaferro 2003). Elde edilen verilerin analiz sonuçları Çizelge 4. 3’de sunulmuştur. İncelenen Bermuda hatlarında çiçekte ortalama başak sayısı çok geniş bir varyasyon göstermeyip 3.9 ile 4.5 arasında değişerek ortalama 4 adet olarak saptanmıştır. Wu ve ark. (2006) Çin’den toplanan tetraploid seviyede 104 adet *C. dactylon* genotipi ile yürüttükleri araştırmada çiçekde başak sayısının ortalama 4.6 olduğunu ve 3.5 ile 5.9 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca başak sayısının tohum verimine istatistiki olarak katkısı olmadığını tespit etmişlerdir. Tez çalışmasına konu olan Bermuda hatlarımızın her bir başakta oluşturulan başakçık sayısının ise 18 ile 25 arasında değişim gösterdiği ve tüm kombinasyonların genel ortalamasının 22 adet olduğu bulunmuştur (Çizelge 4. 3). Başakta ortalama en yüksek başakçık sayısı 24 ve 23 adet ile sırasıyla P-1 ve C-12 hatlarında bulunmuştur. En düşük sayıda başakçık sayısı ise ortalama 20 adet ile CLB-1 hattında tespit edilmiştir. Bir çiçekte oluşturulan tüm başakçık sayısının (tüm başaklar üzerindeki dahil) 75 ile 100 arasında varyasyon gösterdiği saptanmıştır. Bir çiçekte oluşturulan toplam başakçık sayısının Bermuda hatlarına göre genel dağılımı incelendiğinde C12 ve P-1 hatlarının sırasıyla ortalama 97 ve 95 ile en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. CLB-1 hattı ise ortalama 80 başakçık ile çiçeklerinde en az başakçık (çiçekçik) oluşturan bermuda çimi olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4. 3).

Çizelge 4. 3. Bermuda çimi hatlarının her bir çiçekte oluşturdıkları başak ve başakta çiçekçik (başakçık) sayıları

Melez Kombinasyonları	Çiçekte Ort. Başak (spike) Sayısı (adet)	Başakta Ort. Başakçık (çiçekçik) Sayısı (adet)	Çiçekte Ort. Başakçık (çiçekçik) Sayısı (adet)
A4♀×B3 ♂	4,1	19	79
A4♀×C12 ♂	4,2	24	99
A4♀×CLB-1 ♂	4,3	18	76
A4♀×P-1 ♂	4,0	22	88
A4♀×R-1 ♂	4,1	22	92
A4♀ ort.	4,1	21	87
B3♀×A4 ♂	4,5	20	90
B3♀×C12 ♂	4,3	21	91
B3♀×CLB-1 ♂	4,2	21	88
B3♀×P-1 ♂	4,0	22	87
B3♀×R-1 ♂	4,3	20	87
B3♀ ort.	4,2	21	89
C12♀×A4 ♂	4,2	24	100

Çizelge 4. 3'ün devamı

C12♀×B3♂	4,1	23	96
C12♀×CLB-1♂	4,1	23	93
C12♀×P-1♂	4,1	23	96
C12♀×R-1♂	4,3	23	99
C12♀ ort.	4,2	23	97
CLB-1♀×A4♂	4,2	22	91
CLB-1♀×B3♂	4,0	20	79
CLB-1♀×C12♂	4,0	20	75
CLB-1♀×P-1♂	3,9	19	75
CLB-1♀×R-1♂	4,1	20	82
CLB-1♀ ort.	4,0	20	80
P-1♀×A4♂	3,9	24	90
P-1♀×B3♂	4,2	23	96
P-1♀×C12♂	4,2	23	98
P-1♀×CLB-1♂	4,1	23	93
P-1♀×R-1♂	3,9	25	96
P-1♀ ort.	4,1	24	95
R-1♀×A4♂	4,2	20	85
R-1♀×B3♂	4,2	21	88
R-1♀×C12♂	4,1	22	93
R-1♀×CLB-1♂	4,1	23	93
R-1♀×P-1♂	3,9	23	92
R-1♀ ort.	4,1	22	90
Tüm kombinasyonlar ort	4,1	22	90
Min	3,8	18	75
Maks	4,5	25	100
Lsd 0.05	0.41	3,8	14,4

4.4. Çiçek Yoğunluğu ve Çiçek Boyu

Bir uzun gün bitkisi olan *C.dactylon* ilkbaharda artan gün uzunluğu ve sıcaklığına tepki olarak çiçeklenmeye başlar ve yaz boyunca çiçek oluşumu devam eder (Taliaferro 2003). Araştırma süresince yapılan gözlemlerde bunu doğrulamıştır. Nitekim Antalya koşullarında nisan ayı ile birlikte çiçek oluşumu başlamış, tüm yaz ve sonbahar boyunca da çiçeklenme sürmüştür. Yerel ve bölgesel iklim farklılıklarına bağlı olarak değişiklik gösterebilmekle birlikte oluşan çiçek kurulları üzerindeki çiçekçikler genellikle sabahın erken saatlerinde (05:00-08:00) açarak polenlerini bırakmaktadırlar (Taliaferro 2003). Bermuda çimi genotiplerinde birim alanda oluşturulan çiçek yoğunluğu tohumlu tip çeşit ıslahı için çok önemlidir. Nitekim Bermuda çiminde yapılan araştırmalar birim alanda oluşturulan çiçek yoğunluğu ile tohum verimi arasında pozitif ($r^2= 0.51$) bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur (Wu ve ark. 2006; Kennebone 1966). Bermuda hatlarının aktif büyüdükleri yaz aylarında birim alanda oluşturdukları çiçek sayısı (çiçek yoğunluğu), görsel 1-9 skalası (1=çiçek yok ve 9=çok yoğun çiçek /tüm parsel çiçek başağı ile kaplı) kullanılarak değerlendirilmiş ve veriler analiz edilerek Çizelge 4. 4'de sunulmuştur. Sonuçlar çiçek yoğunluğunun Bermuda hatları arasında 2,6 (düşük) ile 7,8 (yüksek) arasında varyasyon gösterdiğini ve bulunan farkların istatistiki olarak önemli olduğunu ortaya koymuştur. Bermuda hatları içinde en yüksek çiçek yoğunluğu P-1 ile elde edilmiştir. Belirtilen bu hat tüm gelişme dönemi boyunca yoğun çiçek oluşturmaya devam etmiştir. A4, B3 ve C12 hatları ise ortalama 7.0-7.2 skala değerleri ile P-1 hattının ardından en yoğun çiçek başağı oluşturan genotipler olarak tespit edilmiştir. Çalışmaya konu olan CLB-1 hattının ise tüm gelişme dönemi boyunca ortalama 2.6 skala değeri ile hatlar arasında en az sayıda çiçek oluşturan Bermuda çimi olduğu saptanmıştır. Tohum tutma açısından özellikle P-1 ile kurulduğu kombinasyonda dikkat çeken R1 hattının ise ortalama 4.7 skala değeri ile seyrek-orta yoğunlukta çiçek oluşturduğu anlaşılmıştır. Çiçek yoğunluğu açısından Bermuda çimi genotipleri arasında geniş varyasyon olduğu diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Youngner ve Spaulding 1963; Guo ve ark. 2017). Benzer şekilde Wu ve ark. (2006) Çin orijinli 114 Bermuda çimi genotiplerinin çiçek yoğunluğu açısından büyük genetik farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Tohumlu tip bermuda çim genotiplerinden tohum bağlama döneminde tespit edilen çiçek boyu verileri analiz sonuçları Çizelge 4. 4'de sunulmuştur. Çizelge 4. 4'de gösterildiği gibi çiçek boyununun ıslah hatları arasında 30 cm ile 34 cm arasında değiştiği ve bulunan farkların istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. Nispeten daha uzun çiçek boyu, hasat kolaylığına katkısı nedeniyle tohumlu tip çeşit ıslahında, önemlidir. Bermuda hatlarından R1'in 34 cm ile en uzun, öte yandan A4 ve B3 hatlarının ortalama 30 cm ile en kısa çiçek boyuna sahip oldukları saptanmıştır (Çizelge 4. 4).

Çizelge 4. 4. Tohumlu tip Bermuda çimi ıslah hatlarının aktif çiçeklenme döneminde (yaz aylarında) ortalama çiçek yoğunluğu ve çiçek boyu değerleri

Bermuda Islah Hatları	Çiçek Yoğunluğu (1-9 skalası; 9=çok yoğun)				Çiçek Boyu
	Haziran	Temmuz	Ağustos	ort.	cm
A4	7,1	7,0	7,3	7,1	30
B3	7,1	6,9	7,1	7,0	30
C12	6,9	7,1	7,5	7,2	31
CLB-1	2,7	2,7	2,5	2,6	33
P-1	7,7	8,0	7,8	7,8	32
R-1	5,1	4,4	4,7	4,7	34
Ort.	6,1	6,0	6,1	6,1	32
Min.	2,7	2,7	2,5	2,6	30
Mak.	7,7	8,0	7,8	7,8	34
Lsd (0.05)	0,6	0,4	0,49	0,37	0,5

4.4. Tohumlu Tip Bermuda Çimi Geliştirme Kapsamında Ebeveyn Olarak Kullanılabilecek Islah Hatları

Tohumlu tip Bermuda çimi ıslahında ebeveyn olarak kullanılabilecek Bermuda genotiplerini belirlerken araştırılması gereken en önemli kriterlerin başında, kendilenme ve açıkta yabancı tozlanarak tohum tutma oranlarının belirlenmesi gelmektedir. Bu kapsamda kendine döllenme oranı yüksek olan hatlar ıslah kriteri olarak negatif, düşük olanlar pozitif bir ilerlemeyi gösterir. Bu ilişki yabancı döllenme olayında tam tersi olup, ıslah hattının yabancı döllenmesi ne kadar yüksek ise o kadar iyidir. Ayrıca tohumlu tip Bermuda çimi ıslahında, yüksek tohum veriminin en önemli bileşeni ve indirekt bir seleksiyon kriteri olarak kabul edilen çiçek başına tohum tutma oranı (%) ve birim alandaki çiçek yoğunluğu belirlenmesi gereken önemli karakterler arasındadır.

Sonuçlar ebeveynlerimiz içinde oldukça düşük ($\leq \% 0.4$) kendilenme oranına sahip, öte yandan çiçek başına en yüksek tohum tutma yüzdesi ve en yüksek çiçek yoğunluğuna sahip P-1 hattının tohumlu tip Bermuda çimi çeşitleri geliştirmede ebeveyn olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. P-1 hattının tohum tutum oranı açısından diğer 4 ıslah hattı içinden özellikle C12 ve B3 ile oldukça uyumlu/verimli olduğu tespit edilmiştir. Nitekim P-1 hattının C12 ve B3 ile kurulan resiprokal melez kombinasyonlarına bakıldığında P1 üzerindeki çiçeklerin tohum tutma oranının sırasıyla %30 ve %28; ve karşısındaki C12 ile B3 üzerlerindeki tohum tutma oranlarının ise %20 ve %15 olduğu saptanmıştır. C12 ve B3 ıslah hatlarının her ikisinin de P-1 den sonra en yüksek çiçek yoğunluğuna sahip olmaları ve C12 hattının girdiği tüm kombinasyonların genel ortalaması alındığında P-1 den sonra en yüksek tohum tutma oranına sahip olması nedeniyle bu iki hattın tohumlu tip bermuda çimi ıslahı için kullanılabileceği düşünülmektedir. R1 hattının her ne kadar P-1 ile kurulduğu resiprokal melezlerden nispeten iyi bir tohum tutum yüzdesi alınsa da, birim alanda düşük sayılabilecek çiçek yoğunluğuna sahip olması potansiyel olarak onun çok iyi bir ebeveyn olamayacağına işaret etmektedir. Kullandığımız hatların tohum tutma oranı açısından genel kombinasyon yeteneklerini daha iyi ortaya koyabilmek için Çizelge 4.5’de resiprokal melezlemelerde her bir hattın anne ve baba (tozlayıcı) olmaları durumunda gösterdikleri genel performans ortaya konmuştur. Buna göre P-1 Bermuda hattının girdiği tüm kombinasyonlarda çiçeklerinde tohum tutma oranı (anne olarak kullanılma durumu) ortalaması %18,5, ve tozlayıcı (baba) olması durumunda sağlanan tohum tutma başarısının %16,97 olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum P-1 hattını tohum verimi açısından genel kombinasyon yeteneği en iyi hat olarak öne çıkarmış ve sitoplazmik etkinin ihmal edilebilir olduğunu göstermiştir. Öte yandan CLB-1 hattının sırasıyla anne ve baba olduğu gruplarda tohum tutma yüzdesi ortalamalarının sırasıyla %1.9 ve %6 olduğu ve dolayısıyla genel kombinasyon yeteneğinin en düşük ve sitoplazmik etkinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu kapsamda C12 ve B3 hatlarının P1’den sonra nispeten en iyi performansı gösteren hatlar olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca Çizelge 4.2 bulgularının da teyit ettiği üzere sonuçlar P1, C12 ve B3 hatlarının kendi aralarındaki melezlemelerde en yüksek tohum tutma oranını sağlayarak, yüksek özel kombinasyon yeteneği gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu üç klon yüksek tohum verimli sentetik Bermuda çeşitleri geliştirmede kullanılabilir.

Çizelge 4. 5. Resiprokal melezlemelerde Bermuda hatlarının anne (♀) ve baba (♂tozlayıcı) olma durumlarına göre ortalama tohum tutma oranları

Bermuda hatlarının anne ve baba (tozlayıcı) olma durumlarına göre girdikleri melezleme kombinasyonlarındaki ortalama tohum tutma oranları		
	Tohum Tutma Oranı (%)	
Genotip	Anne ♀	Baba ♂
P-1	18,5	16,97
C12	10,5	9,56
R-1	9,9	7,97
A3	9,3	7,16
B3	8,5	10,82
CLB-1	1,9	6,02
ort.	9,7	9,75
Min	1,9	6,02
Mak.	18,5	16,97
Lsd (0.05)	6,5	6,10

5. SONUÇLAR

Bermuda çimi tropikal ve subtropikal iklimlerde ve özellikle soğuk dayanımı çok iyi yeni nesil çeşitleri ile birlikte geçiş iklim bölgeleri de dahil olmak üzere dünyanın pek çok ülkesinde oldukça geniş bir kullanım alanına sahip, sıcak iklim çim bitkisidir (Beard 1973). Kuraklığa, trafiğe (basılma ve çiğnenmeye) mükemmel dayanımı ile ülkemizde de yeşil alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemiz Bermuda çimi genetik çeşitlilik merkezinde yer almaktadır. Ancak şu anda ülkemizde ticari olarak kullanılan çeşitlerinin tamamı yabancı ülkelerin ıslah programlarında geliştirilmiş çeşitlerdir. Çim tohumculuğu konusunda dışa bağımlı konumda olunması yeşil alan tesis maliyetlerini artırmaktadır. Üstelik kendi koşullarımızda ve kendi genetik kaynaklarımızı da kullanıma sokarak geliştirilecek yerli çeşitlerin, hedef bölgelerimizin hastalık ve zararlı sorunlarına daha dayanıklı olabileceği ve daha yüksek adaptasyon yeteneğine sahip olma potansiyeli vardır. Bu nedenle Bermuda çiminde sahip olduğumuz mevcut genetik çeşitliliği de kullanarak özgün çeşitleri geliştirmek ve bunları ticari bir statüye getirmek için yapılacak ıslah çalışmaları büyük önem arz etmektedir (Sever Mutlu 2021).

Bu tez çalışması kapsamında Akdeniz Üniversitesi bünyesindeki Bermuda çimi ıslah programı kapsamında geliştirilen hatlar içinden seçilen 6 adet Bermuda hattının tohumlu tip çeşit ıslahında kullanılabilme potansiyellerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla her birinin kendine döllenme ve kuruldukları resiprokal melezlemeler kapsamında tozlanma oranları (tohum tutma oranları), çiçek yoğunlukları, çiçek kurullarındaki toplam başak ve her bir başakta çiçekçik sayısı belirlenmiştir. Sonuçlar Bermuda hatlarımızın tamamında kendilenme oranının oldukça düşük olduğunu ve %0.0 (CLB-1) ile %0.4 (P-1) arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Bermuda hatlarının çiçek başına tohum tutma oranı (percent seed set) ise % 30 ile % 1 arasında büyük değişim göstermiştir. En yüksek tohum tohum tutma oranı ortalama % 30 ve %28 ile P-1 hattının sırasıyla C12 ve B3 ile melezlendiği kombinasyonlardan elde edilmiştir. İncelenen Bermuda hatlarında çiçekte ortalama başak sayısı çok geniş bir varyasyon göstermeyip ortalama 4 adet olarak saptanmıştır. Tez çalışmasına konu olan Bermuda hatlarımızın her bir başakta oluşturulan başakçik sayısının ise 18 ile 25 arasında değişim gösterdiğini ve bir çiçekte oluşturdukları tüm başakçik sayısının (tüm başaklar üzerindeki dahil) 75 ile 100 arasında varyasyon gösterdiği tespit edilmişti. Bu kapsamda C12 ve P-1 hatlarının sırasıyla ortalama 97 ve 95 ile bir çiçek kurulunda en fazla başakçik (çiçekçik) oluşturabilen hatlar olduğu bulunmuştur. Birim alanda oluşan çiçek yoğunluğunun ise 2,6 (düşük) ile 7,8 (yüksek) arasında varyasyon gösterdiği ve P-1 ıslah hattının en yoğun ve sürekli çiçek oluşturan Bermuda ıslah hattı olduğu anlaşılmıştır. A4, B3 ve C12 hatlarının ise P-1'in ardından en yoğun çiçek başağı oluşturan ıslah hatları olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar ebeveynlerimiz içinde oldukça düşük ($\leq$ % 0.4) kendilenme oranına öte yandan tohum verimi açısından en yüksek genel kombinasyon yeteneğine sahip P-1 hattının tohumlu tip Bermuda çimi çeşitleri geliştirmede ebeveyn olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca sonuçlar P1, C12 ve B3 hatlarının kendi aralarındaki melezlemelerde en yüksek tohum tutma oranını sağlayarak, yüksek özel kombinasyon yeteneği gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu üç klon yüksek tohum verimli sentetik Bermuda çeşitleri geliştirmede kullanılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Ahring, R. M., C. M. Taliaferro, and R. D. Morrison. 1974. Seed production of several strains and hybrids of bermuda- grass, *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Crop Sci.* 14:93-95
- Anderson JA, Taliaferro CM, Martin DL. 1993. Evaluating freeze tolerance of bermudagrass in a controlled environment. *HortScience.* 28:955–959.
- Anderson, J., Taliaferro C. ve Martin D. 2001. Freeze tolerance of Bermudagrasses. *Crop Science*, Vol. 42 No. 3, p. 975-977
- Asturias, JA, Arilla, MC, Gomez-Bayon, N., Martinez, J., Martinez, A., & Palacios, R. (1997). *Cynodon dactylon* (Bermuda otu) polen profilinin (Cyn d 12) *Escherichia coli*'de klonlanması ve yüksek düzeyde ifadesi: alerjinin saflaştırılması ve karakterizasyonu. *Klinik ve Deneysel Alerji* , 27 (11), 1307-1313.
- Baltensperger, A.A. 1989. Registration of 'NuMex Sahara' bermudagrass. *Crop Sci.* 29:1326. doi:10.2135/cropsci1989.0011183X002900050048x
- Baltensperger A, Dossey B, Taylor L, Klingerberg J. 1993. Bermudagrass, *Cynodon dactylon* (L.) Pers., seed production and variety development. *Int Turf Soc Res J.* 7:829–838.
- Baltensperger, A.A. and J.P. Klingenberg. 1994. Introducing new seed-propagated F1 hybrid (2-clone synthetic) bermudagrass. U.S. Golf Assn. Green Section Record 32:14–19.
- Baltensperger, A., C. Taliaferro, and C. Rodgers. 1998. Seeded bermudagrasses gain respect, quality. *Golf Course Management* 66 (10): 59-64.
- Baltensperger, A.A. 2014. A century of seeded bermudagrass production and more to come. <http://www.gcsaa.org/gcm-magazine/2014/november/a-century-of-seeded-bermudagrass-production-andmore-to-come> (accessed 4 Nov. 2014).
- Beard, J.B., 1971. Turfgrass: Science and Culture. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Beard, J.B. 1973. Warm season turfgrasses. p. 133-165. In: J.B. Beard, Turfgrass: science and culture, Englewood Cliffs NJ Prentice Hall-Inc
- Beard, JB, Green, RL ve Sifers, SI (1992). 24 iyi sulanmış, çim tipi *Cynodon* genotipinin evapotranspirasyon ve yaprak uzatma oranları. *HortScience* , 27 (9), 986-988.
- Beard, J.B., and S.H. Sifers. 1997. Bentgrass for putting greens. *Golf Course Manage.* 65:54–60.
- Brosnan J. T. ve Deputy J. 2008. Bermudagrass. College of Tropical Agriculture and Human Resources University of Hawai'i at Manoa. Turf Management.
- Bogdan, AV 1952, 'Observations on stoloniferous grasses in Kenya', *Journal of the East African Natural History Society*, vol. 20, no. 2, pp. 71-76.

- Bogdan, AV 1977, Tropical Pasture and Fodder Plants (Grasses and Legumes), Longman, London; New York.
- Burton, G.W. 1947. Breeding Bermuda grass for the southeastern United States. *J. Am. Soc. Agron.* 39:551–569. doi:10.2134/agronj1947.00021962003900070001x
- Burton, G.W. 1965. Breeding better bermudagrasses. p. 93--96. In L.P. Jordan et al. (ed. comm.) *Proc Int. Grassl. Congr.*, 9th, , Sao Paulo, Brazil. 7-20 Jan. 1965. Dep. Nacl. de Producan Anim., Sao Paulo, Brazil.
- Burton, G.W., and R.H. Hart. 1967. Use of self-incompatibility to produce commercial seed-propagated F1 bermudagrass hybrids. *Crop Sci.* 7:524–527. doi:10.2135/cropsci1967.0011183X000700050035x
- Burton, G. W., and R. H. Hart. 1969. Use of self-incompatibility to produce commercial seed propagated F1 bermudagrass hybrids. *CropSci.* 7:524-527.
- Burton, G.W. (1991) *A history of turf research at Tifton USGA Green Sect. Rec.* 29 12 14.
- Burson, B. L., & Tischler, C. R. (1980). Cytological and Electrophoretic Investigations of the Origin of ‘Callie’ Bermudagrass 1. *Crop Science*, 20(3), 409-410.
- Burton G, Hanna W. 1985. Bermuda grass. In Heath, M., Barnes, R., Metcalfe, D., ed. *Forages the science of grassland agriculture*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, P 643.
- Clayton WD, Renvoize SA (1986). *Genera Graminum-grasses of the world*. Kew Bulletin. Additional Series XIII. Royal Botanic Gardens, Kew
- Clegg, M.T. 1990. Molecular diversity in plant populations. In: A.H.D. Brown et al., editors, *Plant population genetics, breeding, and genetic resources*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, MA. p. 98–115.
- Cluff, G.J., and A.A. Baltensperger. 1991. Heritability estimates of seed yield and seed yield components in bermudagrass. *Bull.* 759. College of Agriculture and Home Economics, New Mexico State Univ., Las Cruces, NM.
- De Bruijn J. 2012 Aug 14. Bermudagrass plant named ‘Barazur’. United States Plant Patent N° US PP22,963 P3.
- De Wet, J. M. J., & Harlan, J. R. (1971). *South African species of Cynodon (Gramineae)*. *Journal of South African Botany*.
- Dong, K. H. and Y. X. Shen (2003) *Forage Production Science*. China Agricultural Press, Beijing.
- Dudeck, A.E., S. Singh, C.E. Giordano, T.A. Nell, and D.B. McConnell. 1983. Effects of Sodium chloride on *Cynodon* turfgrasses. *Agron. J.* 75:927–930.
- Duke, J. 1983. Bermudagrass. In *Handbook of energy crops*. Published only on the Internet, with excellent information on a wide range of plants.
- Emmons R (2000). *Turfgrass science and management*. Albany, NY, USA: Delmar Publishers, p 528.
- Forbes, I, and G.W. Burton. 1963. Chromosome numbers and meiosis in some *Cynodon* species and hybrids. *Crop Sci.* 3:75-79.

- Fraser, M.L. and C.A. Rose-Fricker. 2004. Registration of ‘Transcontinental’ bermudagrass. *Crop Sci.* 44: 347-348.
- Francois, L.E. 1988. Salinity effects on three turf bermudagrasses. *HortScience* 23(4):706–708.
- Gaussoin, R. E., A. A. Baltensperger, and B. N. Coffey. 1988. Response of 32 bermudagrass clones to reduced light intensity. *HortScience* 23:178-179.
- Guo, Y., Wu, Y., Moss, J.Q., Anderson, J.A. and Zhu, L. (2017), Genetic Variability for Adaptive, Morphological, and Reproductive Traits in Selected Cold-Hardy Germplasm of Common Bermudagrass. *Crop Science*, 57: S-82-S-88. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.05.0369>
- Gulsen, O., S. Sever Mutlu, N. Mutlu, M. Tuna, O. Karaguzel, R.C. Shearman, T.P. Riordan And T.M. Heng-Moss 2009: Polyploidy creates higher diversity among *Cynodon* accessions as assessed by molecular markers. *Theor. Appl. Genet.* 118, 1309–1319.
- Harlan, Jack R., J. M. J. deWet, W. L. Richardson, W. W. Huffine, John Deakin, S. P. Sen Gupta, and Azucena Carpe- na. 1966. Biosystematics of the genus *Cynodon* (Gramineae), A report of progress, 1965. Okla. Agric. Exp. Stn. Processed Series P-537.
- Harlan, J. R. and J. M. J. De Wet (1968) Sources of variation in *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Crop Science*, 9: 774-778.
- Harlan, J.R. and J.M.J. de Wet. 1969. Sources of variation in *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Crop Sci.* 9:774-778.
- Harlan, J.R., J.M.J. de Wet, WW. Huffine, and J.R. Deakin. 1970a. A guide to the species of *Cynodon* (Gramineae). Bull. B-673. Okla. Agric. Exp. Stn., Stillwater.
- Harlan, J.R., J.M.J. De Wet and K.M. Rawal 1970c: Origin and distribution of the seleucidus race of *Cynodon dactylon* (L.) pers. var. *dactylon* (Gramineae). 19, 465–469.
- Hanna, W.W., G.W. Burton, and A.W. Johnson. 1990. Registration of ‘Tifton 10’ turf bermudagrass. *Crop Sci.* 30:1355–1356.
- Hanna, WW, and G.W Burton. 1977. Cytological and fertility characteristics of some hybrid bermudagrass cultivars. *Crop Sci.* 17:243-245
- Hanna, W. W., Carrow, R. N., & Powell, A. J. (1997). Registration of ‘Tift 94’ Bermuda grass. *Crop Science*, 37(3), 1012–1012
- Hanna, WW ve Anderson, WF (2008). Yem ve Çim Bermuda otlarında Vejetatif Yayılımın Gelişimi ve Etkisi. *Tarım Bilimi Dergisi*, 100(Ek_3), S–103. [doi:10.2134/agronj2006.0302c](https://doi.org/10.2134/agronj2006.0302c)
- Hanna, W., P. Raymer, and B. Schwartz. 2013. Warm-season grasses: Biology and breeding. In: J.C. Stier, B.P. Horgan, and S.A. Bonos, editors, *Turfgrass: Biology, use, and management*. Agronomy monograph 56. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI. p. 543–590.
- Hitchcock, AS ve Chase, A. (1950). Amerika Birleşik Devletleri Otları El Kitabı: Agnes Chase tarafından gözden geçirilmiştir . ABD Hükümeti Basım Ofisi.

- Huang, S.; Wang, C.; Liang, J. Genetic resources and genetic transformation in bermudagrass—a review. *Biotechnol. Equip.* 2018, 32, 1–9. [CrossRef]
- Hancock DW, Harris G, McCullough (2017) Bermudagrasses in Georgia. University of Georgia Cooperative Extension. Bulletin 911. https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%20911_4.PDF. Accessed: March 8, 2018
- Karcher, D.E., M.D. Richardson, J.W. Landreth, and J.H. McCalla. 2005. Recovery of bermudagrass varieties from divot injury. *Appl. Turfgrass Sci.* 15 Oct. 2012. <<http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/ats/research/2005/divot/>>.
- Kenna, M.P., C.M. Taliaferro, and W.L. Richardson. 1983. Comparative fertility and seed yields of parental bermudagrass clones and their single cross F1 and F2 populations. *Crop Sci.* 23:1133–1135. doi:10.2135/cropsci1983.0011183X002300060026x
- Kneebone, W. R. (1966). Bermuda grass: worldly, wily, wonderful weed. *Economic Botany*, 94-97.
- Kenworthy, K.E., D.L. Martin And C.M. Taliaferro 2007: Growth habit determination of genotypes of African bermudagrass. *HortScience* 42, 1513–1516.
- Kneebone, W. R., & Pepper, I. L. (1982). *Consumptive Water Use by Sub-irrigated Turfgrasses under Desert Conditions I. Agronomy Journal*, 74(3), 419-423.
- Lu, S., Wang, Z., Niu, Y., Guo, Z., & Huang, B. (2008). Antioxidant responses of radiation-induced dwarf mutants of bermudagrass to drought stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 133(3), 360-366.
- Roche, M. B., & Loch, D. S. (2008). *Cynodon transvaalensis* x *Cynodon dactylon*, Hybrid Green Couch Grass, Hybrid Bermuda Grass' AGRD'. *Plant Varieties Journal*, 21(1), 140-144.
- Magni, S., Gaetani, M., Caturegli, L., Leto, C., Tuttolomondo, T., La Bella, S., ... & Volterrani, M. (2014). Phenotypic traits and establishment speed of 44 turf bermudagrass accessions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 64(8), 722-733.
- Martin, D.L., Y. Wu, J.A. Anderson, M.P. Anderson, G.E. Bell, and N.R. Walker. 2007. Bermudagrass cultivars with high quality and improved cold hardiness. *USGA Turfgr. Env. Res.* 6(17):1–8.
- McCarty LB, Miller G. 2002. Managing bermudagrass turf. Chelsea (MI): Ann Arbor Press; p. 221.
- Moore, KJ & Moser, LE 1995, 'Quantifying developmental morphology of perennial grasses', *Crop Science*, vol. 35, no. 1, pp. 37-43.
- Morris, K. N. 2002. National turfgrass evaluation program, 1997 National bermudagrass test. NTEP No. 02-7. USDA, Beltsville, MD.
- Morris, K.N. 2006. Turfgrass quality ratings of bermudagrass cultivars grown at twelve locations in the U.S. Final Rpt. NTEP No. 07-10. 27 Jan. 2010. .

- Munshaw, G.C., D.W. Williams, and P.J. Cornelius. 2001. Management strategies during establishment year enhance production and fitness of seeded bermudagrass stolons. *Crop Sci.* 41:1558–1564.
- National Turfgrass Evaluation Program (NTEP). 2007. Riviera bermudagrass - Turf http://www.okcrop.com/Variety%20pages/riviera_bermudagrass_turf.htm (accessed 24 June 2016).
- Nickson D. 2009 May 26. *Cynodon dactylon* plant named ‘Grand Prix’. United States Plant Patent N° US PP20,017 P3.
- National Turfgrass Evaluation Program (NTEP). 2014. 2013-18 national bermudagrass test. <http://www.ntep.org/bg.html> (accessed 24 June 2016).
- Patton, A.J., G.A. Hardebeck, D.W. Williams, and Z.J. Reicher. 2004. Establishment of bermudagrass and zoysiagrass by seed. *Crop Sci.* 44:2160–2167. doi:10.2135/cropsci2004.2160
- Patton, A.J., G.A. Hardebeck, D.W. Williams, and Z.J. Reicher. 2004a. Establishment of bermudagrass and zoysiagrass by seed. *Crop Sci.* 44:2160–2167.
- Patton, A.J., D.W. Williams, and Z.J. Reicher. 2004b. Establishing seeded bermudagrass. Golf Course Mgt. 26 Nov. 2012. <http://www.gcsaa.org/GCM/2004/dec04/pdf/Estseedbermuda73-77.pdf>
- Patton, A.J., M.D. Richardson, D.E. Karcher, J.W. Boyd, Z.J. Reicher, J.D. Fry, J.S. McElroy, and G.C. Munshaw. 2008. A guide to establishing seeded bermudagrass in the transition zone. *Appl. Turfgrass Sci.* doi:10.1094/ATS-2008-0122-01-MD
- Pornaro, C.; Macolino, S.; Richardson, M.D. Rhizome and stolon development of bermudagrass cultivars in a transition-zone environment. *Acta Agric. Scand. BSP* 2019, 69, 657–666. [CrossRef]
- Powell, JB, Burton, GW ve Young, JR (1974). Gama Radyasyonu Tarafından Vejetatif Olarak Yayılan Çim Bermuda Otlarında İndüklenen Mutasyonlar 1. Mahsul bilimi , 14 (2), 327-330.
- Rawal, KM & Harlan, JR 1970, ‘The evolution of growth habit in *Cynodon* L. C. Rich. (Gramineae)’, *Transactions of the Illinois State Academy*, vol. 64, no. 2, pp. 110-118.
- Renvoize, S.A. and W.D. Clayton 1992: Classification and evolution of the grasses. In: CHAPMAN, G.P. (ed.): *Grass Evolution and Domestication*. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 390, pp. 3–37.
- Richardson, W.L. 1958. A technique of emasculating small grass florets. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 18:69-73.
- Richardson, w.L., C.M. Taliaferro, and R.M. Ahring. 1978. Fertility of eight bermudagrass clones and open-pollinated progeny from them. *Crop Sci.* 18:332-334.
- Richardson, M.D.; Karcher, D.E.; Berger, P.; Boyd, J.W. Utilizing improved seeded bermudagrasses on transition-zone sports fields. *Acta Hort.* 2003, 661, 369–374. [CrossRef]

- Richardson, M.D., D.E. Karcher, P. Berger, and J.W. Boyd. 2004. Utilizing improved seeded bermudagrass on transition zone sports fields. *Acta Hort.* 661:369–374.
- Rımı, F., S. Macolino, B. Leinauer and U. Ziliotto 2011: Green-up of seeded bermudagrass cultivars as influenced by spring scalping. *HortTech.* 21, 230–235.,
- Rımı, F., S. Macolino, M.D. Richardson, D.E. Karcher and B. Leinauer 2013: Influence of three nitrogen fertilization schedules on bermudagrass and seashore paspalum: II. Carbohydrates and crude protein in stolons. *Crop Sci.* 53, 1168–1178.
- Roche, M. B., & Loch, D. S. (2005). Morphological and developmental comparisons of seven greens quality hybrid bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. x *C. transvaalensis* Burt-Davy.
- Rodgers, C. 2003. You've come a long way, bermuda. *Golf Course Management* 71 (8): 91-95.
- Rodgers, C.A. and A.A. Baltensperger. 2005. Registrations of bermudagrass parental lines A-3 and A-4. *Crop Sci.* 45: 1176.
- Schäppi, G., Suphioglu, C., Kenrick, J., Levy, D., Davies, J. M., & O'Hehir, R. E. (2001). A novel grass pollen allergen mimotope identified by phage display peptide library inhibits allergen–human IgE antibody interaction. *FEBS letters*, 502(1-2), 46-52.
- Sever Mutlu, N. Mutlu, O. Karaguzel, H.Sari and R.C. Shearman. 2022. Drought resistance of bermudagrass accessions collected from Eastern Mediterranean. *Eur. Hort. Sci.* doi.org/10.17660/eJHS.2022/034 | © ISHS 2022
- Sever Mutlu, S., N. Mutlu, R.C. Shearman, E. Gurbuz, O.Gulsen, M. Hocagil, O. Karaguzel, T. Hengmoss, T.P. Rirordan And R.E. Gaussoin 2011: Establishment and turf qualities of warm-season turfgrasses in the Mediterraneanregion. *HortTech.* 21, 67–81.
- Sever Mutlu, N. Mutlu, Selim, C., & Hocagil, M. M. (2014). *Broadening the genetic base of bermudagrass. European Journal of Horticultural Science*, 79(3), 183-194.
- Sever Mutlu, S., Djapo, H., Özmen, S.F., Selim, C. And Tuncel, N. 2015. Gamma-ray irradiation induces useful morphological variation in bermudagrass. *Not Bot Horti Agrobi*, 43 (2): 215-220.
- 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., Tokgöz, S. et al. Development of vegetative triploid turf-type bermudagrass [*Cynodon dactylon* × *C. transvaalensis* (*C. × mangennisii* Hurcombe)]. *Genet Resour Crop Evol* 67, 177–189 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00863-w>
- Sever Mutlu, S. (2021). Bermuda Çimi [*Cynodon* (L.) Rich] Islahı.: Süs Bitkileri Islahı (Türler), Ed.: Kazaz, S., Yalçın Mendi N. Y., 1.Baskı, Gece Kitaplığı, Türkiye. S: 59-91

- Schiavon, M., Macolino, S., Leinauer, B., & Ziliotto, U. (2016). Tohumlu bermuda otlarının karbonhidrat ve protein içeriğindeki mevsimsel değişimler ve bahar yeşillenmesine etkisi. *Tarım ve Mahsul Bilimi Dergisi*, 202 (2), 151-160.
- Shaver, B.R., M.D. Richardson, J.H. McCalla, D.E. Karcher, and P.J. Berger. 2006. Dormant seeding of bermudagrass cultivars in a transition-zone environment. *Crop Sci.* 46:1787–1792. doi:10.2135/cropsci2006.02-0078
- Suphioglu, C., Singh, M. B., Taylor, P., Knox, R. B., Bellomo, R., Holmes, P., & Puy, R. (1992). Mechanism of grass-pollen-induced asthma. *The Lancet*, 339(8793), 569-572.
- Taliaferro, CM, Ahring, RM, Huffine, WW, ve Morrison, RD (1975). *Stand Establishment of Bermudagrass from Seed I. Agronomy Journal*, 67(2), 229-232.
- Taliaferro, C.M. 1992. "Out of Africa-A New Look at African Bermudagrass", USGA Green Section Record, July/August, 10-12.
- Taliaferro, C. M. (1995) Diversity and vulnerability of bermuda turfgrass species. *Crop Science*, 35: 327-332.
- Taliaferro, C.M.; Hopkins, A.A.; Henthorn, J.C.; Murphy, C.D.; Edwards, R.M. Use of flow cytometry to estimate ploidy level in *Cynodon* species. *Int. Turfgrass. Soc. Res. J.* 1997, 8, 385–392
- Taliaferro, C.M., Lamle, J.T., 1997. Cytological analysis of self-incompatibility in *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Int. Turfgrass Soc. Res. J.* 8, 393– 399.
- Taliaferro, C.M. 2003: Bermudagrass (*Cynodon* (L.) Rich). In: Casler, M.D. And R. R. Duncan (eds.): Turfgrass Biology, Genetics, and Breeding. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, pp. 235–256.
- Taliaferro, C.M., Rouquette Jr., F.M., Mislevy, P., 2004. Bermudagrass and stargrass. In: Moser, Z.Z., Burson, B.L., Sollenberger, L.E. (Eds.), Warm-Season (C4) Grasses. Monograph No. 45. *American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America*, Madison, WI, USA, pp. 417–475.
- Taliaferro, C.M., D.L. Martin, J.A. Anderson, M.P. Anderson, and A.C. Guenzi. 2004. Broadening the horizons of turf bermudagrass. *USGA Turfgrass Environ. Res. Online* 3:1–9.
- Tan, C.C. 2013. Development of simple sequence repeat markers, fertility study and seed yield heritability estimates in bermudagrass. Ph.D. diss., Oklahoma State Univ., Stillwater, OK.
- Tan, C.C., Y.Q. Wu, C.M. Taliaferro, G.E. Bell, and D.L. Martin. 2014. Selfing and outcrossing fertility in common bermudagrass under open-pollinating conditions examined by SSR markers. *Crop Sci.* 54:1832–1837. doi:10.2135/cropsci2013.12.0816
- Turgeon, A.J. 2008. Turfgrass management (8th edition). Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Taliaferro, e.M., R.M. Ahring, and WL. Richardson. 1983. Registration of 'Guymon' bermudagrass. *Crop Sci.* 23:1219.

- Yerramsetty, P.N., M.P. Anderson, and C.M. Taliaferro. 2005. DNA fingerprinting of seeded bermudagrass cultivars. *Crop Sci.* 45:772–777.
- Youngner, V.B., and S.E. Spaulding. 1963. Influence of several environmental factors on flowering of bermudagrass. Agronomy abstracts. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.
- Zeven, A.C. 1979: Polyploidy and domestication: The origin and survival of polyploids in cytotype mixtures. In: LEWIS, W.H. (ed): Polyploidy, biological relevance. Plenum Press, New York, pp. 385–408.
- W. W. Huffine, C. M. Taliaferro, and R. D. Morris. 1975. Stand establishment of bermudagrass from seed. *Agron. J.* 67:229-232.
- Westerman, R.L. 2005. Bermudagrass plant ‘Riviera’. Plant variety protection office, Patent number 200300221. Date issued: 27 April.
- Wu, Y.Q., C.M. Taliaferro, D.L. Martin, C.L. Goad, and J.A. Anderson. 2006. Genetic variability and relationships for seed yield and its components in Chinese *Cynodon* accessions. *Field Crops Res.* 98:245–252. doi:10.1016/j.fcr.2006.02.003
- Wu, Y.Q., C.M. Taliaferro, G.H. Bai, D.L. Martin, J.A. Anderson, M.P. Anderson And R.M. Edwards 2006: Genetic analyses of Chinese *Cynodon* accessions by flow cytometry and AFLP markers. *Crop Sci.* 46, 917–92
- Wu, Y., & Taliaferro, C. M. (2009). Bermuda grass. *Genetic resources, chromosome engineering and crop improvement*, 5, 289.

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Mazlum YANIK

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2019-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya
Lisans 2014-2019	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Ziraat Mühendisi 2021-Devam ediyor	Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri
---------------------------------------	------------------------------------