

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**BERMUDA ÇİMİ KAPLI ALANIN ZOYSİA ÇİMİNE
DÖNÜŞTÜRÜLMESİNDE FARKLI AZOT DOZLARI VE BİÇİM
YÜKSEKLİKLERİNİN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Onur KARA

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEMMUZ 2025

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**BERMUDA ÇİMİ KAPLI ALANIN ZOYSİA ÇİMİNE
DÖNÜŞTÜRÜLMESİNDE FARKLI AZOT DOZLARI VE BİÇİM
YÜKSEKLİKLERİNİN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Onur KARA

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEMMUZ 2025

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BERMUDA ÇİMİ KAPLI ALANIN ZOYSİA ÇİMİNE
DÖNÜŞTÜRÜLMESİNDE FARKLI AZOT DOZLARI VE BİÇİM
YÜKSEKLİKLERİNİN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Onur KARA
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 17/07/2025 tarihinde jüri tarafından Oybirliği/ Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU (Danışman)

Doç. Dr. Ceren SELİM

Dr. Öğr. Üyesi Mert ÇAKIR

ÖZET

BERMUDA ÇİMİ KAPLI ALANIN ZOYSIA ÇİMİNE DÖNÜŞTÜRÜLMESİNDE FARKLI AZOT DOZLARI VE BİÇİM YÜKSEKLİKLERİNİN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Onur KARA

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU

Temmuz 2025; 65 sayfa

Zoysia çimleri (*Zoysia* sp.) yeşil alanlarda yaygın kullanılan sıcak iklim çim bitkileridir. Birçok çim türüne göre daha az bakım istemelerinden dolayı çevre dostu olarak yeşil alanlarda kullanımları her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmanın amacı halihazırda Bermuda çimi ile kaplı alanın Zoysia çimine dönüştürülmesinde; farklı Zoysia çim çeşitleri, azot dozları ve biçim yüksekliklerinin alana dikilen Zoysia çiminin tesis olma başarısı üzerine etkilerinin araştırılmasıdır. Araştırma Antalya-Belek'te 'Antalya Golf Club' sahasında 2023-2025 yılları arasında 'Tifway' Bermuda çimi ekili alanda yürütülmüştür. Araştırmada iki adet yerli hibrit Zoysia çeşidi 'Türkzoy' ve 'Anazoy' ve ayrıca ticari şahit olarak 'El-toro'ya ait çim fideleri alana dikilmiştir. Yapılan araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine uygun olarak 3 tekerrür ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, 3 farklı azot dozu (0, 5 ve 10 g N m² yıl⁻¹) ve 2 farklı biçim yüksekliği (1,2 cm fairway; 3,5 cm rough) kullanılmıştır. Araştırma süresince her ay genel çim kalitesi, çim rengi klorofil ve NDVI değerleri ve Zoysia çeşitlerinin alanda yerleşme (tesis olma) oranlarına ilişkin veriler alınmıştır. Sonuçlar Bermuda çimi üzerine dikilen Zoysia çiminin yerleşme oranının kullanılan çeşitler, biçim yüksekliği ve azot oranlarına bağlı olarak değişebileceğini ve dikim sonrası iki yıl içinde ortalama %75-85 düzeyine ulaşabileceğini ortaya koymuştur. Alanda en hızlı tesis olan çeşidin El-toro olduğu ve onu sırasıyla 'Anazoy' ve 'Türkzoy' çeşitlerinin izlediği bulunmuştur. Sonbahar ve kış döneminde en yüksek çim kalitesi ve yüksek yeşil renk ise Anazoy ve Türkzoy çeşitlerinde ve özellikle 5 ve/veya 10 g N m² yıl⁻¹ azot uygulanmış çim parsellerinde elde edilmiştir. Sonuçlar ışığında 'Anazoy' çeşidi tercih edilirse biçim yüksekliği fark etmeksizin 10 g N m² yıl⁻¹ azot dozu önerilebilir. 'El-Toro' ve 'Türkzoy' çeşitleri tercih edildiğinde ise alanın ilk iki yıl sürecinde rough biçim yüksekliğinde ve azotlu gübrenin 5 g N m² yıl⁻¹ gibi minimum düzeyde tutulması önerilir.

ANAHTAR KELİMELER: *Cynodon* sp., Çim bitkileri, Hibrit zoysia, Yeşil alanlar

JÜRİ: Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU

Doç. Dr. Ceren SELİM

Dr. Öğr. Üyesi Mert ÇAKIR

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT NITROGEN DOSES AND MOWING HEIGHTS ON CONVERTING A BERMUDAGRASS LAWN TO ZOYSIAGRASS

Onur KARA

M.Sc. Thesis in the Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU

July 2025; 65 pages

Zoysiagrasses (*Zoysia* sp.) are warm season grasses commonly used in green spaces. Due to their low maintenance requirements compared to many other grass species, they are known as environmentally friendly grasses and their use in green spaces is increasing day by day. The aim of this study is to investigate the effects of different zoysiagrass cultivars, nitrogen doses, and mowing heights on the establishment success of zoysiagrass planted in a mature turf planted with Bermudagrass ‘Tifway-419’. The research was conducted at the ‘Antalya Golf Club’ located in Antalya-Belek between 2023 and 2025. In the study, plugs of two local hybrid zoysia cultivars, ‘Türkzoy’ and ‘Anazoy,’ and ‘El-Toro’ as a commercial control were planted within the mature bermudagrass turf sward. The research was carried out using a randomized block design with split plots, replicated three times. The research tested the effects of three nitrogen levels (0, 5 and 10 g N m² year⁻¹) alongside two mowing heights: 1,2 cm (fairway) and 3,5 cm (rough) on the establishment of different zoysiagrass cultivars planted within mature Bermudagrass turf. During the course of the study, data on overall turf quality, color, chlorophyll, and NDVI values, as well as the establishment rates of Zoysia cultivars, were collected monthly. The results indicated that the establishment rate of zoysiagrass within mature bermuda turf can vary depending on the cultivars used, mowing height, and nitrogen levels, and can reach an average of 75-85% within two years of planting. The cultivar with the fastest establishment rate was found to be El-Toro, followed by Anazoy and Türkzoy. The highest turfgrass quality and green color during the fall and winter periods were observed with Anazoy and Türkzoy varieties, particularly in plots where 5 and/or 10 g of nitrogen were applied. Based on the results, if the cultivar ‘Anazoy’ is preferred, a nitrogen dose of 10 g/m²/year¹ can be recommended regardless of mowing height. If the El-Toro and Türkzoy cultivars are preferred, turf should be maintained under rough mowing height (3.5 cm) in the first two years, and the nitrogen fertilizer should be kept at a minimum level of 5 g/m²/year¹

KEYWORDS: *Cynodon* species, Green spaces, Hybrid *zoysia*, Turfgrass species,

COMMITTEE: Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU

Assoc. Prof. Dr. Ceren SELİM

Asst. Prof. Dr. Mert ÇAKIR

ÖNSÖZ

Öncelikle; çalışmanın gerçekleştirilmesinde, bana her türlü desteği veren ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen başta değerli danışman hocam Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU'ya çok teşekkür ederim

Yüksek lisans tezim süresince her türlü desteği sağlayan, arazi çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Ahmet KARAÇAN, Veli MERCAN ve Antalya Golf Club saha ekibi çalışma arkadaşlarıma gönülden teşekkür ederim.

Hayatımın her anında yanımda olan, eğitim ve sosyal yaşamımda gerek maddi gerekse manevi desteklerini esirgemeyen, anlayış ve sabırlarıyla bana güven veren çok sevgili; babam Tuncay KARA, annem Süheyla KARA, kardeşim Ahmet KARA'ya gönülden teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	6
2.1. Zoysia Çiminin Taksonomisi, Morfolojisi ve Adaptasyon Özellikleri	6
2.2 Bermuda Çiminin Taksonomisi, Morfolojisi ve Adaptasyon Özellikleri	11
2.3 Zoysia Çimi ile Çim Alan Tesisi	15
2.3.1 Azot uygulamalarının zoysia çiminin tesis olma miktarına etkisi	19
2.3.2 Farklı biçim yüksekliği uygulamalarının zoysia çimi çim performansı ve kalite parametrelerine etkileri	21
2.3.3 Farklı çim türleri ile kaplı alanların zoysia çim türüne dönüştürülmesi	24
3. MATERYAL VE METOT	28
3.1. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyalleri.....	28
3.2. Araştırmada Kullanılan Metot.....	28
3.2.1. Alanda tesis olma (yerleşme) oranı	31
3.2.2. Çim kalitesi	31
3.2.3. Genel çim rengi.....	31
3.2.4. Klorofil içeriği	32
3.2.5 Normalleştirilmiş bitki örtüsü farkı indeksi (NDVI) değeri	32
3.3. İstatistiksel Veri Analizleri.....	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	34
4.1 Alanda Tesis Olma (Yerleşme) Oranı	34
4.2 Genel Çim Kalitesi	38
4.3 Genel Çim Rengi	41
4.4 Relatif Klorofil İçeriği.....	45
4.5 NDVI Değerleri	49

5. SONUÇLAR.....	54
6.KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bermuda Çimi Kaplı Alanın Zoysia Çimine Dönüştürülmesinde Farklı Azot Dozları ve Biçim Yüksekliklerinin Etkisinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmanın akademik kurallar ve etik değerlere uygun olduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

17/07/2025

Onur KARA



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

% : Yüzde Oran

°C: Santigrat derece

cm: Santimetre

Cu: Bakır

da: Dekar

Fe: Demir

g/m²: Gram/metrekaire

g: Gram

K: Potasyum

kg: Kilogram

m: Metre

m²: Metrekare

mm: Milimetre

Mn: Mangan

N: Azot

P: Fosfor

r: Korelasyon

spp.: Tür

var.: Varyete

Zn: Çinko

Kisaltmalar

AD: Azot Dozu

AMF: Arbusküler mikoriza mantar

BY: Biçim Yüksekliği

Ç: Çeşit

DGCI: Koyu Yeşil Renk İndeksi

NDVI: Normalleştirilmiş bitki örtüsü farkı indeksi

NTEP: National Turfgrass Evaluation Program (Ulusal Çim Değerlendirme Programı)

Ort. : Ortalama

SU: Stabilize üre

TE: Trinexapac-etil

TQ: Çim Kalitesi

UV: Ultraviyole

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Zoysia çimlerinin farklı kullanım alanlarına ait görseller	1
Şekil 1.2. Zoysia çimlerine ait yaygın kullanılan çeşitlerin görselleri.....	2
Şekil 1.3. Sıcak iklim çim bitkilerine örnek görseller; a) <i>Cynodon dactylon</i> , b) <i>Zoysia japonica</i> , c) <i>Paspalum vaginatum</i> , d) <i>Stenotaphrum secundatum</i>	3
Şekil 1.4. Serin iklim çim bitkilerine örnek görseller; a) <i>Lolium perenne</i> , b) <i>Festuca arundinacea</i> , c) <i>Agrostis sp.</i>	3
Şekil 2.1. Zoysia çim türleri <i>Z. japonica</i> , <i>Z. matrella</i> ve <i>Z. pasifica</i> 'nın morfolojisi.....	8
Şekil 2.2. Zoysia japonica türüne ait fide (a) ve alan görüntüsü (b).....	11
Şekil 2.3. <i>C. dactylon</i> türünün morfolojik özellikleri (a), ve stolonları üzerindeki her bir adet meristemden gelişen yeni bitkiciklerle kaplama yeteneği (b) (Hitchcock 1950).	13
Şekil 2.4. <i>C.dactylon</i> , <i>C. transvaalensis</i> ve <i>C. plectostachyus</i> türlerinin başak tipi ve morfolojik yapısı.....	13
Şekil. 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü deneme alanının uydu görüntüsü (Google Earth, 2025).....	28
Şekil 3.2. Zoysia çimi fideleri için Bermuda çimi içinde fide çukurlarının açılması ve fide dikim işlemleri	29
Şekil 3.3. Zoysia fidelerinin dikilmiş görüntüsü, dikilen fidelerin üzerinden silindir ile geçme işlemi ve işlemlerin ardından arazinin görüntüsü.....	30
Şekil 3.4. Farklı azot dozları ve biçim yükseklikleri; Denemenin gübrenmesi	30
Şekil 3.5. Biçim işleminde kullanılan rotary (pervane) tip çim biçme makinesi.....	31
Şekil 3.6. FieldScout CM 1000 klorofil miktarı ölçüm cihazı.....	32
Şekil 3.7. FieldScout TCM 500 NDVI ölçüm cihazı.....	33
Şekil 5.1. 2 yıl sonunda kullanılan zoysia genotiplerinin son halleri a: Anazoy, b:MG-Türkzoy, c: El-Toro.....	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Bermuda ve zoysia sıcak iklim çimlerinin özelliklerinin kıyası.....	4
Graminaceae (Poaceae) familyasının Chloridoideae alt familyasında sınıflandırılan Zoysia cinsi, toplamda 11 farklı türe sahiptir (Çizelge 2.1).....	6
Çizelge 2.1. Zoysia cinsine ait başlıca türler	6
Çizelge 4.1. Biçim yüksekliği, çeşit ve gübre dozlarının etkisi altında Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı çim alan içine dikilen Zoysia çimlerinin alanda tesis olma (yerleşme) oranına ilişkin varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.2. Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı çim alan içine dikilen zoysia çimlerinin alanda tesis olma (yerleşme) özelliğine biçim yüksekliği x çeşit, azot dozları x çeşit ikili interaksiyonları ile farklı çeşit, biçim yüksekliği ve azot gübre dozlarının etkileri	37
Çizelge 4.3. Biçim yüksekliği, çeşit ve gübre dozlarının etkisi altında Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı çim alan içine dikilen zoysia çimlerinin genel çim kalitesine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.4. Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı alanın zoysia çimine dönüştürülmesi sürecinde farklı zoysia çeşitleri, biçim yüksekliği ve azot gübre dozlarının genel çim kalitesi üzerine etkileri	40
Çizelge 4.5. Biçim yüksekliği, çeşit ve gübre dozlarının etkisi altında Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı çim alan içine dikilen zoysia çimlerinin genel çim rengine ilişkin varyans analiz sonuçları	42
Çizelge 4.6. Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı alanın zoysia çimine dönüştürülmesi sürecinde farklı zoysia çeşitleri, biçim yüksekliği ve azot gübre dozlarının genel çim rengi üzerine etkileri.....	44
Çizelge 4.7. Biçim yüksekliği, çeşit ve gübre dozlarının etkisi altında Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı çim alan içine dikilen zoysia çimlerinin klorofil değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	46
Çizelge 4.8. Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı alanın zoysia çimine dönüştürülmesi sürecinde farklı zoysia çeşitleri, biçim yüksekliği ve azot gübre dozlarının klorofil değerleri üzerine etkileri	48
Çizelge 4.9. Biçim yüksekliği, çeşit ve gübre dozlarının etkisi altında Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı çim alan içine dikilen zoysia çimlerinin NDVI..... değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	50

Çizelge 4.10. Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı alanın zoysia çimine dönüştürülmesi sürecinde farklı zoysia çeşitleri, biçim yüksekliği ve azot gübre dozlarının NDVI değerleri üzerine etkileri	52
---	----



1. GİRİŞ

Nüfusun artışıyla birlikte insanların şehirlerde doğa ile iç içe olma ihtiyacı artmıştır. Bu ihtiyaç doğrultusunda şehirlerde park, bahçe, golf sahaları, futbol sahaları, tenis kortları, rekreasyon alanları gibi farklı kullanımlara hitap eden yeşil alanlar artmaya başlamıştır. Yeşil alanlarda kullanılan en önemli ve yaygın yer örtücü bitkilerin başında hiç şüphesiz çimler gelmektedir. Çim bitkileri oluşturdukları homojen, kaliteli ve fonksiyonel yüzeyler ile park ve bahçeler gibi yeşil alanlar dışında golf sahaları ve futbol sahaları gibi spora hizmet eden alanlarda da kullanılmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Zoysia çimlerinin farklı kullanım alanlarına ait görseller (Anonim 1,2,3)

Çim bitkileri, iklimsel gereksinimlerine bağlı olarak sıcak (C_4) ve serin iklim çim bitkileri (C_3) olarak sınıflandırılmaktadır. Dünya genelinde serin-yarı nemli, serin-yağışlı, serin-yarı kurak ve sıcak ile serin iklimlerin geçiş bölgelerine iyi adapte olan, toprak sıcaklığının $15-20^{\circ}\text{C}$ arasında olduğu koşullarda optimal gelişim gösteren çim türleri, serin iklim çimleri olarak tanımlanmaktadır. Toprak sıcaklığının 25°C ve üzeri olduğu ılık-yağışlı, tropik ve subtropik bölgelerde optimum gelişim gösteren, büyüme ve gelişme dönemlerinde serin iklim çim türlerine kıyasla daha yüksek sıcaklık gereksinimi duyan bitkiler, sıcak iklim çim bitkileri olarak adlandırılmaktadır. Sıcak iklim çim bitkileri ile serin iklim çim bitkileri arasındaki en belirgin farklılık, sadece yüksek sıcaklıklara karşı değil, aynı zamanda kurak koşullara karşı da daha yüksek direnç göstermeleridir. Sıcak iklim çim bitkileri evrimsel süreçte 30-35 milyon yıl önce özellikle kurak/yarı kurak

bölgelerde ve yüksek sıcaklık stresi altındaki bölgelerde şiddetli seleksiyon baskısı altında serin iklim çim bitkilerinden evrimleşmişlerdir. izledikleri C₄ fotosentez yolağı nedeniyle fotosentez sırasında 1 g CO₂ bağlamak için %50'ye varan oranda daha az su tüketirler (Taiz vd. 2023). Sahip oldukları Kranz anatomisi sayesinde ayrıca azotu daha etkin kullanırlar (Taiz vd. 2023). Ayrıca bu türler, toprak yüzeyine daha yakın (yatay) şekilde gelişir, dipten biçmeye karşı daha dayanıklı bir yapı sergiler, nispeten çok daha derin kök sistemleri oluşturur ve basılma ile ezilmeye karşı daha dirençli özelliklere sahip ömürlük alanlar oluştururlar (Patton 2007).

Sıcak iklim çim bitkileri arasında en yaygın kullanılanlardan biri *Zoysia* (*Zoysia* spp.) çimleridir. *Zoysia* çimi, sahip olduğu üstün çim dokusu sayesinde dünya genelinde golf sahaları, spor alanları, parklar ve bahçelerde yaygın olarak tercih edilmektedir (Beard 1973; Boyd vd. 2003). *Zoysia* çimleri içinde ticarete konu olan ve ıslah çalışmalarında kullanılan en önemli üç tür; *Z. japonica*, *Z. matrella* ve *Z. pasifica*'dır (Beard 1973). Belirtilen bu türlere ait El-Toro, Zeon, ve Meyer ülkemizde de ticarete konu olan ve dünya genelinde tanınan en önemli bazı çeşitleridir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. *Zoysia* çimlerine ait yaygın kullanılan çeşitlerin görselleri (Anonim 4)

Sıcak iklim çim bitkilerinin diğer başlıca önemli türleri arasında Bermuda Çimi (*Cynodon dactylon*), Uganda veya Afrika Çimi (*Cynodon transvaalensis*), hibrit bermuda çimleri (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*), Yengeç Çimi (*Stenotaphrum secundatum*), Kikuyu Çimi (*Pennisetum clandestinum*) ve Tuzcul Yalancı Darı veya parlak yalancı darı (*Paspalum vaginatum*) sayılabilir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Sıcak iklim çim bitkilerine örnek görseller; a) *Cynodon dactylon*, b) *Zoysia japonica*, c) *Paspalum vaginatum*, d) *Stenotaphrum secundatum*

Başlıca önemli serin iklim çim bitkileri ise: *Lolium perenne* (İngiliz Çimi), *Festuca rubra rubra* (Kırmızı Yumak), *Festuca rubra commutata* (Adi Kırmızı Yumak), *Poa pratensis* (Çayır Salkımotu), *Agrostis stolonifera* (Stolonlu Tavusotu), *Festuca rubra trichophylla* (Narin Kırmızı Yumak), *Festuca arundinacea* (Kamışsı Yumak) ve *Festuca ovina* (Koyun Yumağı)'dır (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Serin iklim çim bitkilerine örnek görseller; a) *Lolium perenne*, b) *Festuca arundinacea*, c) *Agrostis sp.*

Sıcaklık, kuraklık ve basılmaya karşı oldukça iyi bir dayanıma sahip olan zoysia çimleri, yabancı otları da çok iyi baskılayabilmekte ve diğer çim türlerine göre hastalık ve zararlılara karşı nispeten daha yüksek tolerans göstermektedir (Youngner 1961; Brian vd. 1981). Bu özellikleri onları diğer çim türlerine göre bakımı daha kolay olan çimler olmasını sağlamıştır (Reinert ve Engelke 2001). Zoysia çiminin en bilinen ve yaygın kullanılan türü *Z. japonica*, kış aylarında düşük sıcaklıklara gösterdiği yüksek toleransla dikkat çekmektedir. Bu tür, sıfırın altındaki sıcaklıklarda bile hayati işlevlerini devam ettirebilme yeteneğine sahiptir (Emmons 2000).

Zoysia çimleri (özellikle *Z. japonica* türü) ülkemizin hem sıcak hem geçiş iklim bölgelerinde kullanılabilmektedir. Halihazırda başta sahil bölgelerimiz olmak üzere ülkemizde en yaygın kullanılan sıcak iklim çim türü ise Bermuda (*Cynodon sp.*)'dir. Ancak zayıf gölge toleransı ve oldukça hızlı büyümesinden kaynaklı bakım işlemlerini arttıran özelliği Bermuda çiminin arzu edilmeyen özellikleridir. Diğer çimlere göre nispeten daha yüksek gölge toleransına sahip olan zoysia çimleri yavaş büyüme hızları ile yeşil alanlarımızda kullanım açısından büyük bir potansiyel sunmaktadır (Çizelge 1.1) (Sever Mutlu, 2022).

ÖZELLİKLER	BERMUDA	ZOYSİA
Çim tipi	Sıcak iklim çimi	Sıcak iklim çimi
Gölge Toleransı	Zayıf	Orta
Bakım Seviyesi	Orta - Yüksek	Düşük - Orta
Yaprak Dokusu	Orta	Orta - İnce
Biçme Yüksekliği	3,8 – 6,3 cm	3,8 – 7,6 cm
Trafik Toleransı	Mükemmel	Mükemmel
Kuraklık Toleransı	Mükemmel	İyi
Toprak pH Aralığı	5.5 – 6.5	5.5 – 6.5
Renk	Orta - Koyu Yeşil	Açık - Orta Yeşil
Gelişme Hızı	Hızlı	Yavaş
Kurulum şekilleri	Tohum, Rulo, Fide, Stolon parçaları	Tohum, Rulo, Fide, Stolon parçaları

Çizelge 1.1. Bermuda ve zoysia sıcak iklim çimlerinin özelliklerinin kıyası

Yavaş büyüme hızı, yıllık biçim, gübre, sulama, havalandırma ihtiyacını azalttığından, Zoysia çimleri çevreci çimler olarak başta Avrupa olmak üzere yeşil alanlarda kullanımları her geçen gün artmaktadır (Sever Mutlu 2022). Zoysia çim tür ve çeşitleri, sahip olduğu özellikler sayesinde yalnızca ülkemizin Akdeniz iklimine sahip sahil kesimlerinde değil, aynı zamanda ılıman ve geçiş iklimlerinin hâkim olduğu

bölgelerde oluşturulacak yeşil alanlar için de büyük bir potansiyel taşımaktadır (Temizel, 2014). Gölgeye yüksek tolerans göstermesi (Morton vd. 1991; Emmons 2000) sebebiyle, Zoysia çimi, tam güneş almayan yarı gölge koşullarına sahip çim alanları için ideal bir seçim olarak görülmektedir (Sever Mutlu vd. 2011).

Zoysia çimlerinin yavaş büyüme özelliği bakım masraflarını azaltmada önemli bir avantaj sağlarken, alana ilk tesis aşamasında problem oluşturmaktadır. Nitekim kullanılan çeşitlerin tohumlu ya da vejetatif tip olmasına bağlı olarak tohum ekim/fide dikim sonrası %100 çim örtüsüne ulaşma süresi bazen 1 yılı alabilmektedir. Bu durum Zoysia çimlerinin çok daha yaygın tercih edilebilmesi/ kullanımı önündeki en önemli engeldir. Bu soruna çözüm olarak önerilebilecek alternatif çözümler rulo çim kullanımı ya da eğer varsa alandaki mevcut çim örtüsünü öldürmeden Zoysia çiminin üst ekim/dikim (overseeding / overplugging) tohum veya fide olarak direk çim içine ekilmesi/dikilmesidir. Çim tür ve çeşitlerinin gübreleme, biçim, sulama istekleri ve çevresel koşullara (ışık, sıcaklık vb.) verdiği tepkiler farklı olduğundan bir başka türün içine ekilen/dikilen Zoysia çiminin yerleşme başarısı, uygulanan bakım koşullarından ve kullanılan çeşitlerin genetik kapasitesinden etkilenecektir. Literatür incelendiğinde Bermuda veya diğer çim türlerinden oluşan bir çim alanın yok edilmeden, Zoysia çimine çevrilmesi ve bakım uygulamalarının bu çevrim üzerine etkilerin araştırılan bilimsel çalışma yok denecek kadar sınırlıdır.

Bu araştırmanın amacı halihazırda Bermuda çimi ile oluşturulmuş bir alanın, üst dikim yöntemiyle Zoysia çimine dönüştürülmesinde; farklı azot dozları, biçim yüksekliği ve Zoysia çeşitlerinin etkilerinin araştırılmasıdır. Zoysia çimlerinin Bermuda çimi içine direkt dikilmesi ile başarılı bir şekilde tesis olması sağlanabilirse, yeşil alan tesis ve yıllık bakım masraflarının azaltılabileceği ve sürdürülebilir yeşil alanlar oluşturulmasına önemli bir katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçların, mevcut çim alanlarını nispeten düşük masrafla Zoysia çimine çevirmek için uygun bir yöntem arayışında olan yeşil alan yöneticileri tarafından kullanılabilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Zoysia Çiminin Taksonomisi, Morfolojisi ve Adaptasyon Özellikleri

Zoysia türleri, Güney Pasifik ve Doğu Asya kökenli, sıcak iklimlere uyum sağlayan çim bitkileridir. Bu türler, Avustralya, Çin, Japonya, Kore ve Filipinler gibi sıcak iklim özelliklerine sahip ülkelerde yaygın bir şekilde doğal olarak yetişmektedir. Genetik çeşitlilik merkezi Asya olan bu çim türlerine Zoysia adı, 18. yüzyılda Avusturyalı botanikçi Karl von Zois'e ithafen verilmiştir.

Graminaceae (Poaceae) familyasının Chloridoideae alt familyasında sınıflandırılan Zoysia cinsi, toplamda 11 farklı türe sahiptir (Engelke vd., 2003) (Çizelge 2.1). Zoysia cinsine ait toplamda 11 tür bulunmasına rağmen, çim alanlarda daha ziyade *Z. japonica*, *Z. matrella* ve *Z. pacifica* türleri ile bunların melezleri tercih edilmektedir (Şekil 2.1) (Engelke ve Anderson, 2003).

Tür Adı	Takson yazar(ları)/botanikçiler
<i>Zoysia japonica</i>	Steudel
<i>Zoysia macroantha</i>	Desvaux
<i>Zoysia macrostachya</i>	Franchet ve Savatier
<i>Zoysia matrella</i>	(L.) Merrill
<i>Zoysia minima</i>	(Colenso) Zotov
<i>Zoysia pasifica</i>	(Goudwaard) Hotta ve Kuroki
<i>Zoysia seslerioides</i>	(Balansa) Clayton ve Richardson
<i>Zoysia planifolia</i>	Zotov
<i>Zoysia pauciflora</i>	Mez
<i>Zoysia tenuifolia</i>	Thiele
<i>Zoysia sinica</i>	Hance

Çizelge 2.1. Zoysia cinsine ait başlıca türler

Zoysia türleri, kromozom sayılarındaki varyasyonlar bakımından belirgin bir çeşitlilik göstermekte olup, bu özellik hem taksonomik sınıflandırma sürecinde hem de melezleme çalışmalarında kritik bir rol oynamaktadır. (Forbes ve Burton 1963).

Zoysia cinsine yönelik filogenetik analizler, bu cinsin Oryzoideae alt familyasından farklı, bağımsız bir evrimsel çizgide geliştiğini ve C₄ metabolizmasına sahip türlerin doğal seleksiyonu yoluyla şekillendiğini ortaya koymaktadır (Grass Phylogeny Working Group II 2012).

Stolonlar ve rizomlar aracılığıyla yayılma özelliği gösteren *Zoysia* türlerinde sap uzunlukları 5 ile 40 cm arasında değişir (Casler ve Duncan 2003). Yaprak kını, kısmen yassı ve yarık bir yapıda olup genelde yuvarlakça bir görünüme sahiptir. Yapı olarak birbirinin üzerine binen, şeffaf ve ince kenarları olan bir görsellik sunar. Boğaz kısmı ise düz, tüylü ve kümelenmiş bir yapıda bulunur. Yakacık bölümü kenarları tüylerle kaplı olup uzunluğu yaklaşık 2 mm'ye kadar ulaşabilir (Karagüzel 2007; Severmutlu 2010).

Zoysia türleri, kısa boğumlu sürgün yapıları, dar yaprak ayaları ve yoğun rizom gelişimleriyle morfolojik olarak karakterize edilmekte olup; bu morfolojik özellikler, taksonomik ayırt edicilik açısından önemli kriterler arasındadır (Şekil 2.1) (Beard 2002). *Zoysia* türlerinin taksonomik sınıflandırılmasında kullanılan başlıca diğer ayırt edici özellikler ise stolon yapısı ve gelişimi, çiçek yapısı ve kısa dayanıklılıktır (Forbes ve Burton 1963; Beard 1973).

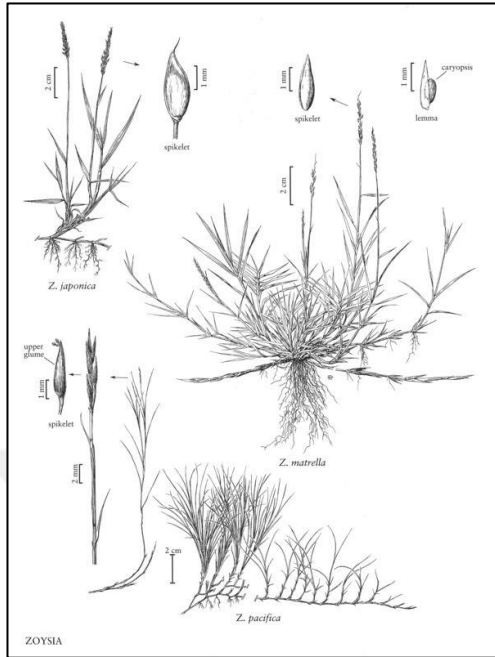
Zoysia japonica türünde yaprak tomurcukları katlanmış bir formda olup yuvarlaktır (Karagüzel 2007; Severmutlu 2010). Bu tür, yaprak uçlarının dikliği ve sertliği nedeniyle ayağın değmesiyle dahi hissedilebilir bir karakteristiğe sahiptir (Christians ve Patton 2016). Yaprak ayası, geniş bir tabana sahip olup kenarlarında hafif tüylenme görülür ve devamlı bir form sergiler. Ancak kulakçığı bulunmaz. Çiçek sürgünü ise nispeten kısa saplara karakterizedir. Başakçıklar, başak olarak bilinen ana yapı üzerinde düzenli sırayla dizilmiş olup yassı bir şekle sahiptir (Severmutlu 2010). Çiçek sapsı (bir çiçek başağındaki tek çiçeğin sapsı) 1,6 ila 5,0 mm uzunluğundadır. Başakçıklar (spikelets) oval formda olup 1,0–1,4 mm genişliğindedir. Sap boğum araları 2 ila 10 mm uzunluk göstermektedir (Engelke ve Anderson 2003).

Z. pacifica türünün yaprak genişliği 0.3-0.5 mm arasında değişirken; *Z. matrella* ve *Z. japonica* türlerinin yaprak genişliği ise 1-5 mm arasında farklılık göstermektedir (Casler ve Duncan 2003). Çiçek başaklarına gelince *Z. pacifica* türünde başakta 5-12 başakçık (spikelet), *Z. matrella* türünde ise çiçek sürgünü üzerinde 20-45 başakçık yer alırken, *Z. japonica* türünün çiçek sürgününde bu sayı 30-50 başakçık arasında değişmektedir (Casler ve Duncan 2003). *Z. pasifica* türünde çiçek sapsı, yaprak kılıflarının yaklaşık 1 cm ötesine kadar uzanmakta ya da kılıflar içerisinde kalmaktadır (Engelke ve Anderson 2003).

Z. matrella türünde başakçıklar mızrak şeklinde olup 0,6–1,0 mm genişliğinde ve çiçek sapsı 0,6 ila 1,6 mm uzunluğundadır. Sap boğum araları 5 ila 40 mm arasında değişmekte olup bazı örneklerde 14 cm'ye kadar ulaşabilmektedir. Yaprak ayaları ise açık pozisyonda (yayılmış, dik), ve içe kıvrılmış ya da düz formdadır (Engelke ve Anderson).

Bazı çalışmalarda, *Z. pacifica*'nın aslında *Z. matrella*'nın bir varyetesi olduğu ancak morfolojik farklılıkların bu iki taksonun ayrı türler olarak değerlendirilmesine yol açtığı belirtilmiştir (Meyer ve Dunn 2003). *Zoysia* türlerinin doğada bir arada bulunması ve aralarında melezlemeler açısından bir bariyerin olmaması çok sayıda türler arası doğal

melezlerin ortaya çıkmasına neden olmakta ve morfolojik farklılıklar taksonomik tanımlamada yeterli olmamaktadır.



Şekil 2.1. Zoysia çim türleri *Z. japonica*, *Z. matrella* ve *Z. pasifica*'nın morfolojisi

Bitki sistematigi açısından Zoysia türleri morfolojik benzerlikler göstermelerine rağmen, aralarında belirgin genetik varyasyonlar bulunmaktadır; bu durum tür tanımlama çalışmalarında moleküler markırların kullanımını gerekli kılmaktadır (Zhou vd. 2018). Farklı türleri ve türler arası melezleri kullanılarak gerçekleştirilen moleküler sistematik çalışmalarda RAPD, SSR ve kloroplast DNA dizileri kullanılarak, Zoysia türleri arasındaki filogenetik ilişkiler net bir şekilde ortaya konmuştur (Harris-Shultz vd. 2010). ABD’de yürütülen genetik karakterizasyon araştırmaları, *Z. japonica*, *Z. matrella* ve *Z. pacifica* türlerinin hem genetik hem de fenotipik düzeyde belirgin varyasyonlar sergilediğini göstermiştir (Zhang vd. 2010). Zoysia türlerini kapsayan DNA parmak izi analizleri, geleneksel morfolojik sınıflandırmalarla büyük ölçüde örtüşse de, bazı genotiplerin filogenetik konumları yeniden değerlendirilmesi gerekmiştir (Young vd. 2001). Zoysia taksonomisinde güncel sınıflandırmalar, klasik botanik karakterlerin yanı sıra genetik dizileme ve moleküler markır analizlerine de dayanarak türler arası ilişkileri daha kesin ve güvenilir biçimde ortaya koymaktadır (Harris-Shultz vd. 2013). Son yıllarda gerçekleştirilen kladistik analizler ise, Zoysia türlerinin monofiletik bir grup oluşturduğunu, yani ortak bir atadan türediğini doğrulamaktadır (Soreng vd. 2017).

Zoysia çim türleri, ılıman-yarı kurak ve ılıman yağışlı iklimlere uyum sağlama yeteneğine sahip olup, özellikle *Z. japonica*, soğuk toleransı açısından en üstün sıcak iklim çim bitkisi olarak nitelendirilmektedir (Avcıoğlu 1997; Severmutlu 2010). Zoysia

cinsine ait bazı türler, 0 °C'nin altındaki sıcaklıklarda da hayatta kalabilme becerisine sahiptir. Bu özelliği, sıcak iklim çim bitkilerinin kullanımında zorluk yaşanan subtropik bölgelerin yüksek rakımlı yerleri ve geçiş iklim bölgeleri alanlarında değerli bir alternatif sunmaktadır (Gürbüz 2010). Ortalama hava sıcaklıkları 10-15 °C'nin altına indiğinde, Zoysia türleri dormansi evresine geçer, yaprakları sararmaya başlar ve kış ayları boyunca kahverengimsi bir görünüm alır ve sonrasında bahar aylarına gelindiğinde tekrar yeşil görünümünü alır (Avcıoğlu 1997).

Zoysia çimleri hem kuraklık hem de tuzluluğa karşı gösterdiği yüksek tolerans sayesinde, besin açısından fakir toprak koşullarında dahi yaşama ve yayılma yeteneğine sahiptir (Marcum ve Pessarakli, 2006). Zoysia türlerinin bazı genotipleri, aşırı toprak asitliğine karşı direnç gösterebilmekte; bu özellik, bitkinin asidik pH'a sahip lateritik veya kumlu topraklarda da başarılı şekilde yetiştirilebilmesini mümkün kılmaktadır (Carrow vd. 2001). Geniş adaptasyon kabiliyeti sayesinde Zoysia türleri, çeşitli toprak tiplerinde yetişebilmekle birlikte, en iyi performansı ise pH değeri 6-7 arasındaki, iyi drene edilmiş, tınlı yapıda ve verimli topraklarda göstermektedir (Avcıoğlu 1997; Severmutlu vd. 2011).

Birçok serin ve sıcak iklim çim bitkisine göre daha yavaş büyüme özelliği Zoysia çimlerinin yıllık biçim ihtiyacını önemli ölçüde azaltmaktadır. Büyüme hızı ve dolayısıyla biçim sıklığı açısından Zoysia türleri arasında genetik varyasyon mevcuttur. *Z. japonica* için biçim aralığı genellikle 7-10 gün iken, daha yavaş büyüme özellikleri gösteren *Z. matrella* ve *Z. pacifica* türlerinde bu süre 10-14 gün olarak değişmektedir (Higgins 1998). Zoysia çim türleri kullanım amacına göre ortalama 1.25-5 cm yükseklikte biçilebilmektedir (Avcıoğlu 1997; Beard 1973). Yavaş büyüme hızı yıllık azot ihtiyacını önemli ölçüde azaltmakta ve kullanım amacına göre önerilen azot oranı değişim göstermektedir. Ev bahçesi ve parklar gibi yeşil alanlarda yıllık ortalama 5-10 g/m² azot yeterli çim kalitesini sağlamak ve büyüme ve gelişmeyi desteklemektedir. Zoysia türleri, yavaş gelişim göstermelerine rağmen oldukça sık ve sert bir yapı meydana getirmekte ve özellikle yüksek azot dozları altında keçeleşme (thatch) problemi ortaya çıkabilmektedir (Beard 1973). Bu duruma müdahale etmek için biçim derinliğinin artırılması ve dikey kesim yapan ekipmanlarla (verticut) uygulama yapılması ve azot dozunun azaltılması önerilmektedir (Avcıoğlu 1997; Severmutlu 2010).

Zoysia çimi tür ve çeşitlerine değişmekle birlikte gölgeye karşı orta-yüksek düzeyde tolerans gösterebilmekte ve özellikle yarı gölgeli alanlarda, diğer sıcak iklim çim türlerine kıyasla daha üstün performans sergilemektedir (Qian ve Engelke 1999). Yüksek sıcaklık ve nem kombinasyonuna maruz kalınan koşullarda dahi Zoysia türleri özellikle *Z. matrella* fotosentetik aktivitesini sürdürebilme kapasitesi sayesinde tropik iklimlerde üstün bir adaptasyon ve performans sergilemektedir (Zhang vd. 2011). *Z. japonica*, kuraklığa karşı yüksek düzeyde dayanıklılık gösterirken, *Z. matrella* ise daha çok nemli çevre koşullarında başarılı bir gelişim göstermektedir; bu durum, tür içi ekolojik adaptasyon farklılıklarını ortaya koymaktadır (Trenholm vd. 2000). Ayrıca, bu tür,

karbon fiksasyonu açısından maksimum verimlilik sağlayan C₄ fotosentez mekanizması sayesinde serin iklim çimlerine göre %50'ye varan daha düşük su kaybı ile maksimum fotosentezi yapabilecek etkili bir uyum kabiliyeti geliştirmiştir (Sage vd. 1999). Ayrıca C₄ fotosentez yolağı ve sahip olduğu kranz anatomisi sayesinde yüksek sıcaklıklar altında ışıktaki solunum (fotorespirasyon)'u neredeyse sıfırladığı için oldukça verimli fotosentez gerçekleştirebilmekte ve böylece kurak ile sıcak iklim koşullarında büyümesini sürdürebilmektedir (Sage ve Monson 1999). Zoysia çiminin düşük evapotranspirasyon oranını sağlayan yaprak morfolojisi ile yoğun ve yatık büyüme formu, buharlaşma yoluyla oluşan su kaybını azaltarak kurak koşullarda hayatta kalmasını kolaylaştırmaktadır (Qian vd. 1997). Yüksek UV ışıınımı ve aşırı sıcaklık koşullarına maruz koşullarda yapılan denemeler, *Z. matrella*'nın fotosentetik aktivitesini koruduğunu ve görsel kalite kaybı yaşamadığını göstermiştir (Zhou ve Qian 2005). Yapılan fizyolojik çalışmalar, Zoysia çiminin su stresi altında prolin ve antioksidan enzim düzeylerini artırarak stres koşullarına metabolik uyum sağladığını ortaya koymuştur (Krishnan ve Merewitz 2014). Ayrıca, Zoysia türlerinde yaprak kütikulasının kalınlığı, stomaların yapısı ve dağılımı, kuraklığa karşı dayanıklılıkta kritik bir rol oynamaktadır (Zhang vd. 2015). Bunun yanı sıra, Zoysia çiminin derin ve yaygın kök sistemi, su ve besin alımını optimize ederek düşük bakım ve kurak koşullarda başarılı olmasına katkı sağlamaktadır (Carrow 1996).

Yoğun trafiğe (basılma ve çiğnenmeye) karşı gösterdiği yüksek tolerans, Zoysia türlerinin sadece estetik amaçlı değil, aynı zamanda yoğun kullanım gerektiren alanlarda da tercih edilmesini sağlamaktadır (Beard 1973).

Fotosentetik pigment konsantrasyonları ışık yoğunluğuna bağlı olarak değişim göstermekte olup, gölge koşullarında klorofil oranının artması, ışık absorpsiyon kapasitesinin yükselmesini sağlamaktadır (Shi vd. 2012). Bermuda çimine kıyasla çok daha yüksek gölge toleransına sahip olması ile tanınan Zoysia çimlerinin fotosentetik pigment yoğunluğu ışık şiddetine bağlı olarak değişiklik göstermekte ve gölgede dahi etkili fotosentez yapabilme kapasitesini yüksek tutmaktadır (Patton ve Reicher 2007). Fotosentez sırasında gerçekleşen karbon tutma oranları, Zoysia'nın farklı genotipleri arasında geniş çeşitlilik göstermekte olup, bu durum türün ekolojik koşullara adaptasyonunda önemli bir rol oynamaktadır (Sage ve Monson 1999). Gölge stresi altında Zoysia yapraklarındaki klorofil a/b oranı, ışık yoğunluğuna bağlı olarak değişim göstererek bitkinin fotosentetik verimliliğinin optimize edilmesini sağlamaktadır (Fry ve Huang 2004). Yaprak morfolojisindeki değişiklikler, ışık yakalama ve su kaybını dengelemede kritik rol oynamakta ve Zoysia'nın gölge, sıcaklık ve kuraklık gibi farklı streslere maruz ekotiplere uyum sağlamasını desteklemektedir (Patton ve Reicher 2007). Zoysia yapraklarının yüksek oranda kutikula tabakası ve sıkı epidermis hücreleri çevresel streslere karşı koruma sağlar (Fry ve Huang 2004).

Zoysia çiminin morfolojik çeşitliliği türler arasında belirgindir; örneğin, *Z. tenuifolia* ince yapraklı ve yumuşak bir dokuya sahipken, *Z. japonica* daha kalın yapraklıdır (Şekil 2.2) (Patton ve Reicher 2007). Rizomların yapısı türler arasında farklılık gösterse de, genellikle kalın ve etli yapıda olup kış soğukları ile kuraklığa karşı dayanıklılık sağlamaktadır (Trenholm vd. 2000). Zoysia yapraklarının hücre yapısı, yoğun kloroplast varlığı sayesinde fotosentetik etkinliği artırırken, hücre duvarının kalınlığı bitkinin fiziksel dayanıklılığını güçlendirmektedir (Sage ve Monson 1999). Ayrıca, Zoysia türlerinin morfolojik varyasyonu, yetiştikleri çevresel koşullara bağlı olarak değişmekte olup, özellikle yaprak uzunluğu ve genişliği türlerin ekolojik adaptasyonunda belirleyici faktörler arasında yer almaktadır (Zhang vd. 2010). Zoysia'nın morfolojik adaptasyonları arasında yer alan yaprakların dik ve dikine gelişimi, bitkinin özellikle ışık yakalama kapasitesini artırarak büyüme verimliliğini desteklemektedir (Fry vd. 2001).



Şekil 2.2. Zoysia japonica türüne ait fide (a) ve alan görüntüsü (b)

2.2 Bermuda Çiminin Taksonomisi, Morfolojisi ve Adaptasyon Özellikleri

Bermuda çimi (*Cynodon* spp.), hızlı gelişen ve çok yıllık bir sıcak iklim bitkisi olup, *Liliopsida* sınıfında yer alan, *Poaceae* (*Gramineae*) familyasının Chloridoideae alt familyasına, Cynodonteae takımının Chloridinae alt takımına ait bir cinistir. *Cynodon* cinsine bağlı türler genel olarak "Bermuda çimi" adıyla anılmaktadır. Bermuda çimi, tropikal, sıcak ılıman ve sıcak arid iklim bölgelerine başarılı bir şekilde uyum sağlayabilen, dünya genelinde yaygın bir kullanıma sahip sıcak iklim çim bitkisidir (Beard 1973).

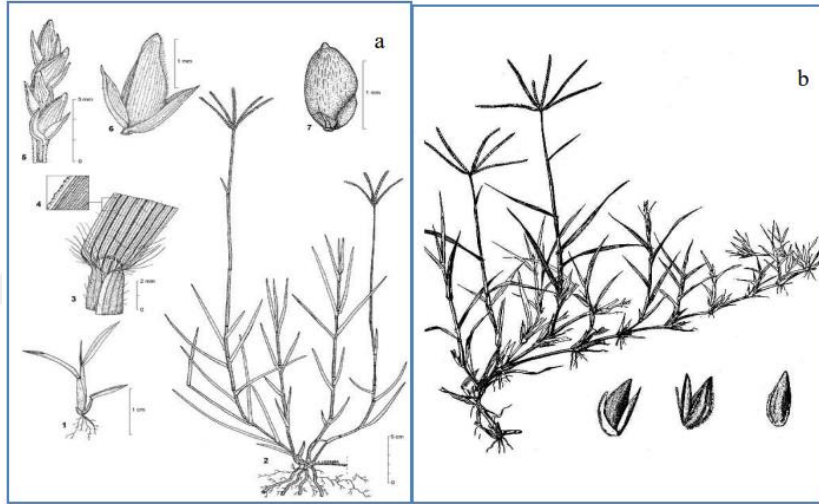
Türkiye’de "köpek dişi ayrığı" olarak da bilinen Bermuda çimi, özellikle Akdeniz iklim kuşağında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Dünya genelinde golf sahaları, spor alanları, kent parkları, ev bahçeleri ve peyzaj alanlarında en çok tercih edilen sıcak iklim çim türlerinden biri olarak öne çıkar. Bu cins art türler, düz ve doğrusal yaprak ayalarına sahip olmakla birlikte üst kenarlarında tüyler bulunduran zarsı bir diltik yapısına sahiptir.

Her stolon boğumu genellikle 2 ila 4 dal (sürgün) üretir; bu dallardan bir veya ikisi yan stolon olarak gelişebilir. Böyle bir özellik, oldukça yoğun bir çim örtüsü oluşturan karmaşık bir dallanma ağı meydana getirir. Bu gelişimsel morfoloji, çim oluşturmak için kullanılan çok yıllık çimlerin seçimi ve yönetimi açısından kritik bir öneme sahiptir (Beard 1973).

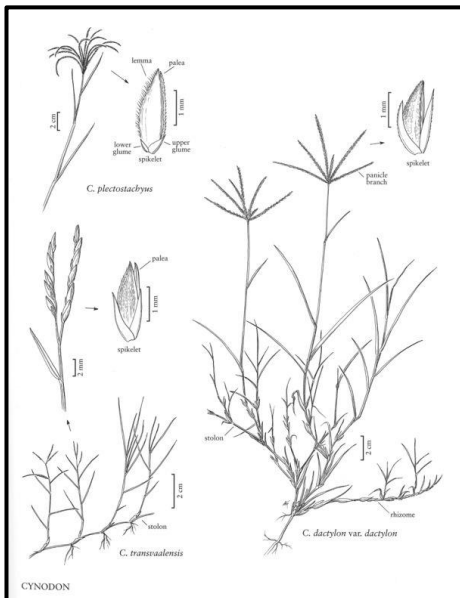
Cynodon cinsi, C₄ fotosentez mekanizmasını kullanan ve sıcak iklim koşullarına yüksek düzeyde adaptasyon kabiliyeti gösteren türleri içeren önemli bir taksonomik gruptur (Duble 1996). Bu cinsin en yaygın türlerinden biri olan *C. dactylon*, genetik olarak oldukça değişken bir yapıya sahiptir ve doğada diploid (2n=18) yapıdan tetraploid (2n=36) ve hexaploid (2n=54) yapıya kadar farklı formlarıyla yaygın şekilde bulunmaktadır (Taliaferro, 1995; Gülşen vd. 2009). Türkiye bu türün genetik çeşitlilik merkezi içinde yer almakta olup tüm ploidi seviyelerinde genotipleri doğal olarak barındırmaktadır (Gülşen vd. 2009). Taksonomik olarak *C. dactylon*, bazı kaynaklarda farklı alt tür ve varyetelerle sınıflandırılmıştır; bu durum, türün sahip olduğu yüksek morfolojik ve genetik çeşitliliği ortaya koymaktadır (Forbes ve Burton 1963). *C. dactylon*'un taksonomik sınıflandırılmasında rizom ve stolon yapısı, yaprak eni, sürgün gelişim biçimi ve kromozom sayısı gibi morfo-sitogenetik özellikler temel kriterler olarak kullanılmaktadır (Forbes ve Burton 1963). Bir diğer önemli tür olan *Cynodon transvaalensis*, doğal olarak Güney Afrika'da yayılış gösteren, diploid kromozom yapısına (2n=18) sahip ve ince dokulu bir formdur. Bu tür ile *C. dactylon*'un melezlenmesi sonucu triploid ve kısır hibrit çeşitler geliştirilmiş ve bu çeşitler günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Hanna ve Anderson 2008; Sever Mutlu vd. 2020). *Cynodon* türlerinin taksonomik sınıflandırılmasında geleneksel morfolojik karakterlerin yanı sıra sitogenetik analizler ve moleküler markırlarda kullanılmakta, bu da türler arası ayrımın daha net şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır (Caetano-Anollés vd. 1997). *C. dactylon*'un dünya genelinde geniş bir yayılım göstermesi, onun kozmopolit bir tür olarak değerlendirilmesine neden olmuş ve bu durum, taksonomik açıdan farklı varyetelerin tanımlanmasını beraberinde getirmiştir (Taliaferro 1995). *Cynodon* cinsine yönelik yapılan filogenetik çalışmalar, *C. dactylon* ile *C. transvaalensis* türlerinin evrimsel olarak birbirine yakın olmakla birlikte genetik olarak ayrılmış gruplar olduğunu göstermektedir (Budak vd. 2004).

C. dactylon türü, biçilmediği takdirde yaklaşık 30-40 cm'ye kadar uzayabilir. Yaprak ayaları 2-15 cm uzunluğunda, 1.5-4 mm genişliğinde olup ince, uzun şeritler halinde ve sivri uçludur. Üst yüzeyleri hafif tüylü, alt yüzeyleri ise tüysüzdür. Yaprak kınının üst kısmı her iki tarafında da tüy barındırırken kulakçık bulunmaz; yakacık kısa, tüysüz ve düzgün bir yapıya sahiptir. Dalcik beyaz renkte kirpiksi tüylerden oluşur. Çiçekler bileşik başak (raceme) şekline sahip olup genellikle 4-5 başaktan meydana gelir (Şekil 2.3 ve 2.4). Tohumları ince yapıda, saman sarısından açık kahverengine kadar değişen tonlarda olur. Rizom ve stolon gelişimi sayesinde bulunduğu alanı hızla kaplayabilir. *C. transvaalensis*, daha kısa bir çim kanopisine sahiptir ve maksimum

yüksekliği yaklaşık 10-15 cm kadardır. Yaprak ayaları 1-4 cm uzunlukta, 1.5-2 mm genişlikte olup genel olarak sarımsı yeşil renkte ve tüysüz veya hafif tüylüdür. Çiçekler, birer bileşik başak formunda olup genellikle 2-3 adet başaktan oluşur. Bu başaklar yaklaşık 1.5-2 cm uzunluktadır. Dilek zarsı bir yapıya sahip olup kırılgan biçimindedir ve uzunluğu 0.1-0.3 mm arasında değişir. *C. transvaalensis* de rizom ve stolonlarıyla bulundukları alana yayılarak yoğun bir kaplama oluşturur (Şekil 2.4) (Beard 1973).



Şekil 2.3. *C. dactylon* türünün morfolojik özellikleri (a), ve stolonları üzerindeki her bir adet meristemden gelişen yeni bitkiciklerle kaplama yeteneği (b) (Hitchcock 1950).



Şekil 2.4. *C. dactylon* , *C. transvaalensis* ve *C. plectostachyus* türlerinin başak tipi ve morfolojik yapısı

Her iki türde sahip oldukları farklı morfolojik özellikler nedeniyle çeşitli alanlar için avantaj sağlayabilecek seçeneklerden biri olarak değerlendirilebilir. Ancak, *Zoysia* çimleri sunduğu olumlu etkiler sayesinde, sürdürülebilir alanların oluşturulmasında öne çıkan iyi bir alternatif olarak görülmektedir.

Bermuda çimi C_4 fotosentez mekanizması sayesinde, yüksek sıcaklıklarda su kullanım ve fotosentez etkinliğini artırmakta ve bu özelliği sayesinde kurak çevre koşullarına karşı önemli düzeyde tolerans geliştirebilmektedir (Beard 2002). Ayrıca düşük verimliliğe sahip, besince fakir topraklarda dahi kök gelişimini sürdürebilmekte; bu özelliği ile erozyona karşı etkili bir yer örtücü olarak işlev görmektedir (Duble 1996). Bermuda çimi, yoğun güneş ışığı altında optimum performans sergileyebilirken, gölgeye karşı hassasiyet göstermektedir. Bu nedenle gölgeli alanlarda farklı türlerin tercih edilmesi daha uygun görülmektedir (Turgeon 2011).

Optimal büyüme sıcaklığı 27–35 °C aralığında olan Bermuda çiminin 15 °C'nin altına düşen sıcaklıklarda fizyolojik faaliyetlerinde belirgin bir yavaşlama meydana gelmektedir (Turgeon 2011). Bermuda çimi sıcaklık stresine karşı ısı şok proteinleri (HSP'ler) üreterek fizyolojik dayanıklılığını artırmakta ve bu sayede özellikle yüksek sıcaklıklara maruz kalan yaz aylarında büyüme ve gelişimini aktif devam ettirebilmektedir (Xu ve Huang 2001). Bermuda çimi, azot uygulamalarına oldukça hızlı bir fizyolojik yanıt verir; bu durum yaprak renginin koyulaşması ve büyüme hızında artış şeklinde kendini göstermektedir (Carrow vd. 2001).

Bermuda çiminin morfolojik adaptasyonları, çevresel stres koşullarına karşı dayanıklılığında önemli rol oynamaktadır. Toprak altında yatay olarak büyüyen rizomlar, bitkinin hem kuraklık hem de soğuk koşullarda canlılığını sürdürebilmesini sağlamakta; bu yapı, stres toleransını artıran temel özelliklerden biri olarak öne çıkmaktadır (Trenholm vd. 2001). *Cynodon* türlerinde sürgün uçlarında gelişen çiçek yapıları genellikle 3-5 başaktan oluşan bileşik salkım formundadır ve bu yapı rüzgarla tozlaşmaya uygundur (Taliaferro 1995). Çiçeklenme zamanı ve morfolojik yapısı varyeteler arasında değişiklik göstermektedir. Tetraploid yapıda tohumlu tipler dışında ticarete konu triploid çeşitler sterildir. (Hanna ve Anderson 2008). Bu nedenle triploid yapıda kısır bu çeşitler tohumla değil, vejetatif yollarla (rizom veya stolon) çoğaltılmaktadır (Taliaferro vd. 2004).

Bermuda çiminin yaprak renk tonu, tür ve varyeteye bağlı olarak açık yeşilden koyu yeşile kadar değişkenlik gösterebilmekte; bu renk farklılığı, peyzaj uygulamalarında estetik açıdan önemli bir tercih sebebi oluşturmaktadır (Christians vd. 2016). Morfolojik olarak, ince dokulu Bermuda çeşitleri daha yoğun ve düzgün bir çim yüzeyi oluştururken, kaba dokulu varyeteler daha hızlı lateral yayılım gösterme eğilimindedir (Carrow vd. 2001). İnce dokulu triploid yapıda türler arası melez Bermuda çeşitleri, örneğin Tifway 419, yoğun ve homojen yapısıyla yüksek çim kalitesi sağladığından golf sahaları ve spor alanlarında yaygın olarak tercih edilmektedir. Buna karşılık, kaba dokulu *C. dactylon*

varyeteleri ise daha hızlı yayılım gösterme eğilimleri nedeniyle erozyon kontrolü gibi fonksiyonel amaçlarla kullanılmaktadır (Hanna ve Anderson 2008).

Bermuda çiminin yaprak dokusu, tür ve varyeteye göre belirgin farklılıklar gösterebilmektedir. İnce dokulu varyeteler daha estetik bir görünüm sunsa da sık biçim gereksinimi nedeniyle yüksek bakım talep ederken, kaba dokulu çeşitler daha seyrek biçimle yönetilebilmekte ve düşük bakım koşullarına daha uygundur (Hanna ve Anderson 2008). Ayrıca, bitkinin yoğun ve derinlere doğru gelişen kök sistemi yaklaşık 1 metre derinliğe kadar ulaşabilmekte olup, bu morfolojik özellik sayesinde suya erişim kolaylaşmakta ve kurak ve stresli çevre koşullarına dayanımını artmaktadır (Qian ve Fry 1997). *C. dactylon*'un genç sürgünleri yumuşak ve parlak yeşil renkte iken, yaşlandıkça sertleşip gri-yeşil bir tona döner; bu renk değişimi, morfolojik gelişimin bir göstergesidir (Turgeon 2011).

2.3 Zoysia Çimi ile Çim Alan Tesis

Zoysia çimlerine olan talebin artışı üreticileri, satıcıları ve tüketicileri mevcut çeşitler, ekim/dikim yöntemleri ve bunları kapsayan teknik bilgilere yönelik bir arayışa yönlendirmiştir. Özellikle rulo çim satışı yapan firmalar, Zoysia çiminin büyüme hızının nispeten daha yavaş olması nedeniyle, daha kısa sürede alanı kaplayan tür ve çeşitlerine odaklanmaktadır. Nitekim yavaş büyüme/yayılma özelliği nedeniyle ekim ve dikim sonrası %100 çim ile kaplı alan oluşturma süresinin Bermuda çimine göre daha uzun olması, rulo olarak pazarlanan hazır Zoysia çiminin metrekaşe başına maliyetini artıran etkenlerden biridir. Yavaş büyüme özelliği tohum ve stolon parçaları ile alan oluşturma sırasında da birtakım problemlere sebep olduğundan araştırmacıları yeni alternatifler geliştirmeye sevk etmektedir. Bununla birlikte, Zoysia çiminin sunduğu avantajlar dolayısıyla, piyasada diğer türleri kullanan birçok kişi veya kuruluş, mevcut alanlarını Zoysia çimiyle değiştirmeye başlamıştır. Özellikle Avrupa ülkelerinde Zoysia çimleri çevreci çimler olarak popülaritesini her geçen gün artırmakta ve yeşil alanlarda kullanımı yaygınlaşmaktadır. Zoysia çimleri ile çim alan tesisine ilişkin teknik bilgi, alternatif metotlar ve farklı çeşitler üzerine derinlemesine bir bilgi birikimi oluşturulmasıyla birlikte, diğer türlerin yerini Zoysia çimine bırakmasının gelecekte daha sık gündeme geleceği düşünülmektedir.

Zoysia çimleri tohum, fide (plug), rulo çim ya da stolon parçaları ile alana tesis edilebilir. Tohumlu Zoysia çimi çeşitleri fenotipik olarak homojen ancak genotipik olarak heterojen 5 veya daha fazla ebeveyn hattın çaprazlanmasıyla elde edilen sentetik çeşitler olduğundan her bir tohum farklı genotipe sahiptir ve bu durum homojen bir çim örtüsü oluşturmada güçlük çıkarabilmektedir. Ayrıca tohum veriminin düşük olması ve çimlenme oranlarında yaşanan sorunlar nedeniyle tohum ile çim alan tesis Zoysia çimlerinde çok az tercih edilen bir yöntemdir (Patton vd. 2006). Kaldı ki ticarete konu çeşitlerin çok az bir kısmı tohumlu çeşitler olup, büyük bir kısmı türler arası melezleri de içeren vejetatif çeşitlerdir. Hazır rulo çim, köklü çim fideleri ve stolon parçaları vejetatif yöntemde kullanılan bitki materyalleridir. Rulo çim yöntemi, alana yerleştirildiği andan

itibaren çim örtüsünü sağlaması ve çok kısa sürede aktif kullanıma imkan vermesi nedeniyle tercih nedenidir. Öte yandan diğer vejetatif yöntemlere göre oldukça pahalı olup tesis edilecek alanın boyutu arttıkça maliyeti önemli ölçüde artırabilmektedir. Hazır çim fideleri ve stolon parçaları ise yavaş gelişim nedeniyle çok daha uzun bir süreçte çim alan oluşturacaklarından zaman faktörü kesinlikle göz önünde bulundurulmalıdır. Nitekim yavaş büyüme hızı nedeniyle Zoysia çiminin tohum veya fide yöntemiyle boş bir alana uygulanması sonrası alanı tamamen kaplaması oldukça uzun sürebilmektedir. Birim alanda kullanılan fide miktarı/tohum oranı ve iklime bağlı olarak değişmekle birlikte ekim dikim sonrası %100 çim ile kaplı alan oluşumu bir yıl sürebilmektedir.

ABD başta olmak üzere dünyanın farklı iklim bölgelerinde Zoysia türlerinin tohum ve diğer vejetatif yöntemler üzerine alana tesisi konusunda yoğun araştırmalar devam etmektedir.

Patton vd. (2004) 2000-2001 yılları arasında ABD’de yürüttükleri çalışmada Bermuda (Mirage) ve Zoysia (Zenith) türleri ile kurdukları denemelerde tohum ekim oranı ve zamanı ile tesis olma sürecinde herbisit uygulamalarının çim alan tesisinde etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak Zoysia ‘Zenith’ çeşidinde Haziran ayı ilk yarısında hektara 49-98 kg ha¹ tohum ekim oranının optimum kaplamayı sağladığı ve yabancı ot kontrolü için çimlenme öncesi siduron, çimlenmenin hemen akabinde quinclorac ya da 1 hafta sonra dithiopyr etken maddeli herbisit uygulamasının başarıyı artırdığı ve güvenli bir şekilde kullanılabileceklerini tespit etmişlerdir.

Pompeiano (2012) vd. İtalyada yürüttükleri çalışmada çim fideleri kullanarak çim alan tesisinde farklı Zoysia tür ve çeşitlerinin genetik etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar çeşitler arasında alan kaplama hızı açısından farklılıklar olduğunu ve dikimden 140 gün sonra ‘DALZ0101’ (*Z. matrella*) ve ‘Zenith’ (*Z. japonica*) çeşitlerinin ‘Emerald’ (*Z. japonica x Z. pacifica*^x), ‘HT-210’ (*Z. japonica x Z. pacifica*), ‘Meyer’ (*Z. japonica*) ve Mascarene çimi (*Zoysia pacifica*) çeşitlerine göre daha yüksek alan kaplama oranına ulaşarak kabul edilebilir kalitede çim saha oluşturdıklarını bildirmişlerdir (Pompeiano vd. 2012).

Sladek (2011) vd. tarafından 2007-2008 yıllarında ABD Teksas’ta 6 zoysia çim çeşidi kullanılarak yürütülen çalışmada fide dikim sıklığı, genotip/çeşit ve dikim zamanlarının çim tesis olma oranı/alan kaplama hızı üzerine etkileri araştırılmıştır. *Z. japonica* ‘El Toro’ çeşidi 12 hafta sonra alanı kaplarken, *Z. matrella* çeşitleri aynı alan kaplama miktarına ancak 32 hafta sonra ulaşabilmiştir. Bu veriler önceki literatürlerde verilen *Z. japonica* türünün *Z. matrella* türüne göre daha hızlı alan kapladığı sonucunu desteklemiştir. Alana dikilen fide çapındaki en büyük artışın *Z. japonica* ‘Meyer’ ve istatistiki olarak benzer bir oranla ‘Zorro’ çeşidinde, en küçük artışın ise *Z. japonica x Z. pacifica* melezi ‘Emerald’ ve *Z. matrella* ‘Diamond’ çeşitlerinde gerçekleştiği bildirilmiştir. Dikim zamanının Zoysia çiminin yerleşme başarısında önemli etkisi olduğunu bulan araştırmacılar geç ilkbahar ve erken yaz döneminde yapılan dikimlerin

aynı yıl içinde tamamen tesis olabildiğini bildirmişlerdir. Yaz sezonundan sonra dikim yapıldığında ise fidelerdeki gelişmelere bağlı olarak alan kaplamanın bir sonraki gelişme sezonundan sonra olabileceği bulunmuştur. Araştırmacılar çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında çeşit ve dikim zamanına bağlı olarak zoysia çiminde hızlı bir alan kaplamanın 6-12 hafta arasında mümkün olabileceğini ama 18 haftadan fazla sürmesi halinde sorunun genotipten kaynaklı olamayabileceğini daha çok kullanılan yöntem ve zamanlamadan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (Sladek vd. 2011).

Severmutlu vd (2011) 2005-2007 yılları arasında Mersin ve Antalya'da yürütükleri çalışmada sıcak iklim çim türleri; Bermuda çimi (*C. dactylon*), buffalo çimi (*Buchloe dactyloides*), zoysia çimi (*Z. japonica*), bahia çimi (*Paspalum notatum*), paspalum çimi (*Paspalum vaginatum*) ve kırkayak çimi (*Eremochloa ophiurioides*) ve serin iklim çim grubundan kayışsı yumak (*Festuca arundinacea*) türü dahil olmak üzere toplam 20 farklı çim çeşidini tohum ekimi yöntemiyle alana tesis ederek genel performanslarını ve bölgeye adaptasyonlarını araştırmışlardır. Tohum ekim oranı olarak *C. dactylon* ve *B. dactyloides* için 15 g.m², *E. ophiurioides* ve *P. vaginatum* için 5 g.m², Zoysia çimi için 10 g.m², ve bahia çimi için 30 g.m² kullanılmıştır. Çalışmada ekilen çeşitlerin ekim sonrası alanda tesis olma miktarları, renk ve kalite değerleri, ilkbaharda uyanma/geri dönüş miktarı ve sonbahar-kış dönemi yeşil renklerini koruma özelliklerini gözlemlemişlerdir. Ekim sonrası alanda yerleşme oranları sıcaklık toplamı ya da gelişme derece günleri (GDD-Sıcaklık toplamı isteği) ile ilişkilendirilerek hesaplanmıştır. Sonuç olarak 18 aylık süreçte Antalya'da toplam 2031 GDD kapsamında Zoysia çim türleri 'Zenith' ve 'Companion' çeşitlerinin sırasıyla %90 ve çeşidinde ise %84 oranında alanda tesis olduklarını tespit etmişlerdir. Mersin de ise aynı çeşitlerin %25 daha az GDD sergileyerek tesis olduklarını tespit etmişler. Araştırmacılar elde ettikleri veriler ışığında her iki lokasyonda da Bermuda çimi ve paspalum türlerinin Zoysia ve diğer çim türlerine göre ekim sonrası alanda daha hızlı yerleştikleri ve %100 kaplama oranına ulaştıklarını bildirmişlerdir (Severmutlu vd. 2011).

Miller vd. (2022) tarafından 2017-2019 yılları arasında ABD North Carolina eyaletinde 2 lokasyonda (Lenior ve Yadkin) yürütülen araştırma kapsamında Zoysia çiminde sonbahar ve ilkbahar olmak üzere iki farklı dönemde gerçekleştirilen tohum ekimi ve stolon parçaları ile dikim uygulamalarının alan kaplamadaki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan 'Crowne' çeşidi stolon parçaları (sprig) ile 'Compadre' çeşidi ise stolon parçaları ve tohum yöntemleriyle alana tesis edilmiştir. Lenior ve Yadkin lokasyonlarının farklı toprak yapısına sahip oldukları ve sırasıyla nispeten kumlu ve kumlu-tınlı toprak yapısında oldukları bildirilmiştir. Araştırmacılar tarafından Yadkin lokasyonunda Mart-Mayıs aylarında uygulanan tohum ile çoğaltım yönteminin hem hızlı hemde yüksek başarı oranı ile çim tesisi sağladığı vurgulanmıştır. Araştırmacılar 'Compadre' çeşidinde stolon parçaları/çelikleri ilkbaharda dikildiğinde 1 yıl sonunda %97 alan kaplama oranına ulaştığını bulmuşlardır. 'Crowne' çeşidinde ise stolon ile çoğaltımda çalışmada denenen bütün aylarda genel olarak daha düşük performans elde edilmiş yalnız mart ve nisan aylarında yapılan dikimlerde %87 alan

kaplama oranına ulaşıldığı tespit edilmiştir. Yadkin bölgesinde mart, nisan ve mayıs aylarında yapılacak bir dikiminin *Zoysia* çimini alanda tesis etmede etkin aylar olduğunu tespit etmişlerdir. Lenoir bölgesinde tohum ekim yönteminin stolon çelikleri ile yapılan dikime göre %25 daha fazla alan kaplama oranı sağladığı tespit edilmiştir. Tohum ile çoğaltım mart ve kasım aylarında yapıldığında ilk yılın sonunda %63-53 alan kaplama oranlarına ulaşılmış öte yandan daha sıcak ve kuru hava koşullarının yaşandığı Mayıs ayı ekimlerinde düşük sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak bu bölgede tohum ile çoğaltım yöntemini stolon çelikleri ile çoğaltım yöntemine göre daha etkin bulmuşlar. Çalışmadan elde edilen tüm veriler ışığında araştırmacılar denemelerinde kullandıkları her iki ekim/dikim yönteminin ekonomik olduğunu, öte yandan tohum yönteminin hem daha hızlı hem de daha yüksek başarı oranı sunduğu, stolon çeliklerinin ise düşük performans gösterse de uzun vadede etkin olabileceğini bildirmişlerdir. Nitekim stolon çelikleri ile tohum ekim yönteminin her ikisinin de 12-15 ay sonra benzer kaplama miktarına ulaştığını tespit etmişlerdir. Ayrıca zoysia çiminde en uygun ekim zamanının ilkbahar sonu-yaz başı olduğu ama 1 yıl sonunda ilkbahar ve sonbahar dikimlerinin benzer kaplama miktarına ulaştığını bulmuşlardır (Miller vd. 2022).

Temizel (2014) tarafından Antalya'da yürütülen çalışmada *Z. japonica* türünün Akdeniz iklimi koşullarında başarılı bir şekilde çim alan oluşturmalarını mümkün kılacak en uygun ekim/dikim zamanı ve çim fidesi dikim sıklığı araştırılmıştır. *Z. japonica* 'Zenith' tohumları, 10 gr/m² oranında haziran, temmuz ve ağustos 2012'de ekilmiştir ve en başarılı ekim zamanı haziran ayı bulunmuştur. Haziran ayında ekilen parseller, ekimden 12 hafta sonra 2107 sıcaklık toplamı isteği (STİ /GDD) değerine ulaşarak, % 98 oranında çim örtüsü oluşturmuşlardır. Ağustos ekimi ise aynı yetiştirme sezonu sonunda 1980 STİ değeriyle ancak %48 çim kaplama oranına ulaşmıştır. Çim fideleri dikim yönteminde ise *Z. japonica* 'Meyer' çeşidine ait 5 cm çaplı çim fideleri, haziran, temmuz ve ağustos 2012'de 25 cm (16 adet/m²), 34 cm (9 adet/m²) ve 50 cm (4 adet/m²) dikim mesafelerinde dikilmiştir. haziran ve temmuz ayında denenen tüm dikim mesafelerinde *Z. japonica* yetiştirme sezonu sonunda %93-100 oranında çim dokusu sağlarken Ağustos dikimi aynı yetiştirme sezonu sonunda sadece %32-71 oranına ulaşabilmiştir. Meyer Zoysia çeşidi kullanılarak çim fideleriyle vejetatif yöntemle çim alan tesisinde Haziran ayında 25-34 cm dikim mesafesi ile 10 hafta içinde çim alan tesisinin mümkün olabileceği bulunmuştur.

Yürütülen bu araştırma sonuçları *Zoysia* çiminin diğer sıcak iklim çim türlerine ve özellikle Bermuda çimine göre alanda daha yavaş tesis olduğuna işaret etmektedir. Öte yandan yavaş büyümesinin sağladığı avantaj nedeniyle daha az sulama, biçim, gübre, pestisit kullanımı ile daha düşük bakım istemesi nedeniyle zoysia çimlerinin sürdürülebilir çim alanlarda fark yaratan bir yer örtücü olduğunun altı çizilmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan farklı yöntemler zoysia çiminin sahada nasıl daha etkin ve hızlı tesis olabileceğine yönelik bilgi üretmeyi hedeflemiştir. Rulo çim ile alan tesisinin zoysia

çiminde pahalı olabileceği fakat hızlı sonuç verdiği, tohum, çim fideleri ve stolon çeliği yöntemlerinin ise ekonomik olduğunu fakat kendi içinde her birinin avantaj ve dezavantajları ile kullanılan metotlara bağlı olarak oldukça uzun zaman alabileceği vurgulanmıştır. Ayrıca tesis olma sürecinde yavaş yayılma nedeniyle artan rekabetçi yabancı ot baskısının başarıyı düşürdüğü ve bu bakımdan mücadelesinin gerektiğine dikkat çekilmiştir. Tüm bunlar ışığında zoysia çimi ile alan tesisinde başarı oranının bütçe, arazi durumu, kişisel tercih ve zaman ile doğru orantılı olduğu bildirilmiştir (Miller vd. 2022; Patton vd. 2006; Patton, Hardebeck, vd. 2004; Pompeiano vd. 2012; Severmutlu vd. 2011; Sladek vd. 2011).

2.3.1 Azot uygulamalarının zoysia çiminin tesis olma miktarına etkisi

Azot (N) çim alan yönetiminde en fazla kullanılan besin elementi olup ekim ve dikim sonrası alan kaplama ve genel çim kalitesinin sürdürülmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Azot aminoasitlerin, nükleotidlerin, nükleik asitlerin, hormonlar ve klorofilin önemli bileşenini oluşturmaktadır. Çim bitkilerinde azotlu gübrelemenin yapılması yoğun ve uzun ömürlü çim alanlar oluşturmak için gereklidir. Azot çim bitkilerinin morfolojisini ve adaptasyon yeteneklerini etkilemektedir. Çim bitkilerinde homojen ve canlı yeşil renk estetik değerin ve çim kalitesinin en önemli bileşenidir. Çim rengi başta olmak üzere, sürgün yoğunluğu, kök, rizom ve stolon gelişimi ise yapraklardaki azot içeriği ile ilişkilidir. Azot temel fotosentetik pigment olan klorofil üretimi için gerekli temel bir besin elementi olup yapraklardaki azot oranı klorofil sentezini direkt etkilemektedir (Marschner 1995; Wen vd. 2019). Bu özellikleri azotu çim bitkileri için önemli bir makro besin element kılacaktır (Frank ve Guertal 2015).

Briscoe vd. (2012) 2008-2009 yılları arasında yürüttükleri çalışmalarında stolon çelikleri çim alan tesisinde farklı dozda azot ve fosfor uygulamalarının golf sahası green bölgesinde kullanılan ‘Miniverde’ Bermuda [*C. dactylon* (L.) Pers. X *C. transvaalensis* (Burt-Davy)] ve ‘Diamond’ *Zoysia* çimi [*Zoysia matrella* (L.) Merr.] çeşitlerinin alan kaplama oranları üzerine etkisini araştırmışlardır. N kaynağı olarak stabilize üre (SU) kullanılan çalışmada hektara 12-24 kg/hafta üre uygulamasının çimlerin tesis olma süresini (hızını) olumlu etkilemekle birlikte elde edilen bu farkın istatistiki olarak önemli olmadığı sonucuna varılmıştır. *Zoysia* çimi için gerekli olan fosforun ise iyi bir alan kaplama için hektara 60 kg’dan fazla uygulanması gerektiği bildirilmiştir.

Pompeiano vd. (2017) sera koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmada *Zoysia* çiminin büyüme ve gelişme açısından farklı doz ve formlardaki N verdiği tepkileri kapsamlı olarak araştırmışlardır. Araştırmalarında *Z. japonica* ‘El Toro’ (hızlı-gelişim) ve *Z. japonica* ‘Meyer’ (yavaş-gelişim) ve *Z. matrella* ‘Zorro’ (hızlı-gelişim) ve *Z. matrella* ‘Diamond’ (yavaş-gelişim) çeşitlerini kullanarak yarı güçlü hoagland çözeltisinde farklı nitrat : üre oranlarının (100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75, 0 : 100) etkileri gözlemlenmiştir. Çeşitler stolonlarından klonal olarak (tek meristematik doku/göz içeren

stolon parçaları (Phytomers) olarak 21 cm'lik derinlikteki saksılara çoğaltılmıştır. Deneme sona erdirildiğinde gerçekleştirilen bitki biyokütle ölçümleri açısından çeşitler ve azot dozları arasında önemli ve anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük biyokütle sırasıyla 'El Toro' ve 'Diamond' çeşitlerinde elde edilirken 'Zoro' ve 'Meyer' kendi aralarında benzer gelişim göstermiştir. Kullanılan çeşitler özelinde *Zoysia* çimi büyüme ve gelişiminde en etkili nitrat ve üre oranı 25:75 olarak bulunmuştur. *Zoysia* çimlerinin yavaş geliştikleri için az azot tüketen bitkiler olduğunu bununla birlikte verilen N kaynağının %50 ve üzeri üre içermesinin gelişimi üzerinde önemli etkide bulunduğunu tespit etmişlerdir. Saf nitrat (100:0 nitrat:üre) uygulamasının biyokütlesi düşürdüğünü, üre ağırlıklı karışımların ise gelişimi arttırdığına dikkat çekmişlerdir (Pompeiano ve Patton 2017).

Schwartz vd. (2018) tarafından 2005-2010 yıllarında yürütülen çalışmada farklı dozlarda N ve biçim yüksekliği uygulamalarının çim kalite, yoğunluk ve renk parametrelerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada dört adet *Z. japonica* ve dört adet *Z. matrella* çeşitleri ve üç farklı azot dozu (73, 171, ve 268 kg ha⁻¹ yr⁻¹) ve iki farklı biçim yüksekliği (2.5 ve 5.0 cm *Z. japonica* ; 0.6 ve 1.2 cm – *Z. matrella*) kullanılmıştır. Sonuç olarak 'Empire' çeşidinde orta doz N uygulamasını yeterli, 'JaMur', 'BA-189', 'Taccoa Green' ve 'Zeon' çeşitlerinde düşük dozda N uygulamasını daha sürdürülebilir, 'Palisades' çeşidinde yüksek azot dozlarının daha etkin sonuç verdiği saptanmıştır. Araştırmacılar *zoysia* çiminde azot dozunun 171 kg ha⁻¹'dan 268 kg ha⁻¹'a çıkarılmasının çim parametreleri üzerinde önemli bir etkisinin tespit edilmediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar azotun çim alan yönetiminde anahtar besin elementi olduğunu ve düzenli düşük doz uygulamasının alanda tesis olma, hastalıklara dayanım ve renk-kalite vb. estetik parametrelerini olumlu etkilediği değerlendirmesini yapmışlardır (Schwartz vd. 2018).

Trenholm vd. (2012) 2005-2007 yılları arasında ABD'de yürüttükleri araştırmada 'Floratom' (*Stenotaphrum secundatum* [Walt.] Kuntze.) ve 'Empire' (*Z. japonica*) çeşitlerini kullanarak 2005 yılında hektara 32,6, 128, ve 196 kg ha⁻¹, 2006-2007 yıllarında ise hektara 49, 196, 343,490 kg ha⁻¹ dozlarında N (Üre ; 46-0-0) uygulaması yapmışlar. Tüm elde ettikleri veriler doğrultusunda *Zoysia* çimi çeşidinde daha düşük N dozlarıyla kabul edilebilir çim kalitesi sağlandığını bildirmişlerdir. Yüksek N dozlarında ise hastalık artışı ve çim kalitesinde düşüş tespit etmişlerdir. *Z. japonica* 'Empire' çeşidi özelinde optimum N dozunu 196 kg/ha olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışma nihayetinde yüksek azot dozlarının *Zoysia* çiminde etkin olmadığını hatta alan kaplama ve kalite parametrelerinde olumsuz etki gösterdiğini saptamışlardır. Araştırmacılar *Zoysia* çiminde aşırı N uygulamasından kaçınarak etkin yönetim ve bakım yapılabileceğinin altını çizmişlerdir (Trenholm vd. 2012).

N çimlerde en çok tüketilen besin elementlerindendir. Çünkü düzenli aralıklarla sürekli uygulanan biçim, önemli bir yaprak alanını uzaklaştırarak bitkide N kaybına yol açmaktadır. Yapılan çalışmalar diğer sıcak iklim çim bitkilerine göre daha yavaş gelişim

gösteren Zoysia çiminde azot tüketiminin fazla olmadığını ve dolayısıyla daha düşük N dozlarının daha etkili olduğunu gözlemlemişler. Ayrıca düşük miktardaki N'un Zoysia çiminde alan kaplama ve kalite parametrelerini olumlu etkilediğini ve sürdürülebilir çim alan yönetimi sağladığını bildirmişlerdir (Briscoe vd. 2012; Frank ve Guertal 2015; Pompeiano ve Patton 2017; Schwartz vd. 2018; Trenholm vd. 2012).

2.3.2 Farklı biçim yüksekliği uygulamalarının zoysia çimi çim performansı ve kalite parametrelerine etkileri

Biçim yüksekliği, çim bitkilerinin performansını etkileyen en önemli yönetim uygulamalarından biridir. Biçim işleminin kendisi uzaklaştırdığı fotosentetik yaprak alanı nedeniyle bitki için başlı başına bir stres kaynağıdır (Beard 1973). Farklı yükseklikteki biçim uygulamaları bitki morfolojisi ve fizyolojisini ve dolayısıyla büyüme ve gelişmelerini, genel çim kalitesini ve stres koşullarına dayanımlarını önemli ölçüde etkilemektedir.

Bunnell vd. (2005) ABD'de yürüttükleri çalışmada hem azot oranı hem de biçme yüksekliğinin hibrit Bermuda çimi 'TifEagle'ın yatay yönde yayılmasını ve büyümesini etkilediğini göstermiştir. Araştırmacılar biçme yüksekliğinin artırılmasının (3.2 mm'den 4.7 mm) yeniden büyüme ve yayılma yeteneğini %5 artırdığını ve bu dönemde ek azot uygulandığında da artışın devam ettiğini bildirmiştir.

Pirchio vd. (2018), biçim yüksekliği ve yöntemi ile beraber azot dozlarının *Z. matrella* üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yürüttükleri araştırmada, özel olarak modifiye edilmiş bir otonom biçim makinası, standart otonom biçim makinası ve manuel biçim makinası kullanılarak 1.2 ve 3.6 cm biçim yüksekliklerinde, farklı azot dozları (0, 50, 100 ve 150 kg ha⁻¹) denenmiştir. Araştırma sonucunda kısa biçim yüksekliğinin (1.2 cm), çim kalitesini ve sürgün yoğunluğunu artırdığını, yaprak genişliğini ise azalttığını ortaya koymuşlardır. Artan azot dozları çim kalitesini ve sürgün yoğunluğunu artırırken biçim kalitesini azaltmış ve yaprak genişliğini büyütüştür. Sonuçlar, otonom biçim makinasının düşük biçim yüksekliğinde yüksek çim kalitesi sağladığını ve reel biçim makinasına kıyasla daha yüksek sürgün yoğunluğu ürettiğini göstermiştir. Ancak biçim kalitesi açısından, döner bıçaklı otonom makina, makas benzeri kesim yapan tamburlu biçim makinasının gerisinde kalmıştır. Çalışma genelinde elde edilen bulgular, otonom biçim makinalarının uygun teknik modifikasyonlarla düşük biçim yüksekliğinde bile spor sahaları gibi yüksek kaliteli çim alanlarında etkili biçimde kullanılabileceğini ve enerji tasarrufu sağlayarak sürdürülebilir çim yönetimine katkı sunabileceğini göstermiştir (Pirchio vd. 2018).

Calvache vd. (2017) Norveç'in Landvik Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirdikleri çalışmada, biçim yüksekliğinin, azot ve fosfor dozlarının yanı sıra arbusküler mikoriza mantar (AMF) inokülasyonunun, kırmızı yumak otu (*Festuca rubra rubra* L.) ve tavusotu (*Agrostis stolonifera*, *A. canina*, *A. capillaris*) karışımıyla oluşturulan golf sahası green bölgelerinin çim kalitesi, botanik kompozisyon ve yabancı

ot rekabeti üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada üç farklı tohum karışımı, iki biçim yüksekliği (4.0 ve 5.5 mm), üç azot dozu (5, 10 ve 15 g N m² yıl⁻¹) ve üç fosfor/AMF uygulaması değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, biçim yüksekliğinin tek başına *Agrostis spp* ve *F. rubra* kardeşlenmesi üzerinde anlamlı etkisi olmamakla birlikte, daha düşük biçim yüksekliğinin (4 mm), yıllık mavi çim (*Poa annua*) istilasını artırdığı ve özellikle saf kırmızı yumak otu alanlarında bu istilaya karşı hassasiyetin arttığı gözlenmiştir. 5.5 mm biçim yüksekliği, özellikle *F. rubra* ve *A. capillaris* karışımı alanlarda daha yüksek görsel kalite, yoğunluk ve renk yoğunluğu sağlamıştır. *Agrostis* içeren karışımlar, *F. rubra* türüne kıyasla daha yoğun örtü oluşturmuş ve *P. annua* karşısında daha rekabetçi olmuştur. AMF inokulasyonu veya fosfor uygulamalarının ise çim gelişimi, yoğunluğu ve renk üzerine anlamlı bir etkisi tespit edilmemiştir. Bu bulgular, düşük biçim yüksekliğinin bazı durumlarda kaliteyi düşürebileceğini ve yıllık mavi çim istilasına zemin hazırlayabileceğini, dolayısıyla sürdürülebilir yönetim uygulamaları kapsamında daha yüksek biçim yüksekliklerinin tercih edilmesinin hem estetik hem de biyotik streslere karşı avantaj sağlayabileceğini göstermiştir (Calvache vd. 2017).

Koeritz vd. (2009) tarafından ABD'nin Wisconsin eyaletinde iki yıl süren araştırmada *A. canina* ('Vesper' ve 'SR7200') ve *A. stolonifera* ('Penncross' ve 'L-93') çeşitlerinin 2.5, 4.0 ve 6.4 mm biçim yükseklikleri ve 48 ile 146 kg ha⁻¹ N yıllık azot dozları altında çim performansları değerlendirmiştir. Sonuçlar, biçim yüksekliğinin birçok morfolojik ve fizyolojik özelliği etkilediğini ortaya koymuştur. Özellikle 4.0 mm biçim yüksekliği, Vesper çeşidinde en yüksek sürgün yoğunluğu, uygun çim kalitesini sağlamış ve dollar spot (*Sclerotinia homoeocarpa*) görülme sıklığını düşürmüştür. Ayrıca düşük biçim yüksekliğinin türlerinin yayılma hızını ve dolayısıyla istilacılık özelliğini önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur. Yüksek biçim yüksekliği *A. stolonifera* türünün diğer türler içine yayılımını arttırmıştır.

McCrimmon (2004) biçim yüksekliği, N ve K gübreleme oranlarının, Palmetto ve Raleigh yengeç çimi (*S. secundatum*) çeşitlerinin makro ve mikro besin madde içerikleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Louisiana Eyalet Üniversitesi'nde yürütülen bu çalışmada, iki farklı biçim yüksekliği (5.0 ve 7.5 cm), iki farklı azot oranı (227 ve 454 g N/93 m²/ay) ve iki farklı potasyum oranı (227 ve 454 g K/93 m²/ay) kullanılmıştır. Araştırmada uygulamalar Nisan-Ekim ayları arasında gerçekleştirilmiş ve çimlerin renk, yoğunluk, doku, uniformluk ve genel kalite kriterleri aylık olarak değerlendirilmiş, ayrıca Ağustos ayında yapraklardan makro ve mikro besin analizleri gerçekleştirilmiştir. Bulgular, yüksek azot dozunun her iki çeşit için de yaprak dokusunda N konsantrasyonlarını artırdığını ortaya koyarken, potasyum dozlarının ise K içerikleri üzerinde belirgin bir etki oluşturmadığını göstermiştir. Çalışmada aynı türe ait çeşitlerin bile gübre uygulamalarına farklı tepkiler verdiğinin altını çizmiştir. Palmetto çeşidinde yaprak K düzeylerinin, yüksek doz uygulamalarında dahi yeterlilik aralığının altında kaldığı, Raleigh çeşidinde tüm uygulamalarda yeterli seviyeye ulaşıldığı saptanmıştır. Kalsiyum ise her iki çeşit ve tüm uygulamalarda eksik bulunmuş ve bu durum çimlerin gelişimi açısından dikkat çekici bulunmuştur. Ayrıca, mikro besin elementlerinden Fe,

Mn, Zn ve Cu konsantrasyonları her iki çeşit için de uygulamalar arasında değişkenlik göstermiş, ancak genel olarak yeterli aralıklar içinde kalmıştır. Biçim yüksekliğinin ise özellikle azot içeriğiyle etkileşime girerek besin element düzeylerini etkilediği belirlenmiştir. Yüksek biçim yüksekliği (7.5 cm), azot düzeyi yüksek uygulamalarda daha yüksek N konsantrasyonları ile ilişkilendirilmiş ve özellikle düşük azot dozuyla uygulandığında azot seviyeleri belirgin şekilde düşmüştür. Ayrıca, bazı mikro besin elementlerinde (örneğin Cu ve Zn) yüksek biçim yüksekliği ile artan besin element birikimi gözlenmiştir. Sonuç olarak, biçim yüksekliği, azot ve potasyum uygulamalarının yengeç çim çeşitlerinin yapraklarındaki besin elementi içeriklerini önemli ölçüde etkileyebildiği ve dolayısıyla büyüme ve gelişmelerini doğrudan etkileyebilecekleri saptanmıştır (McCrimmon 2004).

Sıcak ve yarı kurak iklim koşullarında çim alanlarda su tüketimini azaltmaya yönelik Biran vd. (1981) tarafından yürütülen çalışmada, biçim yüksekliği, sulama sıklığı ve toprak neminin aralarında zoysia çimlerini de içeren çim türlerinin su tüketimi ve gelişim hızına etkileri araştırılmıştır. Çalışmada ikisi serin iklim (C₃), dokuzu sıcak iklim (C₄) türü olmak üzere toplam 11 farklı çim türü ya da çeşidi kullanılmış, denemeler kapsamında çimlere iki farklı biçim yüksekliği (3 ve 6 cm), iki sulama rejimi (normal ve geç sulama) ve farklı toprak nem seviyeleri uygulanmıştır. Bulgular, C₃ türlerinin, C₄ türlerine kıyasla daha yüksek su tüketimine sahip olduğunu ve fotosentez/transpirasyon oranlarının da daha düşük olduğunu ortaya koymuştur. Biçim yüksekliğinin 3 cm'den 6 cm'ye çıkarılması, tüm türlerde klorofil miktarını, su tüketimini ve gelişim oranını arttırmış; ancak bu artış C₃ türlerinde kalıcı, C₄ türlerinde ise geçici olmuştur. Geciktirilmiş sulama ile geçici solgunluk oluşturulan uygulamalarda su tüketimi ve gelişim oranı %24-34'e varan oranlarda azalmış, özellikle C₃ türlerde bu etki daha belirgin olmuştur. Ayrıca yüksek sıcaklık koşullarında (34.5 °C), C₃ türü olan tall fescue'un fotosentez oranı C₄ türlerine göre üçte bir oranında düşük çıkarken, transpirasyon oranı benzer bulunmuş ve bu durum, yüksek sıcaklıklarda C₃ türlerin su verimliliğini olumsuz etkileyebileceğini göstermiştir. Ayrıca *Z. matrella*'nın diğer türlerden daha yüksek toprak su potansiyelinde transpirasyonu azalttığı ve su stresine erken tepki verdiği belirlenmiştir. C₄ grubundaki türlerden *C. dactylon* 'Santa Ana', *S. secundatum*, *Z. japonica* × *Z. tenuifolia* ve *E. ophiuroides*; su tüketimi düşük ve yüksek kalite ve yoğunluk sağlayan türler olarak ön plana çıkmıştır. Buna karşılık, hızlı dikey gelişim gösteren *Pennisetum clandestinum* ve *C. dactylon* 'Suwannee' gibi türlerin su tüketimi yüksek bulunmuştur. Serin iklim türlerinden *Lolium perenne* 'Pennfine' ise en kötü performansı göstermiş; çok düşük kuru madde verimi, en yüksek transpirasyon oranı ve yüksek su tüketimi ile sıcak ve kurak bölgeler için uygun olmadığını ortaya koymuştur. Genel olarak çalışma, sıcak ve kurak bölgelerde çim türü seçiminde sadece sıcaklık toleransı değil, aynı zamanda su tüketimi ve fotosentetik yol gibi fizyolojik özelliklerin de dikkate alınması gerektiğini vurgulamış ve bu koşullarda C₄ çim türlerinin C₃ türlerine göre daha uygun olduğunu ortaya koymuştur (Biran vd. 1981).

Schwartz vd. (2020) çalışmasında, hibrit bermudagrass (*Cynodon dactylon* × *C. transvaalensis*) çeşitlerinden ‘TifGrand’ ve ‘TifSport’un, yoğun gölge koşullarında (yaklaşık %77) iki biçim yüksekliği (1.27 cm ve 3.81 cm) ve Trinexapac-ethyl (TE) adlı bitki büyüme düzenleyicisi uygulamalarına verdikleri tepkileri incelemiştir. Georgia Üniversitesi’nde yürütülen iki yıllık bu alan araştırmasında, çim kalitesi (TQ), yeşil örtü oranı, normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI) ve koyu yeşil renk indeksi (DGCI) gibi performans kriterleri değerlendirilmiştir. Çalışmada ‘TifGrand’ çeşidinin, özellikle yüksek biçim yüksekliğinde (3.81 cm) daha üstün performans sergilediği saptanmıştır. Düşük biçim yüksekliğinde (1.27 cm) özellikle ‘TifSport’ ciddi kalite düşüşleri yaşamıştır. Öte yandan, ‘TifGrand’ çeşidinde düşük biçim yüksekliğiyle birlikte uygulanan TE, yaz döneminde TQ, NDVI ve DGCI değerlerini iyileştirmiştir. Ayrıca, biçim yüksekliğinin artması genellikle yeşil örtü oranı ve NDVI üzerinde olumlu etkiler yaratmıştır; bu fark, özellikle TE uygulanmadığında daha da belirgin hale gelmiştir (Schwartz vd. 2020).

Genel anlamda, biçim yüksekliği; çimlerin alanda tesis olması ve gelişimi, sürgün yoğunluğu, yapısal bütünlüğü, hastalıklara karşı dayanıklılığı ve görsel kalitesi üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olup, uygun biçim yüksekliğinin seçimi çim alanlarının sürdürülebilirliği ve performansı açısından kritik öneme sahiptir.

2.3.3 Farklı çim türleri ile kaplı alanların zoysia çim türüne dönüştürülmesi

Küresel ısınma tüm dünyada etkisini sürdürmektedir. Bu süreçte her yıl artan ortalama hava sıcaklıkları, daha sık ve şiddetli yaşanan kuraklık stresi buna karşın azalan su kaynakları, yeşil alanlarda kuraklığa en dayanıklı/ suyu daha az tüketen, daha az bakım isteyen çim tür ve çeşitlerinin kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Bu kapsamda izledikleri C₄ fotosentez mekanizmaları sayesinde suyu daha etkin kullanan Bermuda ve Zoysia türleri gibi C₄ çimleri öne çıkmaktadır. Yüksek kuraklık dayanımı, oldukça iyi basılma toleransı ve mükemmel kendini yenileme kabiliyeti ile Bermuda çimi dünyanın sıcak iklim bölgelerinde yeşil alanlarda yaygın kullanılan çim türlerinden biridir (Beard 1973; Turgeon 2005). Öte yandan oldukça zayıf gölge toleransı ve düşük kış dayanımı, Bermuda çiminin en önemli iki dezavantajıdır (Bunnell vd. 2005; Christians 2004). Bu bakımdan çok daha iyi gölge toleransı ve soğuk dayanımına sahip Zoysia çimleri önemli bir alternatif sunmaktadır. Zoysia çiminin Bermuda çimine göre en önemli avantajlarından biri de daha düşük bakım isteğidir. Çeşitlerine göre farklılık göstermekle birlikte çok daha hızlı ve agresif büyüme özelliği nedeniyle Bermuda çimi daha yoğun (yüksek) bakım (gübre, sulama, biçim) gerektirebilmektedir. Nitekim Bermuda çiminin yıllık azot ihtiyacı 195-781 kg ha N oranındadır (Beard 1973; Carrow vd. 1987). Daha yavaş büyüme hızına sahip olan Zoysia çimleri ise nispeten düşük bakım ister (Beard 1973). Kaliteli bir saha için ihtiyaç duyduğu N oranı Bermuda çimine göre ortalama %50 daha azdır (73 – 146 kg ha yıl). Bermuda çimine göre daha az bakım istediğinden Zoysia çimleri sürdürülebilir yeşil alanlar için ideal çim olarak gösterilmekte ve ülkemizde de kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Sağladığı avantajlar nedeniyle Avrupa başta olmak çim alanların Zoysia çimlerine dönüştürülmesine olan ilgi, golf sahaları, ev bahçeleri ve

diğer yeşil alanlarda her geçen gün artmaktadır (Foy 2001). ABD güney doğu eyaletlerinde pek çok golf sahasının fairway bölümlerindeki mevcut hibrit Bermuda çimlerini (*C. dactylon* × *C. transvaalensis* Burt Davy) yeni nesil Zoysia çimi çeşitlerine çevirdikleri bildirilmiştir (Begitschke vd. 2022).

Zoysia çimlerine yönelim ve değiştirme ile sağlanacak kazanımlar özellikle serin iklim çim türleri ile oluşturulmuş çim alanlarda dikkat çekicidir. Serin iklim çim türlerinden *Festuca arundinacea* ile ekili bir golf sahasının Zoysia çimine çevrilmesi ile su tüketiminde %50 oranında tasarruf edilebildiği ve pestisit kullanımının da düşürüldüğü bildirilmiştir (Zuk ve Fry 2005). Genel olarak bu çevrimlerde mevcut çim örtüsünün herbisit vb. kullanılarak alandan tümünden yok edilmesi ve ardından Zoysia çiminin rulo çim yöntemi ile temizlenen alana serilmesi ideal çözüm olarak önerilmektedir. Mevcut serin iklim çiminin, sıcak iklim çim türlerine (Zoysia, Bermuda, *Paspalum vaginatum*) çimine çevrilmek istendiği diğer üst ekim/dikim çalışmalarında da araştırmacılar, alandaki serin iklim çim türünün glyphosate gibi bir herbisit kullanılarak tamamen yok edilmeden sıcak iklim çim türünün alanda başarılı şekilde tesis olamadığını bildirmişlerdir (Jellicorse vd. 2012; Schiavon 2013). Öte yandan herbisit kullanımı gerek maliyet ve gerekse çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle çok arzu edilen bir durum değildir (Fry vd. 2007). Nitekim yavaş büyüme hızı nedeniyle Zoysia çiminin tohum veya fide yöntemiyle boş bir alana uygulanması sonrası alanı tamamen kaplaması oldukça uzun sürebilmektedir. Birim alanda kullanılan fide/tohum oranı ve iklime bağlı olarak ekim dikim sonrası %100 çim ile kaplı alan oluşumu bir bazen iki yıl sürebilmektedir. Bu nedenle yeşil örtünün hızlı bir şekilde sağlanması gereken alanlarda zoysia çiminin rulo olarak alana uygulanması önerilir. Öte yandan hazır rulo çim daha yüksek maliyet nedeniyle ev ve işletme sahipleri tarafından tercih edilmemektedir. Bunun yerine arzu edilen türün tohum ve/veya fidesinin mevcut çimi öldürmeden içine direkt ekim/dikimi bir başka deyişle üst ekim/üst dikim yönteminin daha pratik ve ucuz bir çözüm olabileceği bildirilmiştir (Schiavon vd. 2013). Öte yandan, alandaki mevcut tür ile üste ekilen Zoysia arasında ışık, su ve besin elementleri için oluşacak rekabet Zoysia çiminin çimlenmesini ve tesis olmasını engelleyebilir (Schiavon vd. 2013).

ABD’ de yürütülen çalışmalarda *Lolium perenne* türünden oluşan bir çim alan üzerine, herhangi bir total ot öldürücü veya bitki büyüme engelleyicisi kullanmadan direkt yapılan üst ekim sonunda; Zoysia (*Z. japonica*) çiminin maksimum %10 kaplama hızına ulaşabildiği bulunmuştur (Patton vd. 2004; Zuk ve Fry 2005).

Literatür incelendiğinde Bermuda çimi gibi mevcut bir sıcak iklim çim türü ile kaplı bir alanın Zoysia çimine dönüştürülmesi üzerine yapılmış kapsamlı bir araştırma ise yok denecek kadar azdır. Kısıtlı sayıdaki çalışmalarda belirtilen bu dönüşümün başarıya ulaşması için alandaki mevcut Bermuda çiminin tamamen öldürülmesi tavsiye edilmektedir (Doroh 2011). Çünkü agresif büyüme özelliği, yoğun stolon ve rizom sistemi ile Bermuda çimi oldukça rekabetçi bir türdür. Bu özellikler Bermuda çimini ideal bir çim türü yapmakla birlikte, kontrolünü ve alandan uzaklaştırılmasını oldukça

zorlaştırır (Webster 2000). Nitekim yapılmış bu araştırmaların tamamı ekim ve dikim öncesi mevcut Bermuda çiminin öldürülmesi için kullanılabilecek ideal herbisit ve dozlarını bulmaya odaklandığı görülmektedir (Begitschke vd. 2022; Doroh 2011).

Doroh (2011) Alabama, ABD’ de 2008-2009 yılları arasında yürüttüğü çalışmada ‘Tifway’ Bermuda çimine sahip golf sahası ‘fairway’ bölümünün Zoysia çimine dönüştürülmesinde dikim öncesi farklı total ot öldürücü herbisit uygulamalarının, azot ve bitki büyüme engelleyicisi TE’nin ‘Zorro’ (*Z. matrella*) çiminin tesis olması üzerine etkilerini araştırmıştır. Alanda agresif gelişim gösteren Bermuda çimini baskılamak ve alandan uzaklaştırmak için Glyphosate, Dazomet, EPTC, Siduron ve bu kimyasalların kombinasyonlarını uygulamışlardır. Belirtilen çalışmada, Zoysia ekimi öncesi dazomet + glyphosate kombinasyonu ile yapılan herbisit uygulaması ve TE uygulamasının Zoysia çiminin tesis olma başarısını arttırdığı (%93 oranında) bulunmuştur. Bermuda çiminin öldürülmeden dikim yapıldığı kontrol uygulamasında ise başarılı sonuç alınamamıştır.

Johnson (1976) Bermuda çimi ile kaplı alanın ‘Emerald’ Zoysia (*Z. japonica* x *Z. tenuifolia*) çimine dönüştürülmesi üzerine yürüttüğü araştırmasında Bermuda çimini alandan uzaklaştırmak için aralarında glyphosate gibi total ot öldürücüleri içeren farklı herbisit kimyasal kombinasyonlarını denemiştir. Zoysia çiminin alanda tesisi için çalışmada çim fideleri ve stolon parçaları denenmiştir. Sonuç olarak Bermuda çiminden zoysia çimine geçişte ikinci yıl sonunda tüm durumlarda alan kaplaması ‘Emerald’ çeşidinde %25’i geçememiştir. Araştırmacı bu durumun zoysia çeşidinin yavaş gelişmesinden kaynaklandığını, ve bu süreçte alan kapanmadığı için glyphosate ile baskılanmaya çalışılan Bermuda çiminin ölmeyen stolon/rizom parçalarından çıkış yaparak rekabet ettiğini bildirmiştir. Araştırmacı Bermuda çimi ile kaplı alanın Zoysia çimine dönüştürme işleminin kullanılan çeşit özelinde başarısız olduğunu değerlendirmiştir (Johnson 1976).

Öte yandan Zoysia çimi ve Bermuda çimlerinin büyüme ve rekabet potansiyelleri karşılaştırıldığında, doğru bakım koşulları sağlandığında Zoysia çiminin kontrolü ele alarak, zamanla dominant konuma geçeceği belirtilmektedir (Evergreen seeds 2023). Zoysia çiminin gölge toleransı Bermuda çimine göre çok daha iyi olduğundan (Beard 1973). Özellikle yarı gölge alanlardaki Bermuda çimine yapılan üst dikim uygulamalarında azalan rekabet nedeniyle Zoysia çiminin alanda daha çabuk dominant hale geçmesi ve kaliteli çim örtüsü oluşturmaları beklenir. Zoysia çimleri potansiyel olarak zamanla yoğun keçe tabakası oluştururlar. Bermuda çimine dikilen Zoysia türünün oluşturacağı kalın keçe tabakası ile Bermuda çiminin yeterli ışık almasını engelleyerek, fotosentez kabiliyetini düşürmesi beklenir. Uzun vadede bu durum, Bermuda çiminin seyrelemesine ve ölümüne neden olabilmektedir (Peyton 2022).

Mevcut bir çim alanı bozmadan, başka bir çim türüne çevirirken, türler arası rekabetin azaltılması ve arzu edilen türün yerleşmesine olanak taşıyacak koşulların oluşturulması elzemdir. Bu nedenle, Bermuda çimi gibi mevcut bir çim alanın Zoysia

çimine çevrilmesinde en uygun yöntem ve bakım uygulamalarının belirlenmesi önem taşımaktadır. Literatür incelendiğinde özellikle azot ve biçim yüksekliği uygulamalarının bu dönüşümde etkilerini araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırmanın amacı halihazırda Bermuda çimi ile ekili alanın, üst dikim yöntemi ile Zoysia çimine dönüştürülmesinde farklı azot dozları ve biçim rejiminin kullanılan üç farklı Zoysia çim çeşidinin tesis olma başarısı üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.



3. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma Antalya Golf Club (Belek, Antalya), alıştırma sahasında 2023-2025 yılları arasında yürütülmüştür (Şekil 3.1). Araştırma ile belirtilen bölgede halihazırda Bermuda çimi ile ekili alanın, farklı Zoysia çimi çeşitleri kullanılarak Zoysia çimine dönüştürülmesinde farklı azot dozları ve biçim rejiminin etkilerinin gözlemlenmiştir.



Şekil. 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü deneme alanının uydu görüntüsü (Google Earth, 2025)

3.1. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyalleri

Araştırmada Akdeniz Üniversitesinde türler arası (*Z.japonica* X *Z.matrella*) resiprokal melezleme yöntemiyle geliştirilmiş iki adet yerli hibrit Zoysia çeşitleri; ‘Türkzoy’ (*Z. matrella* x *Z. japonica*)’ ve ‘Anazoy’ (*Z. matrella* x *Z. japonica*)’ bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Ayrıca ülkemizde de ticarete konu olan ‘El-toro’ (*Z.japonica*) ise şahit/kontrol çeşit olarak kullanılmıştır. El-Toro çeşidi Zoysia çim çeşitleri arasında tesis olma/alan kaplama açısından en hızlı ve soğuk toleransı en iyi olarak bilinen ve tüm dünyada yaygın kullanım alanına sahip bir çimdir. Araştırmanın yürütüleceği alanda halihazırda Tifway-419 Bermuda çimi mevcuttur. 1950’ li yıllarda geliştirilen ve o tarihten bu yana Türkiye’de ve dünyada çim yüzeyli spor sahalarından ev bahçelerine kadar çok farklı kullanımlara hitap eden yeşil alanlarda kullanılan bir çeşittir. Tifway-419 yüksek sıcaklık toleransına sahip, hızlı alan kaplayan, yüksek basılma toleransı ve yüksek kendini yenileme oranına sahip oldukça agresif /rekabetçi triploid yapıda türler arası melez (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*) bir çeşittir.

3.2. Araştırmada Kullanılan Metot

Araştırma üç adet çeşit adayı (Türkzoy, Anazoy ve El-Toro), iki farklı biçim yüksekliği (1.2 cm = fairway ve 3.5 cm=rough), üç farklı azot dozu (0, 5, 10 g N /m²/yıl) içerecek şekilde şerit parselli bölünmüş blok deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Tüm parselin boyutu 6x6 m, bölünmüş parsellerin boyutları 2x6 m dir. Tüm parsellerde çeşit değerlendirilirken, bölünmüş parsellerde gübre dozları (0 g, 5g ve

10 g N /m² /yıl) değerlendirilmiştir. Ardından her bir parselin yarısına 1.2 cm (fairway), diğer yarısına ise 3.6 cm (rough) yüksekliğinde biçimin yapıldığı şeritler halinde biçim faktörü yerleştirilmiştir. Her bir parsel arasında 1 m ve bloklar arasında ise 2 m mesafe bırakılmıştır. Klonal olarak çoğaltılan ortalama 5 cm çapında köklü Zoysia çim fideleri (mevcut Bermuda çimi içerisinde) 2023 haziran ayında dikilmiştir. Dikim öncesi Bermuda çimi yaklaşık 1.5 cm yükseklikten biçilmiştir. Dikim öncesi herhangi bir herbisit ya da bitki büyüme düzenleyicisi kullanılmamıştır. Her parselde mevcut Bermuda çiminin içine m² ye 25 fide olacak şekilde fide dikilmiştir (Şekil 3.2). Dikilen fidelerin üzerinden tesviyeyi düzeltmek için silindir geçilmiştir (Şekil 3.3). Çim fidelerinin strese girmesini engelleyecek şekilde ilk iki hafta günde 4-5 kez ortalama beşer dakika yağmurlama sulama sistemi ile sulama yapılmıştır. Takip eden bir ay süresince sadece günde bir defa sulanmıştır. Ardından iklimsel koşullara bağlı olarak bitkilerin sadece strese girmesini engellemek amacıyla ihtiyaç duyuldukça sulama yapılmıştır. Çim fideleri dikildikten on gün sonra tüm parseller 3.5 cm yükseklikten rotary tip (pervane bıçaklı) çim biçme makinesi ile biçilmiş ve takip eden 1 ay süresince haftada bir aynı yükseklikten biçilmiştir (Şekil 3.5). Ardından belirlenen biçim yüksekliklerine 1.2 cm (fairway) ve 3.5 cm (rough) geçilmiştir. Fairway biçim yüksekliği haftada 3 gün, rough biçim yüksekliği ise haftada iki gün uygulanmıştır (Şekil 3.4). Denemede üç farklı doz Azot (0, 5 ve 10 g N /m²/yıl) tekerlekli gübre serpme makinesi ile uygulanmıştır (Şekil 3.4). Belirtilen yıllık toplam azot oranları 2023 ve 2024 yıllarında sırasıyla iki (Haziran ve Kasım) ve dört eşit doza (Mart, Haziran, Eylül ve Kasım) bölünerek uygulanmıştır.

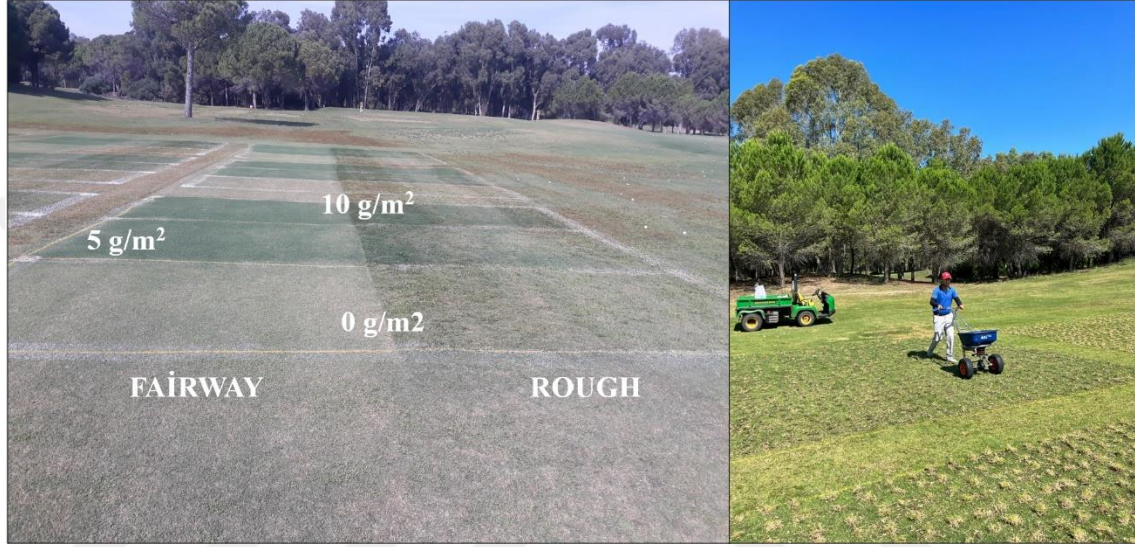
Deneme süresince, genel çim kalitesi, renk, klorofil içeriği, çim indeks değerine (NDVI) ait aşağıda detayları verilen veriler alınmıştır.



Şekil 3.2. Zoysia çimi fideleri için Bermuda çimi içinde fide çukurlarının açılması ve fide dikim işlemleri



Şekil 3.3. Zoysia fidelerinin dikilmiş görüntüsü, dikilen fidelerin üzerinden silindir ile geçme işlemi ve işlemlerin ardından arazinin görüntüsü



Şekil 3.4. Farklı azot dozları ve biçim yükseklikleri; Denemenin gübrelenmesi



Şekil 3.5. Biçim işleminde kullanılan rotary (pervane) tip çim biçme makinesi

3.2.1. Alanda tesis olma (yerleşme) oranı

Tesis olma hızı, görsel olarak, her bir parselde zoysia çimine bitkilerin yüzde (%) olarak kapladığı alansal oranın değerlendirilmesidir (NTEP 2019). Bu değer fideler alana dikildikten itibaren Zoysia türünün bütün parselin içinde büyüme ve yayılma yönünde kabiliyetini ve hızını vermektedir. Dikilen Zoysia çeşitleri renk ve oluşturdıkları tekstür ile mevcut Bermuda çeşidinden fark edilebilir şekilde ayrılabilmiş ve böylece görsel skala ile her parseldeki ortalama Zoysia çimi % olarak değerlendirilebilmiştir.

3.2.2. Çim kalitesi

Çim kalitesinin değerlendirilmesi, çimin rengi, homojenliği (üniformite), yoğunluğu, dokusu (tekstürü) ve çevresel ya da hastalık gibi çeşitli stres faktörlerine karşı tepkisi gibi unsurların bir kombinasyonuna dayanır (Turgeon 1999). Bu değerlendirme, görsel olarak 1 ile 9 arasında bir kalite puanlama skalası kullanılarak gerçekleştirilmiştir (1: dormansi veya ölüm, 2-3: çok kötü, 4-5: kötü, 6: kabul edilebilir, 7: iyi, 8: çok iyi, 9: ideal) (NTEP 2010; Severmutlu 2011). Bu skalada, 1.0 tam sararmayı (dormansi veya ölüm) belirtirken, 6.0 değeri asgari kabul edilebilir çim kalitesini ifade eder. 9.0 ise mükemmel yoğunluk, doku, renk ve homojenlik ile ideal kalite anlamına gelir (Severmutlu 2011). Ölçümler her ay düzenli olarak gerçekleştirilmiştir.

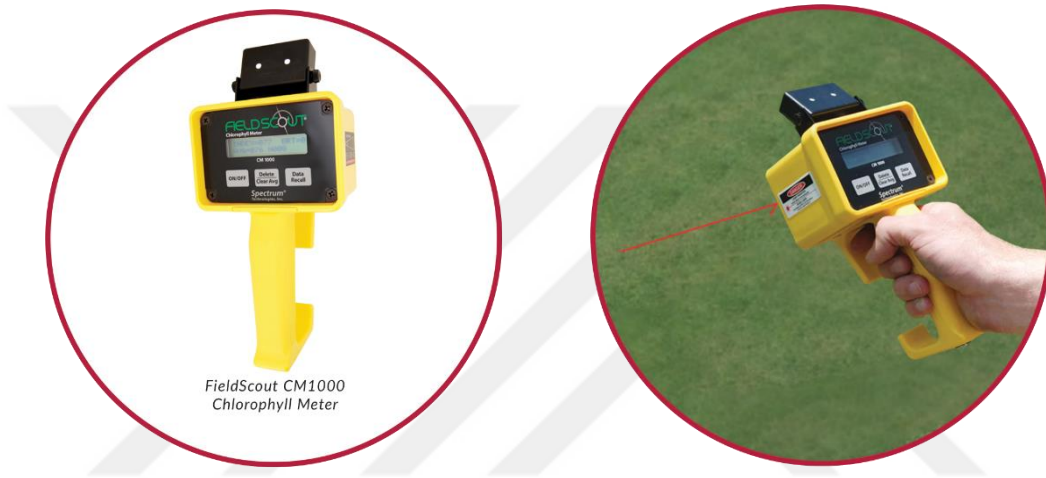
3.2.3. Genel çim rengi

Çim bitkilerinde en dikkat edilen özelliklerden biri, çimin sahip olduğu renktir. Çim türlerinin renk skalası, koyu yeşilden açık sarımsı yeşile kadar geniş bir yelpazeye sahiptir. Tercihler kişisel olarak farklılık gösterse de en çok talep edilen ve arzu edilen renk genellikle koyu ve canlı bir yeşil tonudur. Çimlerin renk değerlendirmesi görsel olarak, 1'den 9'a kadar değişen bir skala ile yapılmıştır. Bu skalada 1.0 değeri tamamen

sarı bir rengi, 6.0 değeri açık yeşili, 9.0 ise koyu yeşil tonu simgelemektedir. Değerlendirme ve ölçümler düzenli olarak her ay gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Klorofil içeriği

Klorofil ölçümleri, her bir parselden 15 farklı okumanın alınarak Klorofilmetre (FIELDSCOUT CM 1000) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu cihaz, çim kanopisinden yansıyan 700 nm ve 840 nm dalga boyundaki ışığı analiz ederek relatif klorofil indeksini hesaplamaktadır. Ölçüm işlemi, cihazın çim parselleri üzerinde konik bir şekilde tutulmasıyla, 30 cm ile 183 cm arasındaki mesafeden her 2 saniyede bir değer alınarak yapılmıştır. Veriler, düzenli aralıklarla her ay toplanmıştır.



Şekil 3.6. FieldScout CM 1000 klorofil miktarı ölçüm cihazı

3.2.5 Normalleştirilmiş bitki örtüsü farkı indeksi (NDVI) değeri

Çimlere ilişkin görsellerde elde edilen kalite skala değerlerinin yanı sıra, çim performansı değerlendirmesi NDVI değeri olarak TCM 500 “NDVI” Turf Color/Quality Meter cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Belirtilen bu alet okunan alandaki 660 nm ve 840 nm dalga boyundaki ışığı kullanarak normalize edilmiş fark bitki index değerlerini hesaplamaktadır. Bu süreçte, her bir parselden 15 ölçüm alınmış ve ölçümler aylık periyotlarda düzenli bir şekilde yapılmıştır.



Şekil 3.7. FieldScout TCM 500 NDVI ölçüm cihazı

3.3. İstatistiksel Veri Analizleri

Arazi gözlemlerinden elde edilen veriler, uygulanan deneme tasarımına uygun olarak analiz edilmiştir. Analiz işlemi, varyans analizi yöntemiyle gerçekleştirilmiş ve bu süreçte PROC (SPSS Institute 1999) programından yararlanılmıştır.

Gruplar arası ortalamalar, Fisher yöntemiyle belirlenen korunmuş en küçük önemli fark (LSD) testi yardımıyla karşılaştırılmıştır. Ayrıca faktör seviyelerine göre LSD (0.05) değerleri hesaplanarak analiz tamamlanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneme başlatıldıktan itibaren ayda bir alınan NDVI, klorofil, renk, genel çim kalitesine ilişkin alınan tüm veriler (2023-2024) sonbahar, kış , ilkbahar, yaz olarak analiz edilmiştir. Alanda yerleşme oranlarına ilişkin dikimden sonra yaklaşık iki yıl boyunca alınan verilerin tamamı analiz edilmiş, öte yandan aşağıda dikimi takip eden yaklaşık bir ve iki yıl sonra alınan verilere ait sonuçlar kapsamlı değerlendirmeye alınmıştır. Yapılan istatistik analizlerine ait sonuçlar ve elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.1 Alanda Tesis Olma (Yerleşme) Oranı

Zoysia çimlerinin dikimden sonra alanda yerleşme oranları üzerine biçim yüksekliği x azot dozu x çeşit üçlü interaksyonu ve biçim yüksekliği x azot dozu ikili interaksyonu önemli bulunmamıştır. Öte yandan biçim yüksekliği x çeşit ve azot dozu x çeşit ikili interaksyonlarının her ikisi de istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1)

Çizelge 4.1. Biçim yüksekliği, çeşit ve gübre dozlarının etkisi altında Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı çim alan içine dikilen Zoysia çimlerinin alanda tesis olma (yerleşme) oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

Alanda tesis olma (yerleşme oranı)			
Varyasyon kaynağı	SD	Nisan 2024	Haziran 2025
Biçim yüksekliği (BY)	1	**	**
Azot dozu (AD)	2	öd	öd
Çeşit (Ç)	2	**	**
BY x AD	2	öd	öd
BY x Ç	2	**	**
AD x Ç	4	**	**
BY x AD x Ç	4	öd	öd

*: %5 olasılık düzeyinde

** : %1 olasılık düzeyinde,

Öd, istatistiki olarak önemli değil

Zoysia çim çeşitlerinin alana dikimlerinden yaklaşık 1 yıl sonra (2024) alanda yerleşme oranları biçim rejimi ve çeşitlere bağlı olarak (biçim yüksekliği x çeşit interaksyonu etkisinde) %31 ile %48 oranında varyasyon göstermiştir (Çizelge 4.2). Fairway biçim yüksekliğinde (1.2 cm) El-Toro ve Anazoy çeşitleri ortalama %37 olan benzer yerleşme oranı ile ortalama %31'e ulaşan Türközoy çeşidini geride bırakmışlardır. Rough biçim rejimi (3.5 cm) altında ise El-Toro çeşidi ort. %48 ile diğer iki çeşitten daha yüksek kaplama oranına ulaşmış ve onu sırasıyla Anazoy (%37) ve Türközoy (%31) izlemiştir. Benzer şekilde azot dozu x çeşit interaksyonu'da Zoysia çiminin alanda yerleşme oranını etkilemiştir. Nitekim hiç gübreleme yapılmayan koşulda (0 g m² N) en yüksek ve en düşük alan kaplama oranları sırasıyla El-Toro (%47) ve Anazoy (%28) çeşitlerinde saptanmıştır. 5 g m² N dozunda ise El-toro en yüksek kaplama oranını sağlarken diğer iki hibrit çeşidin yerleşme oranı arasında bir fark bulunmamıştır. 10 g m² azot düzeyinde ise El-Toro ve Anazoy çeşitleri benzer bir tesis olma oranı ile Türközoy çeşidinden daha yüksek alan kaplama oranına ulaşmıştır. Alana dikimden 24 ay sonra alınan 2025 yılı Haziran ayı verileri incelendiğinde Fairway biçim yüksekliği altında Anazoy ve El-toro çeşitleri ort %74 tesis olma oranı ile aynı tarihte ortalama %61'e ulaşan Türközoy çeşidini geride bırakmışlardır. Rough biçim yüksekliğinde ise en yüksek alan kaplama oranı %83 ile El-Toro çeşidinde tespit edilmiş ve Anazoy ile Türközoy çeşitleri sırasıyla ort. %75 ve %72 ile benzer yerleşme başarısı göstermiştir.

Azot dozu x çeşit interaksyonunda zoysia çimlerinin alanda yerleşme başarısı üzerinde etkili bulunmuştur. Nitekim Anazoy çeşidi istatistiki olarak en yüksek alan kaplama oranına %81 ile 10 g m² azot dozunda ulaşmış ve bunu sırasıyla ort. %76 ile 5 g azot ve %68 ile 0 gram azot dozları takip etmiştir. Bir başka deyişle azot düzeyi arttıkça Anazoy çeşidinin alanda yerleşme oranı artmıştır. Öte yandan Türközoy çeşidinde en yüksek alan yerleşme oranı %73 ile hiç gübreleme yapılmayan koşulda elde edilmiş ve diğer iki azot düzeyi arasında (ortalama %65-%61) ise istatistiki olarak bir fark görülmemiştir. El-Toro çeşidinde ise üç farklı azot düzeyine ait alan kaplama oranları istatistiki olarak aynı grupta yer almış olmakla birlikte nispeten en yüksek alan kaplama oranı %81 ile hiç gübreleme yapılmayan koşulda tespit edilmiştir. Bu sonuçlar özelinde Anazoy çeşidi kullanıldığında; biçim yüksekliği fark etmeksizin yıllık 10 gram azot dozu önerilebilir. El-Toro ve Anazoy çeşitleri tercih edildiğinde ise alanın rough biçim yükseldiğinde tutulması ve azotlu gübrenin bariz bir azot eksikliği görülmedikçe minimum düzeyde tutulması tercih edilebilir. Ayrıca analiz sonuçları ana faktörler düzeyinde değerlendirildiğinde Zoysia çim çeşitlerinin alanda yerleşme hızları açısından aralarında bulunan farkların önemli olduğu ve El-Toro ve Anazoy çeşitlerinin %78-%75 ile istatistiki olarak benzer grupta yer alarak Türközoy (%66) çeşidinden daha hızlı yerleştikleri saptanmıştır. Zoysia çimi türleri ve hatta aynı türe ait çeşitleri arasında alanda yerleşme hızı açısından genetik farklılıkların olduğu Sladek vd. (2011) ve Pompeiano vd. (2012) tarafından da bildirilmiştir. Belirtilen bu araştırmalarda genel olarak *Z. japonica* türünün *Z. matrella* türüne göre daha hızlı tesis olduğu bulunmuştur. Bu tez çalışmasında kullanılan şahit çeşit El-Toro *Z. japonica* öte yandan yerli çeşit adaylarının her ikisinde

Z.japonica x Z. matrella melezi olup, Anazoy çeşidinin tesis olma hızı açısından El-Toro'ya ile benzer Türközoy'un ise daha düşük performans göstermesi türlere ait genotiptik bu etkiyi doğrulamaktadır. Ayrıca analiz sonuçları ana faktörler düzeyinde değerlendirildiğinde biçim yüksekliği üç çeşidin alanda yerleşme hızı üzerinde etkili bulunmuş ve tesis olma sürecinde mevcut çim alanın daha yüksekten biçilmesi (rough düzeyi = 3.5 cm) dikilen Zoysia çimlerinin daha hızlı oranda yerleşmesine yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Bunnell vd. (2005) Bermuda çiminde biçim yüksekliğinin artırılması tesis olma sürecinde çeşitlerin yatay yönde yayılmasını ve büyümesini olumlu etkilediğini göstermiştir.

Alan kaplama oranına ait elde edilen sonuçlar Zoysia çimlerinin Bermuda çimi içine direkt dikilmesi ile başarılı bir şekilde tesis olabileceği ve iki yıl içinde %75-85 kaplama oranına ulaşabileceğini göstermiştir. Öte yandan ABD'de yürütülen çalışmalarda ise *Lolium perenne* türünden oluşan bir çim alan üzerine, herhangi bir total ot öldürücü veya bitki büyüme engelleyicisi kullanmadan direkt yapılan üst dikim sonunda; Zoysia çiminin maksimum %10 kaplama hızına ulaşabildiği bulunmuştur (Patton vd. 2004; Zuk ve Fry, 2005). Mevcut serin iklim çiminin, sıcak iklim çim türlerine (*Z. japonica*, *C. dactylon*, *P. vaginatum*) çimine çevrilmek istendiği diğer üst dikim çalışmalarında da araştırmacılar, alandaki serin iklim çim türünün *glyphosate* gibi bir herbisit kullanılarak tamamen yok edilmeden sıcak iklim çim türünün alanda başarılı şekilde tesis olamadığını bildirmişlerdir (Jellicorse vd. 2012; Schiavon 2013). Dorah (2011) tarafından Alabama, ABD'de yürütülen çalışmada 'Tifway' bermuda çimine sahip golf sahası 'fairway' bölümünün Zoysia çimine dönüştürülmesinde dikim öncesi farklı total ot öldürücü herbisit uygulamalarının, azot ve bitki büyüme engelleyicisi (Trinexapac-ethyl)'in 'Zorro' zoysia çiminin tesis olması üzerine etkileri araştırılmıştır. Belirtilen çalışmada, Zoysia ekimi öncesi dazomet + glyphosate ile yapılan herbisit uygulaması ve TE uygulamasının Zoysia çiminin tesis olma başarısını artırdığı bulunmuştur. Öte yandan Bermuda çiminin öldürülmeden dikim yapıldığı kontrol uygulamasında ise başarılı sonuç alınamamıştır. Dorah (2011) tarafından yürütülen bu çalışmanın aksine bu tez çalışması kapsamında Zoysia çimi alanda %85'e varan oranda yerleşmiş ve kaliteli çim yüzeyi oluşturmuştur. Her iki çalışmada mevcut Bermuda çimi aynı çeşit ve benzer biçim rejimi uygulanmış olsa da görülen bu fark kullanılan Zoysia çim çeşitlerine, gübreleme koşullarına ve çevresel koşulların farklılığına bağlanabilir. Nitekim Zoysia çimi ve Bermuda çimlerinin büyüme ve rekabet potansiyelleri karşılaştırıldığında, doğru bakım koşulları sağlandığında Zoysia çiminin kontrolü ele alarak, zamanla dominant konuma geçeceği belirtilmektedir (Evergreen seeds 2023). Literatür incelendiğinde Bermuda çimi ile kaplı bir alanın Zoysia çimine dönüştürülmesi üzerine yapılmış kapsamlı araştırmalar olmadığından bu çalışmadan elde edilen bulguların diğer çalışmalar ile daha detaylı karşılaştırılabilmesi ve tartışılması mümkün olmamıştır.

Çizelge 4.2. Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı çim alan içine dikilen zoysia çimlerinin alanda tesis olma (yerleşme) özelliğine biçim yüksekliği x çeşit, azot dozları x çeşit ikili interaksyonları ile farklı çeşit, biçim yüksekliği ve azot gübre dozlarının etkileri

Biçim Yüksekliği	Çeşit	Alanda tesis olma (yerleşme) oranı %			
		2024	2025	Biçim Yüksekliği Ort.	
				2024	2025
Fairway (1.2 cm)	Anazoy(MJ92)	36,1 bc	74,4 b	35 B	70 B
	Türkzoy(MJ68)	30,9 c	60,9 c		
	El-toro	36,5 bc	73,8 b		
Rough (3.5 cm)	Anazoy	31,1 c	75,3 b	39 A	77 A
	Türkzoy	37,2 b	71,7 b		
	El-Toro	47,5 a	83,1 a		
	lsd (0.05)	**	**	**	**
				Azot Dozu Ort.	
Azot dozları (g /m2/yıl)	Çeşit	2024	2025	2024	2025
0 gm ²	Anazoy	28,3 d	67,5 bc	38	74
	Türkzoy	38,0 bc	73,0 b		
	El-Toro	47,1a	81,2a		
5 gm ²	Anazoy	34,2 c	75,8ab	36	73
	Türkzoy	33,3 cd	65,0 c		
	El-Toro	40,4b	78,8ab		
10 gm ²	Anazoy	38,3 bc	81,3a	36	73
	Türkzoy	30,8 cd	60,8 c		
	El-Toro	38,5 bc	75,3ab		
	lsd (0.05)	**	**	öd	öd
Çeşit Genel Ortalamaları		2024	2025		
	Anazoy	33,6 b	74.8 a		
	Türkzoy	34.0 b	66.2 b		
	El-Toro	42.0 a	78.4 a		
	lsd (0.05)	**	**		

** : %1 olasılık düzeyinde,

Öd, istatistiki olarak önemli değil

4.2 Genel Çim Kalitesi

Sonbahar dönemine ait biçim x gübre interaksyonu dışında biçim yüksekliği, azot dozu ve çeşit faktörleri arasındaki üçlü ve ikili interaksyonların genel çim kalitesi üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.3). Öte yandan biçim yüksekliğinin sonbahar ve kış döneminde, azot dozunun tüm mevsimlerde ve çeşitlerin ise yaz hariç diğer tüm dönemlere ait genel çim kalitesi üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Biçim yüksekliği, çeşit ve gübre dozlarının etkisi altında Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı çim alan içine dikilen zoysia çimlerinin genel çim kalitesine ilişkin varyans analiz sonuçları

Genel Çim Kalitesi					
Varyasyon kaynağı	SD	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Biçim yüksekliği (BY)	1	**	**	öd	öd
Azot dozu (AD)	2	**	**	**	**
Çeşit (Ç)	2	**	*	*	öd
BY x AD	2	*	öd	öd	öd
BY x Ç	2	öd	öd	öd	öd
AD x Ç	4	öd	öd	öd	öd
BY x AD x Ç	4	öd	öd	öd	öd

*: %5 olasılık düzeyinde

**: %1 olasılık düzeyinde,

Öd, istatistiki olarak önemli değil

Sonbahar döneminde etkili olan biçim yüksekliği x azot dozu interaksyonunun nedeni incelendiğinde fairway biçim yüksekliği rejimi altında 10 ve 5 g N dozları arasındaki farkın önemli olmadığı fakat her ikisinin 0 g N dozuna göre daha yüksek çim kalitesi sağladığı anlaşılmıştır. Rough biçim rejimi altında ise tüm dozlar arası farkın önemli olduğu ve 10 g azot dozunun en yüksek çim kalitesini sağladığı tespit edilmiştir. Sonbaharda genel çim kalitesi üzerine biçim yüksekliği, azot dozu ve çeşit ana faktörlerinin tamamının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4). Anazoy ile Türköz çeşitleri ort. 7,1 skala değeri ile ort. 6,6 skala değeri alan El-Toro çeşidinden daha iyi çim kalitesi sağlamışlardır. Farklı azot düzeyleri altında genel çim kalitesinin sonbaharda farklılık gösterdiği ve azot doz artışına paralel olarak

genel çim kalitesinin arttığı tespit edilmiştir. Nitekim bu dönemde 10 ve 5 g m² N dozlarının sırasıyla ort. 7,7 ve 7,3 skala değerleri ile iyi bir çim kalitesini sağladıkları öte yandan 0 g m² N düzeyinde çim kalitesinin ort. 5,8 skala ile kabul edilebilir çim kalitesinin altına gerilediği saptanmıştır. Biçim yüksekliğinde sonbahar çim kalitesini etkilediği ve kısa biçilen fairway rejimi altında genel çim kalitesinin istatistiki olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Çizelge 4.4'te görüleceği üzere bu dönemde genel çim kalitesi biçim, azot dozu ve çeşitlere bağlı olarak 8,0 ile 5,1 arasında geniş bir varyasyon göstermiştir. Her iki biçim yüksekliği altında 10 ve/veya 5 g N rejiminde yönetilen Anazoy ve Türkzoy çeşitleri ortalama 7,7-8,0 arasında varyasyon gösteren skala değerleri ile çok güzel bir çim kalitesi ile öne çıkmıştır.

Kış dönemi genel çim kalitesi üzerine çeşit, azot dozu ve biçim yüksekliği etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3 ve 4.4). Kış döneminde biçim rejimi ve azot dozları genel ortalaması alınarak çeşitler karşılaştırıldığında Türkzoy çeşidi ort. 6,0 ile hala kabul edilebilir çim kalitesini koruyarak, ortalama 5,5 skala değeri alan diğer iki çeşitten daha iyi kalite sağlamıştır (Çizelge 4.4). En yüksek ve en düşük çim kalitesi sırasıyla 6,3 ve 4,8 skala değerleri alan 10 g m² ve 0 g m² azot rejimi altındaki parsellerde saptanmıştır. Azot uygulanan parseller kabul edilebilir ve sınırda çim kalitesi sağlarken gübre uygulanmayan parseller nispeten kötü bir çim kalitesi sağlamıştır. Sonbahar döneminde olduğu gibi kış döneminde de fairway biçim rejimi altında genel çim kalitesinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Nitekim kısa biçim altındaki parseller 5,9 skala değeri sağlarken rough biçim rejimi altındaki parsellerin genel çim kalitesi 5,3 skala değerine gerilemiştir. Kış döneminde azalan ortalama hava sıcaklıklarına paralel olarak sıcak iklim çim türleri olan Zoysia ve Bermuda çimlerinin de büyüme ve gelişmelerinin azaldığı ve genel çim kalitesinde düşme olduğu gözlemlenmiştir. Bu dönemde genel çim kalitesi uygulanan azot ve biçim rejimi ve çeşitlere bağlı olarak ortalama 4,0-6,5 arasında geniş bir varyasyon göstermiştir. Kış döneminde kabul edilebilir ve üstünde (6,0-6,5) genel çim kalitesini sadece fairway biçim rejimi altında 10 g m² ve/veya 5 g m² azot uygulanan tüm çeşitler ile rough biçim yüksekliği altında 10 g m² azot uygulanan Türkzoy ve El-toro çeşitlerinin sağladığı tespit edilmiştir.

İlkbahar dönemi genel çim kalitesi incelendiğinde biçim ve azot faktörlerinin genel ortalaması üzerinden çeşitler karşılaştırıldığında aralarındaki fark önemli bulunmamıştır. Benzer şekilde azot ve çeşitler genel ortalaması üzerinden hesaplanan iki biçim rejimi ortalaması arasındaki fark da istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Öte yandan azot uygulaması ilkbahar genel çim kalitesini etkilemiştir. Bu dönemde en yüksek çim kalitesi ort. 7,1 ile 10 g m² azot uygulanan parsellerde bulunmuş ve onları sırasıyla ortalama 5,3-6,6 skala değerleri alan 5 g m² ve 0 g m² azot dozları takip etmiştir. Görüldüğü üzere biçim ve çeşit genel ortalamaları üzerinden azot düzeyleri karşılaştırıldığında sadece 10 g m² ve 5 g m² azot uygulamaları kabul edilebilir iyi bir çim kalitesi sağlamıştır. İlkbahar dönemi genel çim kalitesinin biçim rejimi, azot dozları ve çeşitlere bağlı olarak ortalama 4,8-7,3 arasında varyasyon gösterdiği saptanmıştır. Bu dönemde 7 ve üstü çim

kalitesini 5 gm² uygulanmış Türközoy ve El-toro çeşitleri sağlamıştır. Ayrıca fairway biçim rejimi altında 0 gm² azot uygulaması yapılan Türközoy parselleri hariç, tüm 0 gm² azot parsellerinde genel çim kalitesi kabul edilebilir sınırın altına (ortalama 4,8-5,4) gerilemiştir (Çizelge 4.4).

Çimlerin aktif büyüdüğü yaz aylarına ait genel çim kalitesi incelendiğinde tüm uygulamalarda çim kalitesinin kabul edilebilir sınırın üstüne çıktığı ve ortalama 6,7-8,6 arasında varyasyon gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.4). Yaz dönemsel çim kalitesi üzerine çeşit ve biçim rejimi ana faktörlerinin etkilerinin önemsiz öte yandan azot dozlarının etkisinin ise istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. En yüksek çim kalitesi ort. 8,3 skala değeri ile 10 gm² azot uygulaması yapılan parsellerde ve en düşük kalite ise ort. 6,8 skala değeri ile hiç azot uygulanmayan çim parsellerinde saptanmıştır. Yaz döneminde 8,5 ve üstü çok iyi çim kalitesini sadece fairway biçim rejimi altında 10 gm² azot uygulanmış ‘Anazoy’ ve rough biçim rejimi altında yine 10 gm² azot uygulanmış ‘El-toro’ çeşitleri sağlamıştır. Öte yandan hiç azot uygulaması yapılmayan tüm uygulamalarda bu dönemde 6,7-7,0 skala değerleri olarak kabul edilebilir ve üstü kalite sağlayabilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı alanın zoysia çimine dönüştürülmesi sürecinde farklı zoysia çeşitleri, biçim yüksekliği ve azot gübre dozlarının genel çim kalitesi üzerine etkileri

Faktörler			Genel Çim Kalitesi (1-9 skası)			
Biçim Yüksekliği	Azot dozu (g /m2/yıl)	Çeşit	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Fairway (1.2 cm)	0	Anazoy	6,8	5,0	5,4	7,0
		Türközoy	6,5	5,5	6,0	6,8
	5	El-Toro	5,8	4,9	5,1	6,7
		Anazoy	7,7	6,1	6,5	8,0
		Türközoy	7,8	6,2	6,9	8,0
	10	El-Toro	7,3	6,0	6,7	7,8
		Anazoy	8,0	6,5	6,8	8,6
		Türközoy	7,8	6,5	7,1	8,1
		El-Toro	7,4	6,5	7,1	8,3

Çizelge 4.4. Devamı

Rough (3.5 cm)	0	Anazoy	5,3	4,0	4,8	6,7
		Türkzoy	5,3	5,1	5,0	6,7
		El-Toro	5,1	4,1	5,4	7,0
	5	Anazoy	7,1	5,4	6,2	7,8
		Türkzoy	7,2	5,4	6,5	7,9
		El-Toro	6,4	5,5	6,8	8,2
	10	Anazoy	7,7	5,8	6,8	8,1
		Türkzoy	7,9	6,4	7,1	8,1
		El-Toro	7,3	6,1	7,3	8,5
	lsd (0.05)		0.9	0,7	0,8	0,6
Çeşit ortalaması		Anazoy	7,1 a	5,5 b	6,1 a	7,7 a
		Türkzoy	7,1 a	6,0 a	6,4 a	7,6 a
		El-toro	6,6 b	5,5 b	6,4 a	7,7 a
Azot dozu ortalaması (g / m ² /yıl)		0	5,8 c	4,8 c	5,3 c	6,8 c
		5	7,3 b	5,8 b	6,6 b	8,0 b
		10	7,7 a	6,3 a	7,1 a	8,3 a
Biçim yüksekliği		Fairway (1.2 cm)	7,2 a	5,9 a	6,4 a	7,7 a
		Rough (3.5 cm)	6,6 b	5,3 b	6,2 a	7,7 a

4.3 Genel Çim Rengi

Analiz sonuçları biçim yüksekliği, azot dozu ve çeşit faktörleri arasındaki üçlü ve ikili interaksiyonların genel çim rengi üzerine istatistiki olarak önemli olmadığını ortaya koymuştur (Çizelge 4.5). Öte yandan ana faktörlerin etkisi incelendiğinde biçim yüksekliğinin yaz hariç diğer mevsimlerde, azot uygulamalarının tüm mevsimlerde ve

çeşitlerin ise sadece sonbahar dönemine ait çim rengini istatistiki olarak etkilediği saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Biçim yüksekliği, çeşit ve gübre dozlarının etkisi altında Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı çim alan içine dikilen zoysia çimlerinin genel çim rengine ilişkin varyans analiz sonuçları

Genel Çim Rengi					
Varyasyon kaynağı	SD	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Biçim yüksekliği (BY)	1	**	**	*	öd
Azot dozu (AD)	2	**	**	**	**
Çeşit (Ç)	2	**	öd	öd	öd
BY x AD	2	öd	öd	öd	öd
BY x Ç	2	öd	öd	öd	öd
AD x Ç	4	öd	öd	öd	öd
BY x AD x Ç	4	öd	öd	öd	öd

*: %5 olasılık düzeyinde

**: %1 olasılık düzeyinde

Öd, istatistiki olarak önemli değil

Sonbahar dönemi genel çim rengi, biçim rejimi, azot dozları ve çeşitlere bağlı olarak ortalama 8,1 ile koyu yeşilden ortalama 5,5 skala değeri ile açık yeşile kadar geniş varyasyon göstermiştir (Çizelge 4.6). Biçim yüksekliği ve azot dozlarının genel ortalaması alınarak çeşitler karşılaştırıldığında Anazoy ve Türkzoy çeşitleri ortalama 7,3 renk skala değeri ile aynı dönemde 6,8 skala değeri alan El-Toro çeşidine göre daha koyu yeşil renk sağlamışlardır. Çim rengi açısından azot dozları arasında görülen farklılıklar da önemli bulunmuş ve en koyu yeşil ton 10 g/m² ile elde edilmiş ve onu sırasıyla 5 ve 0 g/m² azot uygulamaları takip etmiştir. Biçim yüksekliği de çim rengi üzerinde etkili olmuş ve fairway rejimi altındaki parseller ort. 7,8 skala değeri ile rough yüksekliğinde biçilen uygulamalardan (ortalama 6,8 skala değeri) daha koyu yeşil renk sağlamışlardır (Çizelge 4.6)

Kışın azalan ortalama hava sıcaklıklarına paralel olarak çimlerin büyüme ve gelişme hızlarının azaldığı ve klorofil kayıplarına bağlı olarak çim renginin koyu yeşilden daha açık sarımsı yeşil tonlara gerilediği gözlemlenmiştir. Bu dönemde çim rengi uygulamalara bağlı olarak ortalama 6,9 (orta koyu yeşil) ile ortalama 4,8 (sarımsı yeşil) arasında varyasyon gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.6). Özellikle Anazoy ve El-toro çeşitlerinin azot uygulaması yapılmayan (0 g/m²) parselleri 4,8-5,2 skala değerleri ile açık yeşil-sarımsı yeşil çim rengi ile diğer uygulamaların gerisinde kalmıştır. Faktörlerin genel ortalaması incelendiğinde 10 ve 5 g/m² azot dozları benzer renk skalası olarak (ortalama

6,5) azot uygulaması yapılmayan çim parsellerinden daha koyu yeşil renk sağlamışlardır. Biçim rejimlerine ait genel renk ortalamaları incelendiğinde fairway ve rough yüksekliğinde biçilen uygulamaların sırasıyla 6,3 ve 5,7 skala değerleri aldıkları ve aralarındaki farkların istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak fairway rejimi altında, 10 ve/veya 5 gr azot uygulaması yapılmıştır. Zoysia çim çeşitlerinin tamamı kış döneminde 6,7-6,9 renk skala değerleri olarak yeşil renklerini daha iyi korumuşlardır.

İlkbaharda çim rengi çeşit, biçim rejimi ve azot dozlarına bağlı olarak ortalama 7,3 (orta-koyu yeşil) ile ortalama 5,1 (sarımsı açık yeşil) arasında varyasyon göstermiştir (Çizelge 4.6). Azot uygulaması yapılmayan tüm kombinasyonlarda çim renginin ort. 5,8 ile 5,1 aralığında kaldığı ve istatistiki olarak diğer tüm uygulamalardan daha açık yeşil tonlar oluşturdukları saptanmıştır (Çizelge 4.6). Biçim ve azot dozu faktörlerinin genel ortalaması üzerinden çeşitler karşılaştırıldığında üç çeşidin benzer tonlarda yeşil çim dokusu oluşturdukları saptanmıştır. Öte yandan azot uygulamasının çim rengi üzerinde etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. 10 g/m² ve 5 g/m² azot uygulaması yapılan çim parselleri sırasıyla ort. 7,1 ve 6,9 renk skala değerleri ile azot uygulanmamış çim parsellerinden (ortalama 5,5) göre daha koyu yeşil tonlarda çim dokusu oluşturmuşlardır. Ayrıca iki biçim rejimi arasında çim rengi açısından görülen farkın önemli olduğu ve fairway rejimi altındaki parsellerin daha koyu yeşil çim tonu sağladığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Büyüme ve gelişme için optimum sıcaklıkların mevcut olduğu yaz aylarında genel çim renk ortalamalarının yükseldiği ve çeşit, biçim rejimi ve azot dozlarına bağlı olarak ortalama 8,4 (çok koyu yeşil) ile ortalama 6,7 (orta koyu yeşil) arasında varyasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Biçim ve azot dozu faktörlerinin genel ortalaması üzerinden çeşitler karşılaştırıldığında aralarındaki farkların önemli olmadığı ve 7,7-7,5 skala değerlerinde benzer tonlarda yeşil çim dokusu oluşturdukları saptanmıştır (Çizelge 4.6). Benzer şekilde iki biçim rejimi arasında çim rengi açısından görülen farklar da önemli bulunmamıştır. Öte yandan azot uygulamalarının çim rengi üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Aynı istatistik grubun içinde yer alan 10 g/m² ve 5 g/m² azot uygulamaları sırasıyla 8,1 ve 7,9 skala değerleri ile azot uygulaması yapılmayan çim parsellerinden (ortalama 7,0 renk skala değeri) daha koyu yeşil tonda çim dokusu oluşturmuşlardır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular Bermuda çiminin Zoysia çimine dönüştürülmesi sürecinde azot uygulamasının genel çim kalitesini ve renk değerlerini artırdığı ve yeşil rengin özellikle sonbahar ve kış döneminde daha iyi korunmasına yardımcı olduğuna göstermiştir. Benzer şekilde önceki bazı çalışmalar da azot uygulamasının sıcak iklim çim türleri ve Zoysia çiminde genel çim kalitesini artırdığı ve yeşil rengin tonunu koyulaştırdığını bildirmişlerdir (Patton 2010; Trappe ve Patton 2013; Çakır vd. 2024). Azot uygulamasının birçok çim türünde genel çim rengini koyulaştırdığı ve yeşil rengin daha iyi korunmasına hizmet ettiği birçok araştırmacı tarafından da teyit

edilmiştir (Dunn vd. 1993; Gibeault vd. 1997, Richardson 2002; Volterrani vd. 2010). Nitekim Çakır vd. (2024) Zoysia çiminin yaprak N içeriği ile kış genel kalitesi ve rengi arasında pozitif yönde güçlü ilişki olduğunu ($r=0.81$ ve $r=0.74$) bildirmiştir.

Çizelge 4.6. Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı alanın zoysia çimine dönüştürülmesi sürecinde farklı zoysia çeşitleri, biçim yüksekliği ve azot gübre dozlarının genel çim rengi üzerine etkileri

Faktörler			Genel Çim Rengi (1-9 skalası)			
Biçim Yüksekliği	Azot dozu (g /m ² /yıl)	Çeşit	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Fairway (1.2 cm)	0	Anazoy	6,6	5,1	5,8	6,7
		Türkzoy	6,3	5,9	5,8	6,9
		El-Toro	5,8	5,2	5,5	7,0
	5	Anazoy	8,0	6,7	6,9	8,0
		Türkzoy	7,8	6,7	6,9	7,6
		El-Toro	7,8	6,9	7,1	7,7
	10	Anazoy	7,9	6,7	7,1	8,4
		Türkzoy	8,1	6,9	7,1	7,8
		El-Toro	7,5	6,7	7,3	8,1
	0	Anazoy	5,8	4,8	5,1	6,8
		Türkzoy	5,5	5,4	5,4	6,8
		El-Toro	5,5	5,0	5,3	7,3
Rough (3.5 cm)	5	Anazoy	7,4	6,1	6,6	7,8
		Türkzoy	7,3	5,7	6,5	7,9
		El-Toro	6,5	6,1	7,1	8,0
	10	Anazoy	7,8	6,0	6,9	8,1
		Türkzoy	7,9	6,2	6,8	8,0
		El-Toro	7,8	6,2	6,8	8,0

Çizelge 4.6. Devamı

		El-Toro	7,4	6,4	7,2	8,3
		lsd (0.05)	0,8	0,65	0,7	0,5
Çeşit ortalaması		Anazoy	7,3 a	5,9 a	6,4 a	7,6 a
		Türkzoy	7,2 a	6,2 a	6,4 a	7,5 a
		El-Toro	6,8 b	6,0 a	6,6 a	7,7 a
Azot dozu ortalaması (g /m²/yıl)		0	5,9 c	5,2 b	5,5 b	7,0 c
		5	7,5 b	6,4 a	6,9 a	7,9 a
		10	7,9 a	6,5 a	7,1 a	8,1 a
Biçim yüksekliği		Fairway (1.2cm)	7,3 a	6,3 a	6,6 a	7,6 a
		Rough (3.5 cm)	6,8 b	5,7 b	6,3 b	7,7 a

4.4 Relatif Klorofil İçeriği

Analiz sonuçları biçim yüksekliği, azot dozu ve çeşit faktörleri arasındaki üçlü ve ikili interaksiyonların relatif klorofil içeriği üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli olmadığını ortaya koymuştur (Çizelge 4.7). Öte yandan ana faktörlerin etkisi incelendiğinde biçim yüksekliğinin sonbahar ve kış döneminde, azot uygulamalarının tüm mevsimlerde ve çeşitlerin ise sadece sonbahar dönemine ait relatif klorofil içeriğini istatistiki olarak etkilediği saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Biçim yüksekliği, çeşit ve gübre dozlarının etkisi altında Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı çim alan içine dikilen zoysia çimlerinin klorofil değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Relatif Klorofil Değerleri					
Varyasyon kaynağı	SD	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Biçim yüksekliği (BY)	1	**	**	öd	**
Azot dozu (AD)	2	**	**	**	**
Çeşit (Ç)	2	**	öd	öd	öd
BY x AD	2	öd	öd	öd	öd
BY x Ç	2	öd	öd	öd	öd
AD x Ç	4	*	öd	öd	öd
BY x AD x Ç	4	öd	öd	öd	öd

*: %5 olasılık düzeyinde

**: %1 olasılık düzeyinde,

Öd, istatistiki olarak önemli değil

Sonbahar döneminde çim parsellerin klorofil içerikleri biçim rejimi, azot dozları ve çeşitlere bağlı olarak ort 105 ile 160 değerleri arasında varyasyon göstermiştir (Çizelge 4.8). Bu kapsamda fairway rejimi altında 10 veya 5 g azot uygulaması yapılmış Türközoy ve El-Toro çeşitlerine ait çim parselleri ort. 160-154 içerikle en yüksek klorofil içeriğine sahip uygulamalar olmuştur. Biçim yüksekliği ve azot dozlarının genel ortalaması alınarak çeşitler karşılaştırıldığında da Türközoy ve El-Toro çeşitlerinin ort. 138-135 klorofil değerleri ile benzer grupta yer alarak aynı dönemde ort.118 değeri alan Anazoy çeşidine göre daha fazla klorofil içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Klorofil içeriği açısından azot dozları arasında görülen farklılıklar da önemli bulunmuş ve azot uygulaması yapılmış parseller ort. 142 değer ile azot uygulanmayan parsellerden (ortalama 118) yaklaşık %20 oranında daha fazla klorofil içeriği sağlamıştır. Biçim yüksekliği de çim rengi üzerinde etkili olmuş ve fairway rejimi altındaki parsellerin ortalama 136 değeri ile rough yüksekliğinde biçilen uygulamalardan (ort. 125) yaklaşık %9 oranında daha fazla klorofil içeriğine sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Bermuda ve Zoysia gibi sıcak iklim çimlerinin ihtiyaç duyduğu optimum büyüme ve gelişme sıcaklıkları genel olarak 27-35 °C dir (Beard 1973). Kış aylarında optimum altında seyreden hava sıcaklıkları (ortalama 10 °C) nedeniyle büyüme ve gelişme yavaşlamakta öte yandan fotosentezde kullanılabilecek miktardan daha yüksek oranda gelmeye devam eden ışık şiddeti fotokimyasal reaksiyonda kullanılamayarak reaktif oksijen türevlerinin oluşumunu tetiklemekte ve böylece klorofillerin parçalanmasına sebep olabilmektedir (Taiz ve Zeiger 2023). Kış döneminde klorofil içeriklerinin azalarak sonbahar dönemsel ortalamasının altına düştüğü ve uygulamalara bağlı olarak

107 ile 76 değerleri arasında varyasyon gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.8). Biçim yüksekliği ve azot dozlarının genel ortalaması alınarak çeşitler karşılaştırıldığında çeşitlerin benzer klorofil içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Öte yandan klorofil içeriği açısından azot dozları arasında görülen farklılıklar önemli bulunmuş ve 10 veya 5 g/m² azot uygulaması yapılmış parseller ortalama 100 değer ile azot verilmeyen parsellerden (ortalama 85) yaklaşık %17 oranında daha fazla klorofil içeriği sağlamıştır. Biçim yüksekliğide klorofil içeriği üzerinde etkili olmuş ve fairway rejimi altındaki parsellerin ort. 100 değeri ile rough yüksekliğinde biçilen uygulamalardan (ortalama 90) yaklaşık %11 oranında daha fazla klorofil içeriğine sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.8).

İlkbahar döneminde artan sıcaklıklara bağlı olarak aktif büyüme ve gelişmenin başladığı ve akabinde klorofil içeriklerinin artış gösterdiği saptanmıştır. İlkbahar döneminde klorofil içeriklerinin kış dönemselleştirmesinin üstüne çıkarak uygulamalara bağlı olarak 112-162 değerleri arasında varyasyon gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.8). Biçim yüksekliği ve azot dozlarının genel ortalaması alınarak çeşitler karşılaştırıldığında çeşitlerin benzer klorofil içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Benzer şekilde biçim rejimi uygulamalarının klorofil içeriği üzerinde etkili olmadığı saptanmıştır. Ancak azot uygulamasının klorofil içeriğini etkilediği ve 10 ve/veya 5 g/m² azot uygulaması yapılmış parsellerin ort. 155-153 değerler olarak azot uygulanmayan parsellerden (ortalama 117) yaklaşık %32 oranında daha fazla klorofil içeriğine sahip oldukları saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Çimlerin aktif büyüdüğü yaz aylarına ait klorofil içeriklerinin tüm dönemselleştirmesinin üstüne çıkarak uygulanan faktörlere bağlı olarak 220 ile 149 değerleri arasında varyasyon gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.8). Biçim yüksekliği ve azot dozlarının genel ortalaması alınarak çeşitler karşılaştırıldığında çeşitlerin 191-184 değerleri arasında değişen benzer klorofil içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Öte yandan biçim rejimi uygulamalarının klorofil içeriği üzerinde etkili olduğu ve rough biçim rejimi altındaki parsellerin ortalama %6 oranında daha fazla klorofil içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Benzer şekilde azot uygulamasının klorofil içeriğini arttırdığı ve 10 ve/veya 5 g m² azot uygulaması yapılmış parsellerin ort. 197-203 değerler olarak azot verilmeyen parsellerden (ort. 159) yaklaşık %26 oranında daha fazla klorofil içeriğine sahip oldukları saptanmıştır (Çizelge 4.8). Azot uygulamalarına bağlı olarak Bermuda ve Zoysia çimlerinin yaprak klorofil içeriğinde artış Çakır vd. (2024) ve Pompeiano vd. (2013) tarafından da bildirilmiştir. Azot kloroplastlarda klorofil sentezi için ihtiyaç duyulan temel bir besin elementidir. Çakır vd. (2024) zoysia çiminde yaprak N içeriği ve klorofil içeriği arasında özellikle kış ve ilkbahar döneminde daha belirgin olmak üzere kuvvetli ve pozitif bir ilişki ($r=0.73$) olduğunu rapor etmiştir. Bu ilişki, yapraklardaki toplam N'un %50 ile %70 'inin kloroplastlarla ilişkili enzimlere dahil edilmesine dayandırılmaktadır (Taiz ve Zeiger 2009).

Genel olarak klorofil içerik değerlerine ait analiz sonuçlarının genel çim rengi ve kalitesine ait veriler ile uyum içinde olduğu ve görsel skala değerlerini destekledikleri saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı alanın zoysia çimine dönüştürülmesi sürecinde farklı zoysia çeşitleri, biçim yüksekliği ve azot gübre dozlarının klorofil değerleri üzerine etkileri

Faktörler			Klorofil Değerleri			
Biçim Yüksekliği	Azot dozu (g /m2/yıl)	Çeşit	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Fairway (1.2 cm)	0	Anazoy	110	92	124	160
		Türkzoy	112	90	121	155
		El-Toro	111	86	114	149
	5	Anazoy	131	107	150	188
		Türkzoy	160	106	157	204
		El-Toro	154	104	155	198
	10	Anazoy	125	102	147	198
		Türkzoy	158	100	154	186
		El-Toro	154	103	154	190
Rough (3.5 cm)	0	Anazoy	105	80	113	173
		Türkzoy	110	85	119	158
		El-Toro	105	76	112	159
	5	Anazoy	122	101	156	220
		Türkzoy	144	96	152	210
		El-Toro	143	94	154	198
	10	Anazoy	115	98	156	204
		Türkzoy	145	92	152	198
		El-Toro	144	92	162	208

Çizelge 4.8. Devamı

		lsd (0.05)	18	8	17	20
Çeşit ortalaması		Anazoy	118 a	92 a	141 a	191 a
		Türkzoy	135 b	95 a	142 a	185 a
		El-Toro	138 b	98 a	143 a	184 a
Azot dozu ortalaması (g /m²/yıl)		0	109 b	85 b	117 b	159 b
		5	142 a	101 a	153 a	197 a
		10	141 a	99 a	155 a	203 a
Biçim yüksekliği		Fairway (1.2 cm)	136 a	100 a	142 a	181 b
		Rough (3.5 cm)	125 b	90 b	142 a	192 a

4.5 NDVI Değerleri

Analiz sonuçları biçim yüksekliği, azot dozu ve çeşit faktörleri arasındaki üçlü ve ikili interaksiyonların NDVI değerleri üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli olmadığını ortaya koymuştur (Çizelge 4.9). Öte yandan ana faktörlerin etkisi incelendiğinde biçim yüksekliğinin Sonbahar ve Kış döneminde, azot uygulamalarının tüm mevsimlerde ve çeşitlerin ise sadece kış dönemine ait NDVI değerlerini istatistiki olarak etkilediği saptanmıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Biçim yüksekliği, çeşit ve gübre dozlarının etkisi altında Bermuda çim çeşidi ‘Tifway-419’ ile kaplı çim alan içine dikilen zoysia çimlerinin NDVI değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

NDVI					
Varyasyon kaynağı	SD	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Biçim yüksekliği (BY)	1	**	**	öd	öd
Azot dozu (AD)	2	**	**	**	**
Çeşit (Ç)	2	öd	**	öd	öd
BY x AD	2	öd	öd	öd	öd
BY x Ç	2	öd	öd	öd	öd
AD x Ç	4	öd	öd	öd	öd
BY x AD x Ç	4	öd	öd	öd	öd

*: %5 olasılık düzeyinde

** : %1 olasılık düzeyinde,

Öd, istatistiki olarak önemli değil

Sonbahar dönemine ait NDVI analiz değerlerinin biçim yüksekliği ve azot düzeylerine bağlı olarak 0.670 ile 0.546 arasında varyasyon gösterdiği (yaklaşık %23 oranında fark oluşturduğu) tespit edilmiştir. Biçim rejimi ve azot düzeylerinin genel ortalaması üzerinden çeşitler karşılaştırıldığında; çeşitlerin ort. NDVI değerleri arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Öte yandan azot düzeylerine ait NDVI genel ortalamaları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. 10 ve 5 g azot uygulamalarının sırasıyla 0.642 ve 0.639 NDVI değerleri ile aynı istatistik grubunda yer aldığı ve 0 doz N uygulamasına göre ortalama %14 daha yüksek NDVI değerleri sağladığı saptanmıştır. Benzer şekilde biçim rejiminin NDVI üzerindeki etkisi önemli olup, fairway biçim yüksekliği altındaki parsellerin NDVI değerlerinin ort %5 oranında daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çizelge 4.10’da görüleceği üzere en yüksek NDVI değerleri (ort 0,670-0,650 arası) fairway biçim yüksekliğinde biçilen ve 10 ya da 5 gm² N uygulanan başta TürkZoy olmak üzere tüm çeşitlere ait parsellerde bulunmuştur. Azot uygulanmayan tüm parsellerde NDVI değerleri 0,600 altına gerilemiştir (Çizelge 4.10.). NDVI analiz sonuçlarının görsel skala ile değerlendirilen renk ve kalite sonuçları ile uyum içinde olduğu ve objektif olarak desteklediği görülmektedir.

Kış dönemine ait NDVI değerlerinin, kalite, renk ve klorofil değerlerindeki düşme eğilimine benzer bir trendle sonbahar değerlerine göre azalış gösterdiği saptanmıştır. Kış dönemseld NDVI değerlerinin biçim yüksekliği, çeşit ve azot düzeylerine bağlı olarak 0,553 ile 0,410 arasında varyasyon gösterdiği (yaklaşık %35 oranında fark oluşturduğu)

tespit edilmiştir. Biçim rejimi ve azot düzeylerinin genel ortalaması üzerinden çeşitler karşılaştırıldığında; çeşitlerin ort. NDVI değerleri arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmuştur. En yüksek ve en düşük NDVI değerleri sırasıyla Anazoy ve El-Toro çeşitlerinde saptanmıştır. Arazideki gözlemler sırasında teyit edildiği üzere El-Toro çeşidinin daha erken dormansiye gimesi ve dolayısıyla daha erken ve hızlı klorofil kaybının NDVI değerlerinin daha düşük bulunmasına neden olduğu sonucuna varılmıştır. Özellikle çizelge 4.10.'da görüleceği üzere en düşük NDVI değeri ort. 0,410 ile hiç azot verilmeyen El-Toro çeşidinde saptanmıştır. Azot düzeylerine ait NDVI genel ortalamaları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. 10 ve 5 g azot uygulamalarının sırasıyla 0,528 ve 0,518 NDVI değerleri ile aynı istatistik grubunda yer aldığı ve 0 doz N uygulamasına (ort.0.456) göre sırasıyla ort. %16 ve %14 daha yüksek NDVI değerleri sağladıkları saptanmıştır. Benzer şekilde biçim rejiminin NDVI üzerindeki etkisi önemli olup, fairway biçim yüksekliği altındaki parsellerin NDVI değerlerinin ort %8 oranında daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çizelge 4.10.'da görüleceği üzere en yüksek NDVI değerleri (ort 0,670- 0,650 arası) fairway biçim yüksekliğinde biçilen ve 10 ya da 5 g N uygulanan başta TürkZoy olmak üzere tüm çeşitlere ait parsellerde bulunmuştur. Türkzoy hariç azot uygulanmayan tüm parsellerde NDVI değerleri 0,450 ve altına gerilemiştir. Bu sonuçlar önceki bölümlerde sunulan renk, kalite ve klorofil verileri ile uyum içindedir.

İlkbahar döneminde nispeten artan hava sıcaklıklarına bağlı olarak aktif büyüme ve gelişmenin başladığı ve NDVI değerlerinin, kış dönemsel NDVI değerlerine göre artış gösterdiği saptanmıştır. İlkbahar dönemsel NDVI değerlerinin biçim yüksekliği, çeşit ve azot düzeylerine bağlı olarak 0,621 ile 0,494 arasında varyasyon gösterdiği (yaklaşık %26 oranında fark oluşturduğu) tespit edilmiştir. Biçim rejimi ve azot düzeylerinin genel ortalaması üzerinden çeşitler karşılaştırıldığında; çeşitlerin ort. NDVI değerleri arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmamıştır. Azot düzeylerine ait NDVI genel ortalamaları arasındaki farklar ise önemli bulunmuştur. 10 ve 5 g azot uygulamalarının sırasıyla 0,605 ve 0,599 NDVI değerleri ile aynı istatistik grubunda yer aldığı ve 0 doz N uygulamasına (ortalama 0,519) göre sırasıyla ort. %16 daha yüksek NDVI değerleri sağladıkları saptanmıştır. Çizelge 4.10'da görüleceği üzere en yüksek NDVI değerleri (ortalama 0,621-0,580 arası) 10 ya da 5 g N uygulanan tüm parsellerde bulunmuştur. Azot uygulanmayan tüm parsellerde NDVI değerleri 0,555 ve altına gerilemiştir. Bu sonuçlar önceki bölümlerde sunulan renk, kalite ve klorofil verileri ile uyum içindedir. Biçim rejiminin NDVI üzerindeki etkisi incelendiğinde; her ne kadar fairway rejimi altındaki parsellerin NDVI değerleri daha yüksek olsa da bu fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çimlerin aktif büyüdüğü yaz aylarına ait NDVI değerlerinin, biçim yüksekliği, çeşit ve azot düzeylerine bağlı olarak 0,688 ile 0,571 arasında varyasyon gösterdiği (yaklaşık %20 oranında fark oluşturduğu) tespit edilmiştir (çizelge 4.10.). Biçim rejimi ve azot düzeylerinin genel ortalaması üzerinden çeşitler karşılaştırıldığında; çeşitlerin ort. NDVI değerleri arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmamıştır. Benzer şekilde yaz aylarında biçim rejiminin NDVI üzerindeki etkisi ise istatistiki olarak önemli

bulunmamıştır. Azot düzeylerine ait NDVI genel ortalamaları arasındaki farklar ise önemli bulunmuştur. 10 ve 5 g azot uygulamalarının sırasıyla 0,642 ve 0,628 NDVI değerleri ile aynı istatistik grubunda yer aldığı ve 0 doz N uygulamasına (ort. 0,574) göre sırasıyla ort. %12 ve %9 daha yüksek NDVI değerleri sağladıkları saptanmıştır. Çizelge 4.10.'da görüleceği üzere en yüksek NDVI değeri ort. 0,688 ile 10 g azot ve fairway rejimi altındaki El-Toro çeşidinde tespit edilmiştir. Biçim rejimi fark etmeksizin tüm çeşitlere ait 10 ya da 5 g azot uygulaması altındaki diğer parseller ise ort. 0,643 ile 0,620 ile ikinci en iyi grubu oluşturmuştur. Azot uygulanmayan diğer tüm parseller ise 0,585-0,571 NDVI değerleri ile en düşük NDVI değerlerine sahip olmuştur. Bu sonuçlar önceki bölümlerde sunulan görsel renk, kalite ile NDVI değerlerinin uyum içinde olduğunu ve ilgili bulguları doğruladığına işaret etmektedir. NDVI ölçümlerinin görsel alınan çim kalitesi, rengi ile yüksek korelasyona sahip olduğu ve objektif bir değerlendirme yöntemi olarak çim bitkilerinin performanslarını değerlendirmede kullanılabileceği önceki çalışmalarda da bildirilmiştir (Trenholm ve ark. 1999; Bell ve ark. 2002; Fitz-Rodriguez ve Choi 2002; Keskin ve ark. 2008; Lee ve ark. 2011; Sever Mutlu vd. 2023).

Çizelge 4.10. Bermuda çim çeşidi 'Tifway-419' ile kaplı alanın zoysia çimine dönüştürülmesi sürecinde farklı zoysia çeşitleri, biçim yüksekliği ve azot gübre dozlarının NDVI değerleri üzerine etkileri

Faktörler			NDVI			
Biçim Yüksekliği	Azot dozu (g /m ² /yıl)	Çeşit	Sonb.	Kış	İlkb.	Yaz
Fairway (1.2 cm)	0	Anazoy	0,597	0,505	0,555	0,571
		Türkzoy	0,558	0,479	0,541	0,570
		El-Toro	0,549	0,438	0,501	0,572
	5	Anazoy	0,649	0,547	0,601	0,625
		Türkzoy	0,646	0,539	0,599	0,634
		El-Toro	0,647	0,514	0,602	0,635
	10	Anazoy	0,648	0,553	0,608	0,634
		Türkzoy	0,670	0,546	0,608	0,643
		El-Toro	0,648	0,551	0,621	0,688

Çizelge 4.10. Devamı

Rough (3.5 cm)	0	Anazoy	0,556	0,453	0,494	0,574
		Türkzoy	0,565	0,448	0,508	0,574
		El-Toro	0,546	0,410	0,513	0,585
	5	Anazoy	0,634	0,535	0,610	0,620
		Türkzoy	0,631	0,498	0,580	0,633
		El-Toro	0,624	0,476	0,600	0,620
	10	Anazoy	0,629	0,517	0,602	0,630
		Türkzoy	0,628	0,505	0,587	0,631
		El-Toro	0,631	0,495	0,602	0,627
		lsd (0.05)	0,040	0,040	0,040	0,030
Çeşit ortalaması		Anazoy	0,619 a	0,518 a	0,578 a	0,609 a
		Türkzoy	0,616 a	0,502 ab	0,571 a	0,614 a
		El-toro	0,608 a	0,481 b	0,573 a	0,621 a
Azot dozu ortalaması (g /m²/yıl)		0	0,562 b	0,456 b	0,519 b	0,574 b
		5	0,639 a	0,518 a	0,599 a	0,628 a
		10	0,642 a	0,528 a	0,605 a	0,642 a
Biçim yüksekliği		Fairway (1.2 cm)	0,624 a	0,519 a	0,582 a	0,619 a
		Rough (3.5 cm)	0,605 b	0,482 b	0,566 a	0,611 a

5. SONUÇLAR

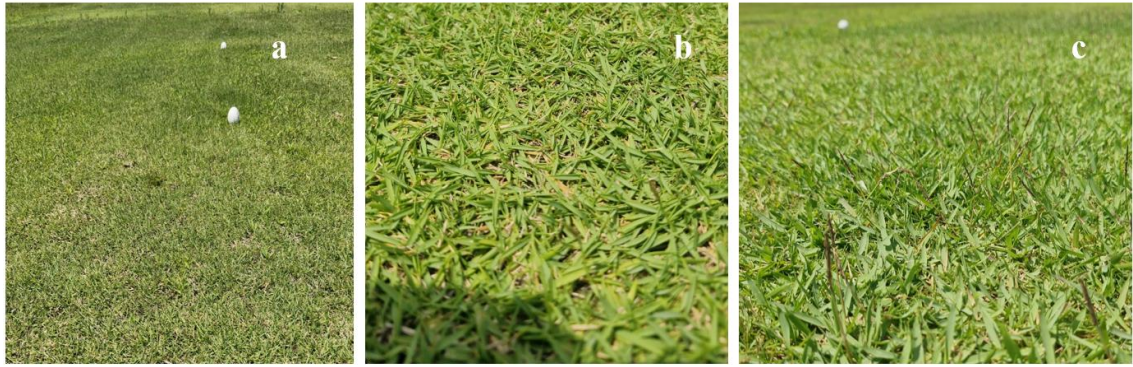
Bu araştırma ile halihazırda hibrit Bermuda çimi ‘Tifway-419’ çeşidi ile kaplı bir alanın, üst dikim yöntemi ile Zoysia çimine dönüştürülmesinde farklı Zoysia çim çeşitleri, azot dozları ve biçim rejimlerinin etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar alanda Zoysia çiminin yerleşme oranının kullanılan çeşitler, biçim rejimleri ve azot düzeylerine ve bu faktörler arası interaksyonlara bağlı olarak değişebileceğini ve dikimden iki yıl içinde ortalama %80 yerleşme oranında ulaşabileceğini ortaya koymuştur. Alana dikimden yaklaşık iki yıl sonra çalışmada kullanılan her bir çeşit özelinde en yüksek alan kaplama oranları sırasıyla; El-toro çeşidinde ort. %85 ile rough biçim rejimi (3.5 cm) altında ve 5 g/m² ya da 0 g/m² azot uygulanmış parsellerinde, Anazoy çeşidinde ortalama %80 ile biçim rejimi fark etmeksizin 10 g m² azot uygulanmış parsellerinde ve Türkzoy çeşidinde ise ort %75 ile rough biçim rejimi altındaki 0 g/m² azot uygulanmış parsellerinde saptanmıştır.

Mevcut çim ile kaplı alanın Zoysia çimine dönüştürülmesi aşamasında gerek estetik ve gerekse fonksiyonel kullanım açısından kabul edilebilir minimum çim kalitesinin ve yeşil bir çim renginin sağlanması ve sürdürülmesi arzu edilir. Yaklaşık iki yıl süren dönüşüm aşamasında mevsimlere bağlı olarak genel çim kalitesinin, renginin ve görsel olarak alınan bu parametreleri destekleyen NDVI ve klorofil değerlerin tamamı başta kullanılan azot düzeyleri ve biçim yüksekliği olmak üzere çeşitlere göre değişim göstermiştir. Özellikle büyüme ve gelişmenin oldukça yavaşladığı kış, sonbahar ve ilkbahar dönemlerinde kabul edilebilir çim kalitesi ve canlı yeşil bir çim renginin sağlanması ve korunması için 10 veya 5 g m² azot uygulamasının gerekli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca sonbahar ve kış döneminde fairway biçim yüksekliği altındaki parsellerin nispeten daha homojen ve kaliteli çim yüzeyi sağladığı ve bu dönemde özellikle Türkzoy ve Anazoy çeşitlerinin yeşil renklerini daha iyi korumaları nedeniyle daha yüksek çim kalitesi sağladıkları bulunmuştur. Genel olarak fairway rejimi altında, 10 veya 5 g m² azot uygulaması yapılmış Zoysia çim çeşitlerinin tamamı kış döneminde 6,9-6,7 renk skala değerleri olarak yeşil renklerini daha iyi korumuşlardır. Yaz döneminde biçim rejimi fark etmeksizin 10 veya 5 g/m² azot uygulanmış tüm çeşitler ort. 8,6-7,8 skala değerleri ile oldukça iyi ve homojen çim kalitesi sağlamışlardır. Öte yandan hiç azot uygulaması yapılmayan tüm uygulamalarda bu dönemde 7,0-6,7 skala değerleri olarak kabul edilebilir ve üstü kalite sağlayabilmiştir.

Sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde özellikle sonbahar ve kış döneminde de yeşil rengin ve kabul edilebilir çim kalitesinin sağlanması ve korunması için özellikle Anazoy ve Türkzoy çeşitleri tercih edilebilir. Bu sonuçlar özelinde üst dikim yöntemi kullanılarak Bermuda çimi ile kaplı bir alanın Zoysia çimine dönüştürülmesi için eğer Anazoy çeşidi tercih edilirse biçim yüksekliği fark etmeksizin 10 g m² azot dozu önerilebilir. El-Toro ve Türkzoy çeşitleri tercih edildiğinde ise alanın ilk iki yıl sürecinde rough biçim yüksekliğinde tutulması ve azotlu gübrenin 5 g/m² gibi minimum düzeyde tutulması tercih edilebilir.

Bu çalışma ile seçilen çeşitler özelinde Zoysia çimlerinin Bermuda çimi içine direkt dikilmesi ile başarılı bir şekilde tesis olabileceği saptanmıştır. Böylece mevcut Bermuda çiminin yok edilmesine gerek kalmayacağından total ot öldürücü gibi herbisit kullanımı elimine edilerek daha çevreci bir yöntemle ve daha az masrafla çim tesisine imkan sağlanabilir. Ayrıca dikim sonrası Zoysia çimine dönüşüm sürecinde çim örtüsü korunmuş olacağından estetik görünüm ve fonksiyonel kullanım devam ettirilebilir. Sonuç itibarıyla mevcut alan Bermuda çimine göre daha yavaş büyüme hızına ve daha az bakım ihtiyacına sahip Zoysia çimine dönüştürüldüğünde yıllık bakım masraflarının azaltılabileceği ve sürdürülebilir yeşil alanlar oluşturulmasına önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir. Literatür incelendiğinde Bermuda veya diğer çim türlerinden oluşan bir çim alanın yok edilmeden, Zoysia çimine çevrilmesi ve bakım uygulamalarının bu çevrim üzerine etkilerin araştırılan bilimsel çalışma yok denecek kadar sınırlıdır. Bu bakımdan bu araştırma sonucunda elde edilen bulguların literatüre önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çim bitkileri çok yıllık türler olduğundan, Bermuda çimi içine dikilen Zoysia çimlerinin sonraki yıllarda da performansının takip edilmesi ve özellikle botanik kompozisyonu yıllar içinde nasıl etkileyeceğinin belirlenmesi önerilir. Ayrıca bundan sonra yapılacak yeni çalışmalarda Bermuda çiminden kaynaklı rekabetin azaltılabilmesi için farklı bitki büyüme engelleyicilerinin dikim öncesinde uygulamasının Zoysia çimlerinin alanda yerleşme başarısı üzerine etkilerinin araştırılması önerilir.



Şekil 5.1. 2 yıl sonunda kullanılan zoysia genotiplerinin son halleri a: Anazoy, b: MG-Türköz, c: El-Toro

6.KAYNAKLAR

- Anonim 1 (2025). <https://images.app.goo.gl/msZDiprQfh1pZbdX7>
- Anonim 2 (2025). <https://images.app.goo.gl/6ev7NBWKTSvSUR3fA>
- Anonim 3 (2025). <https://images.app.goo.gl/JFU1WQfpCDXQs7SQ9>
- Anonim 4 (2025). <https://images.app.goo.gl/gFFPzmGjEe4WtgRz9>
- Avcıoğlu, R. (1997). Çim tekniği, Yeşil alanların ekimi, dikimi ve bakımı. İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası.
- Beard, J. B. (1973). Turfgrass: Science and culture. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Beard, J. B. (2002). Turfgrass Management for Golf Courses (2nd ed.). Ann Arbor Press.
- Begitschke, E., Wang, J., Young, A. A., Tucker, K., ve Henry, G. M. (2022). Conversion of a Hybrid Bermudagrass Fairway to Zoysiagrass [Abstract]. ASA, CSSA, SSSA International Annual Meeting, Baltimore, MD. <https://scisoc.confex.com/scisoc/2022am/meetingapp.cgi/Paper/143697>
- Bell, G. E., Martin, D. L., Wiese, S. G., Dobson, D. D., Smith, M. W., Stone, M. L., ve Solie, J. B. (2002). Vehicle-mounted optical sensing: An objective means for evaluating turf quality. *Crop Science*, 42(1), 197–201. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1970>
- Biran, I., Bravdo, B., Bushkin-Harav, I., ve Rawitz, E. (1981). Water consumption and growth rate of 11 turfgrasses as affected by mowing height, irrigation frequency, and soil moisture. *Agronomy Journal*, 73(1), 85–90.
- Boyd, J. W., Richardson, M. D., ve McCalla, J. H. (2003). A net-planting technique for establishing zoysiagrass from sprigs. *HortTechnology*, 13(1), 74–76.
- Briscoe, K., Miller, G., Brinton, S., Bowman, D., ve Peacock, C. (2012). Evaluation of ‘Miniverde’ Bermudagrass and ‘Diamond’ Zoysiagrass putting green establishment using granular fertilizer applications. *HortScience*, 47(7).
- Brosnan, J. T., ve Deputy, J. (2008). Department of tropical plant and soil sciences, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii.
- Bunnell, B.T., L.B. McCarty, and W.C. Bridges, Jr. 2005a. ‘TifEagle’ bermudagrass response to growth factors and mowing height when grown at various hours of sunlight. *Crop Sci.* 45: 575–581.
- Caetano-Anollés, G., Callahan, A. M., ve Bassam, B. J. (1997). DNA amplification fingerprinting of bermudagrass (*Cynodon*) reveals somatic polymorphism.

- Theoretical and Applied Genetics, 95(1-2), 104–111.
<https://doi.org/10.1007/s001220050537>
- Calvache, S., Espevig, T., Andersen, T. E., Joner, E. J., Kvalbein, A., Pettersen, T., ve Aamlid, T. S. (2017). Nitrogen, phosphorus, mowing height, and arbuscular mycorrhiza effects on red fescue and mixed fescue–bentgrass putting greens. *Crop Science*, 57(2), 537-549.
- Carrow, R. N. (1996). Drought resistance aspects of turfgrasses in the southeast: Morphological and physiological adaptations. *Crop Science*, 36(3), 687–694.
<https://doi.org/10.2135/cropsci1996.0011183X003600030003x>
- Carrow, R. N., Waddington, D. V., ve Rieke, P. E. (2001). *Turfgrass Soil Fertility and Chemical Problems: Assessment and Management*. Wiley.
- Casler, M. D., ve Duncan, R. R. (Eds.). (2003). *Turfgrass biology, genetics, and breeding*. Hoboken, NJ: John Wiley ve Sons.
- Christians, N. E., Patton, A. J., ve Law, Q. D. (2016). *Fundamentals of turfgrass management* (5th ed.). Wiley.
- Çakır, M., Mutlu, S. S., & Dönmez, Ş. (2024). Effects of Foliar Silicon and Nitrogen Applications on Winter Color Retention and Spring Green-Up of Zoysia Grass. *BioResources*, 19(4).
- Doroh, M. C., McElroy, J. S., Van Santen, E., ve Walker, R. H. (2011). Conversion of ‘Tifway’ Bermudagrass stands to ‘Zorro’ zoysiagrass turf using combinations of dazomet and EPTC. *Weed Technology*, 25(4), 631–636.
<https://doi.org/10.1614/wt-d-11-00038.1>
- Duble, R. L. (1989). *Southern turfgrasses: Their management and use*. College Station, TX: Texscape Inc.
- Duble, R. L. (1996). *Turfgrasses and landscapes*. Texas AveM University Press.
- Dunn, J. H., Minner, D. D., Fresenburg, B. F., ve Bughrara, S. S. (1993). Fall fertilization of zoysiagrass. *International Turfgrass Society Research Journal*, 7, 565–571.
- Emmons, R. (2000). *Turfgrass science and management* (3rd ed.). USA: Delmar Publishers.
- Engelke, M. C., ve Anderson, S. J. (2003). Zoysiagrasses. In M. D. Casler ve R. R. Duncan (Eds.), *Turfgrass biology, genetics and breeding* (pp. 271–285). Hoboken, NJ: John Wiley ve Sons.

- Evergreenseeds 2023. Everseeding Bermuda with Zoysia: Should you try this out. <https://www.evergreenseeds.com/overseeding-bermuda-with-zoysia/#:~:text=No%2C%20overseeding%20bermuda%20grass%20with,possible%20to%20grow%20both%20varieties.>
- Fitz-Rodriguez, E., ve Choi, C. Y. (2002). Monitoring turfgrass quality using multispectral radiometry. *Transactions of ASAE*, 45(4), 865–867.
- Forbes, I., ve Burton, G. W. (1963). Cytogenetics of Zoysia species and their hybrids. *Crop Science*, 3(6), 559–561. <https://doi.org/10.2135/cropsci1963.0011183X000300060016x>
- Forbes, I., ve Burton, G. W. (1963). Variability and heritability of certain characters in bermudagrass, *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Crop Science*, 3(2), 117–121. <https://doi.org/10.2135/cropsci1963.0011183X000300020006x>
- Forbes, I., ve Burton, G. W. (1963). Variability and heritability of certain characters in bermudagrass, *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Crop Science*, 3(2), 117–121. <https://doi.org/10.2135/cropsci1963.0011183X000300020006x>
- Frank, K. W., ve Guertal, E. A. (2015). Nitrogen research in turfgrass. In F. Horgan ve M. McCarthy (Eds.), *Turfgrass: Biology, use and management* (Vol. 56, pp. 457–491). Wiley Online Library. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr56.c13>
- Fry, J. D., Huang, B., ve Wherley, B. (2001). Physiological characteristics of Zoysia grass species. *HortScience*, 36(2), 213–218.
- Fry, J. D., ve Huang, B. (2004). *Applied Turfgrass Science and Physiology*. John Wiley ve Sons.
- Fry, J., Taylor, R., Wolf, B., Stunz, D. ve Zuk, A. 2007 Development of a strip seeder for converting cool-season turf to seeded bermudagrass *HortTechnology* 17 363 367.
- Gibeault, V. A., Cockerham, S. T., Autio, R., ve Ries, S. B. (1997). The enhancement of Zoysia winter colour. *International Turfgrass Society Research Journal*, 8, 445–453.
- Grass Phylogeny Working Group II. (2012). New grass phylogeny resolves deep evolutionary relationships and discovers C₄ origins. *New Phytologist*, 193(2), 304–312. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03972.x>
- Gulsen O, Sever-Mutlu S, Mutlu N, Tuna M, Karaguzel O, Shearman RC, Riordan TP, Heng-Moss TM. Polyploidy creates higher diversity among *Cynodon* accessions as

- assessed by molecular markers. *Theor Appl Genet.* 2009 May;118(7):1309-19. doi: 10.1007/s00122-009-0982-9. Epub 2009 Feb 20. PMID: 19229513.
- Gürbüz, E. (2010). Antalya bölgesinde bazı sıcak iklim çim türlerinde renk kaybının önlenmesine sonbahar azot (N) gübrelemesinin etkisi [Master's thesis, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı]. Adana.
- Hanna, W. W., ve Anderson, W. F. (2008). Bermudagrass. In M. E. Casler ve R. R. Duncan (Eds.), *Turfgrass Biology, Genetics, and Breeding* (pp. 235–256). John Wiley ve Sons.
- Harris-Shultz, K. R., Schwartz, B. M., ve Hanna, W. W. (2010). Genetic relationships among zoysiagrass (*Zoysia* spp.) accessions using SSR markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 135(2), 150–156.
- Harris-Shultz, K. R., Schwartz, B. M., ve Hanna, W. W. (2013). Assessment of genetic diversity in *Zoysia* spp. using molecular markers. *HortScience*, 48(8), 1052–1058. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.8.1052>
- Higgins, J. (1998). Zoysiagrass lawns. Alabama Cooperative Extension System, ANR-1129.
- Jellicorse, W.R., Richardson, M.D., McCalla, J.H., Karcher, D.E., Patton, A.J. ve Boyd, J.W. 2012 Seeded bermudagrass establishment in an overseeded perennial ryegrass stand as affected by transition herbicide and seeding date *Appl. Turfgrass Sci.* doi:10.1094/ATS-2012-0721-01-RS
- Johnson, B. J. (1976). Renovation of turfgrasses with herbicides. *Weed Science*, 24(5), 467–472. <https://doi.org/10.1017/s0043174500066479>
- Karagüzel, O. (2007). Çim ve yerörtücü bitkiler ders notu [Class notes]. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü. Antalya.
- Keskin, M., Han, Y. J., Dodd, R. B., ve Khalilian, A. (2008). Reflectance-based sensor to predict visual quality ratings of turfgrass plots. *Applied Engineering in Agriculture*, 24, 855–860.
- Koeritz, E. J., ve Stier, J. C. (2009). Nitrogen rate and mowing height effects on velvet and creeping bentgrasses for low-input putting greens. *Crop Science*, 49(4), 1463-1472.

- Krishnan, S., ve Merewitz, E. (2014). Physiological and biochemical responses of zoysiagrass to drought stress. *HortScience*, 49(5), 580–585. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.5.580>
- Lee, H., Bremer, D. J., Su, K., ve Keeley, S. J. (2011). Relationships between NDVI and visual quality in turfgrasses: Effects of mowing height. *Crop Science*, 51, 323–332. <https://doi.org/10.2135/crop-sci2010.05.0296>
- Marcum, K. B., ve Pessarakli, M. (2006). Salinity tolerance and salt gland excretion in Zoysiagrass. *Crop Science*, 46(1), 258–263. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.0175>
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press, London, UK. DOI: 10.1016/C2009-0-02402-7
- McCrimmon, J. N. (2004). Effects of mowing height, nitrogen rate, and potassium rate on Palmetto and Raleigh St. Augustinegrass. *Journal of Plant Nutrition*, 27(1), 1–13.
- Meyer, W. A., ve Dunn, J. H. (2003). Classification and taxonomy of Zoysia grasses. In M. D. Casler ve R. R. Duncan (Eds.), *Turfgrass Biology, Genetics, and Breeding* (pp. 189–205). John Wiley ve Sons.
- Miller, G., Gragg, B., Pinnix, D., McCauley, R., ve Milla-Lewis, S. (2022). Fall establishment of zoysiagrass on roadsides in the U.S. transition zone. *International Turfgrass Society Research Journal*, 14(1), 1063–1066. <https://doi.org/10.1002/its2.128>
- Moore, K. J., ve Moser, L. E. (1995). Quantifying developmental morphology of perennial grasses. *Crop Science*, 35(1), 37–43.
- Morton, S. J., Engelke, M. C., ve White, R. H. (1991). Performance of four warm-season turfgrass genera cultured in dense shade: III. Zoysia spp. Texas Agricultural Experiment Station PR-4894, 51–52.
- Patton, A. J., Hardebeck, G. A., Williams, D. W., ve Reicher, Z. J. (2004). Establishment of bermudagrass and zoysiagrass by seed.
- Patton, A. J., Reicher, Z. J., Zuk, A. J., Fry, J. D., Richardson, M. D., ve Williams, D. W. (2006). A guide to establishing seeded zoysiagrass in the transition zone. *Applied Turfgrass Science*, 3(1), 1–16. <https://doi.org/10.1094/ats-2006-1004-01-mg>

- Patton, A. J., Trappe, J. M., ve Pompeiano, A. (2010). Zoysiagrass growth as influenced by nitrogen source in a greenhouse trial. In D. E. Karcher, A. J. Patton ve M. D. Richardson (Eds.), *Arkansas Turfgrass Report 2009*, [Arkansas Agricultural Experiment Station Research Series].
- Patton, A. J., ve Reicher, Z. J. (2007). Zoysia grass species and genotypes differ in their winter injury and freeze tolerance. *Crop Science*, 47(4), 1619–1627.
- Patton, A. J., ve Reicher, Z. J. (2007). Zoysiagrass species and genotypes differ in their responses to shade. *Crop Science*, 47(4), 1617–1622.
- Patton, A. J., ve Reicher, Z. J. (2007). Zoysiagrass species and genotypes differ in their responses to shade. *Crop Science*, 47(4), 1617–1622. <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.07.0472>
- Patton, A. J., Williams, D. W., ve Reicher, Z. J. (2004). Renovating golf course fairways with zoysiagrass seed. *Hortscience*, 39(6).
- Peyton B. 2022. Can you mix bermuda and Zoysia Grass. <https://www.gfloutdoors.com/can-you-mix-bermuda-and-zoysia-grass/>
- Pirchio, M., Fontanelli, M., Frascioni, C., Martelloni, L., Raffaelli, M., Peruzzi, A., ... ve Grossi, N. (2018). Autonomous rotary mower versus ordinary reel mower—Effects of cutting height and nitrogen rate on Manila grass turf quality. *HortTechnology*, 28(4), 509-515.
- Pompeiano, A., Grossi, N., ve Volterrani, M. (2012). Vegetative establishment rate and stolon growth characteristics of 10 zoysiagrasses in Southern Europe.
- Pompeiano, A., ve Patton, A. J. (2017). Growth and root architecture responses of zoysiagrass to changes in fertilizer nitrate:uria ratio. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 180 (5), 528–534. <https://doi.org/10.1002/jpln.201600401>
- Qian, Y. L., ve Engelke, M. C. (1999). Growth and physiological responses of three turfgrass species to deficits in root zone moisture. *Crop Science*, 39(5), 1142–1146. <https://doi.org/10.2135/cropsci1999.0011183X003900050004x>
- Qian, Y. L., ve Engelke, M. C. (1999). Performance of five turfgrasses under shade conditions. *International Turfgrass Society Research Journal*, 8, 1139–1146.
- Qian, Y. L., ve Fry, J. D. (1997). Water relations and drought tolerance of four turfgrasses. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122(1), 129–133. <https://doi.org/10.21273/JASHS.122.1.129>

- Qian, Y. L., Wilhelm, S. J., ve Marcum, K. B. (1997). Comparative responses of two turfgrass species to salinity and drought stress. *HortScience*, 32(6), 1023–1027. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.32.6.1023>
- Reinert, J. A., ve Engelke, M. C. (2001). Resistance in zoysiagrass (*Zoysia* spp.) to the tropical sod webworm, *Herpetogramma phaeopteralis* Guenee. *International Turfgrass Society Research Journal*, 9, 798–801.
- Richardson, M. D. (2002). Turf quality and freezing tolerance of ‘Tifway’ bermudagrass as affected by late-season nitrogen and trinexapac-ethyl. *Crop Science*, 42(5), 1621–1626. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1621>
- Sage, R. F., ve Kubien, D. S. (2007). The temperature response of C₃ and C₄ photosynthesis. *Plant, Cell ve Environment*, 30(9), 1086–1106. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2007.01682.x>
- Sage, R. F., ve Monson, R. K. (1999). *C₄ Plant Biology*. Academic Press.
- Samples, T., ve Soroachan, J. (2007). Turfgrass selection: Zoysia has slightly.
- Schiavon, M., Barnes, B. D., Shaw, D. A., Henry, J. M., ve Baird, J. H. (2013). Strategies for Converting Tall Fescue to Warm-season Turf in a Mediterranean Climate. *HortTechnologyhortte*, 23(4), 442–448. Retrieved Aug 27, 2023, from <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.23.4.442>
- Schwartz, B., Zhang, J., Fox, J., ve Peake, J. (2020). Turf performance of shaded ‘TifGrand’ and ‘TifSport’ hybrid bermudagrass as affected by mowing height and trinexapac-ethyl. *HortTechnology*, 30(3), 391–397.
- Schwartz, B., Zhang, J., Kenworthy, K., Miller, G., Peacock, C., Sladek, B., ve Christensen, C. (2018). Nitrogen rate and mowing height affect seasonal performance of zoysiagrass cultivars. *Agronomy Journal*, 110(6), 2114–2123. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.01.0006>
- Sever Mutlu, S., Hocagil, M., Mutlu, N., ve Çakır, M. (2016). Kurağa dayanıklı tetraploid Bermuda çim bitkisi (*Cynodon* [L.] Rich) ıslahı. TÜBİTAK Sonuç Raporu, No: 111O658 (Unpublished).
- Sever Mutlu, S., Mutlu, N., Tokgöz, S. vd. 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., Sönmez, N. K., Çoşlu, M., Türkkan, H. R., ve Zorlu, D. (2023). UAV-based imaging for selection of turfgrass drought-resistant cultivars in breeding trials. *Euphytica*, 219, 83.
- Severmutlu, S. (2010). Çimler ve yer örtücüler [Course notes]. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü (Unpublished).
- Severmutlu, S., Mutlu, N., Gürbüz, E., Gülşen, O., Hocagil, M., Karagüzel, Ö., ... ve Gaussoin, R. E. (2011). Drought resistance of warm-season turfgrasses grown in the Mediterranean region of Turkey. *HortTechnology*, 21(6), 726–736.
- Severmutlu, S., Mutlu, N., Shearman, R. C., Gürbüz, E., Gülşen, O., Hocagil, M., ... ve Gaussoin, R.E. (2011). Establishment and turf qualities of warm-season turfgrasses in the Mediterranean region. *HortTechnology*, 21(1), 67–81.
- Shi, H., Ye, T., ve Chan, Z. (2012). Physiological and transcriptomic analysis reveals the roles of chlorophyll metabolism and heat-shock proteins in zoysiagrass shade tolerance. *PLoS ONE*, 7(12), e50736. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050736>
- Sladek, B.S., Henry, G.M., ve Auld, D.L. (2011). Effect of genotype, planting date and spacing on zoysiagrass establishment from vegetative plugs. *HORTSCIENCE*, 46(8).
- Taiz, L., and Zeiger, E. (2009). *Plant Physiology*, 5th Edition, Sinauer Associates Inc., Sunderland, UK.
- Soreng, R. J., Peterson, P. M., Romaschenko, K., Davidse, G., Zuloaga, F. O., Judziewicz, E. J., ... ve Kellogg, E. A. (2017). A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae. *Journal of Systematics and Evolution*, 55(4), 259–290. <https://doi.org/10.1111/jse.12262>
- Taiz, L. Moller, I.M., Murphy, A. and Zeiger, E. (2023) *Plant Physiology and Development*. Seventh Edition, Sinauer Associates, 752.
- Taliaferro, C. M. (1995). Diversity and vulnerability of bermudagrass turf cultivars. *Crop Science*, 35(2), 327–332. <https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500020008x>
- Taliaferro, C. M. (2003). Bermudagrass (*Cynodon* (L.) Rich). In M. D. Casler ve R. R. Duncan (Eds.), *Turfgrass Biology, Genetics, and Breeding* (pp. 235–256). Hoboken, NJ: John Wiley ve Sons, Inc.

- Taliaferro, C. M., Anderson, W. F., ve Wu, Y. (2004). Molecular breeding of bermudagrass. *Crop Science*, 44(6), 1907–1912. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1907>
- Temizel, S. (2014). ‘*Zoysia japonica*’ türü ile Akdeniz Bölgesi koşullarında tohum ve vejetatif yöntemlerle çim alan tesisi (Master's thesis). Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Turkey.
- Trappe, J. M., ve Patton, A. J. (2013). Evaluating two zoysiagrass cultivars in separate field trials for their preference of nitrogen source. *International Turfgrass Society Research Journal*, 12, 575–580.
- Trenholm, L. E., Carrow, R. N., ve Duncan, R. R. (1999). Relationship of multispectral radiometry data to qualitative data in turfgrass research. *Crop Science*, 39(3), 763–769. <https://doi.org/10.2135/cropsci1999.0011183X003900030025x>
- Trenholm, L. E., Carrow, R. N., ve Duncan, R. R. (2001). Managing bermudagrass turf: Selection, construction, cultural practices, and pest management strategies. University of Georgia.
- Trenholm, L. E., Unruh, J. B., ve Sartain, J. B. (2000). Environmental stresses and turfgrass management. University of Florida IFAS Extension.
- Trenholm, L. E., Unruh, J. B., ve Sartain, J. B. (2012). Nitrate leaching and turf quality in established ‘Floritam’ St. Augustinegrass and ‘Empire’ Zoysiagrass. *Journal of Environmental Quality*, 41(3), 793–799. <https://doi.org/10.2134/jeq2011.0183>
- Turgeon, A. J. (2011). *Turfgrass management* (9th ed.). Pearson
- Volterrani, M., Grossi, N., Magni, S., Lulli, F., ve Pompeiano, A. (2010). Zoysia matrella response to late-fall fertilization in the transition zone. *Proceedings of the European Turfgrass Society Conference*, Angers, France, 225–227.
- Wen, B., Li, C., Fu, X., Li, D., Li, L., Chen, X., Wu, H., Cui, X., Zhang, X., Shen, H., vd. (2019). “Effects of nitrate deficiency on nitrate assimilation and chlorophyll synthesis of detached apple leaves,” *Plant Physiology and Biochemistry* 142, 363–371. DOI: 10.1016/j.plaphy.2019.07.007
- Young, B. A., Schwartz, B. M., ve Hanna, W. W. (2001). DNA fingerprinting of Zoysia species and cultivars. *Crop Science*, 41(3), 1027–1033. <https://doi.org/10.2135/cropsci2001.4131027x>

- Youngner, V. B. (1961). Growth and flowering of *Zoysia* species in response to temperatures, photoperiods, and light intensities. *Crop Science*, 1(2), 91–93.
- Forbes, I., ve Burton, G. W. (1963). Cytogenetics of *Zoysia* species and their hybrids. *Crop Science*, 3(6), 559–561.
<https://doi.org/10.2135/cropsci1963.0011183X000300060016x>
- Zhang, J., Xie, W., ve Yan, Z. (2010). Phenotypic diversity and genetic variation of *Zoysia* germplasm collected in China. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57(7), 1017–1025. <https://doi.org/10.1007/s10722-009-9529-3>
- Zhang, Y., Liu, S., ve Wang, L. (2010). Morphological variations of *Zoysia* grass under different environmental conditions. *Journal of Turfgrass Science*, 86(3), 254–260.
- Zhang, Y., Liu, S., Wang, L., ve Wang, Y. (2015). Anatomical adaptations of zoysiagrass to drought conditions. *Plant Physiology and Biochemistry*, 91, 38–45.
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.03.010>
- Zhang, Y., Qian, Y. L., ve Fry, J. D. (2011). Response of zoysiagrasses to high temperature stress. *Crop Science*, 51(5), 1980–1987.
<https://doi.org/10.2135/cropsci2010.08.0440>
- Zhou, Y., ve Qian, Y. L. (2005). Physiological responses of zoysiagrass genotypes to heat stress under field conditions. *HortScience*, 40(3), 835–839.
- Zhou, Y., Wang, H., Zhao, J., ve Zhang, Y. (2018). Genetic diversity and relationships of zoysiagrass (*Zoysia* spp.) germplasm revealed by SSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65(2), 399–410. <https://doi.org/10.1007/s10722-017-0534-2>
- Zuk, A. ve Fry, J.D. 2005 Seeded zoysiagrass in a perennial ryegrass sward *CropSci.* 45 1521 1528

ÖZGEÇMİŞ

Onur KARA

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2022-2025	Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2017-2021	Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Saha Müdürü	Antalya Golf Club
2024- Devam ediyor	
Saha Müdürü Yardımcısı	Antalya Golf Club
2022-2024	