

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ZOYSİA ÇİMİ ÇEŞİT ADAYLARININ GÖLGE
DAYANIMININ BELİRLENMESİ**

İbrahim Mert SÖNMEZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2025

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ZOYSİA ÇİMİ ÇEŞİT ADAYLARININ GÖLGE
DAYANIMININ BELİRLENMESİ**

İbrahim Mert SÖNMEZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2025

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZOYSİA ÇİMİ ÇEŞİT ADAYLARININ GÖLGE
DAYANIMININ BELİRLENMESİ

İbrahim Mert SÖNMEZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

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

Doç. Dr. Ceren SELİM

Doç. Dr. Kamil ERKEN

ÖZET

ZOYSİA ÇİMİ ÇEŞİT ADAYLARININ GÖLGE DAYANIMININ BELİRLENMESİ

İbrahim Mert SÖNMEZ

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU

Haziran 2025, 73 Sayfa

Zoysia çimleri (*Zoysia spp.*) tropikal, subtropikal ve geçiş iklim kuşağında ev bahçeleri, parklar, golf ve diğer spor sahalarında yaygın kullanılan sıcak iklim çim bitkileridir. Gölge dayanımı yeşil alanlarda kullanılacak çim tür ve çeşitlerinde arzu edilen en önemli özelliklerden birisidir. Bu nedenlerle gölgeye daha toleranslı Zoysia çim çeşitlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın amacı yerli 27 adet hibrit Zoysia çim çeşit adaylarının 6 adet ticari şahitle birlikte gölge dayanımlarını belirlemektir. Araştırma Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi çim bitkileri araştırma ve uygulama alanında tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme deseni düzeninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Gölge stresi oluşturmak için koyu yeşil renkli %70'lik gölgeleme materyali (net-file) kullanılmıştır. Kontrol uygulaması olarak, gölgeleme örtüsü bulunmayan açıkta büyüyen çim parselleri kullanılmıştır. Araştırma süresince iki haftada bir genel çim kalitesi, klorofil ve NDVI değerleri ve ayrıca sürgün yoğunluğu ve kök yırtılma direncine ilişkin veriler alınmıştır. Gölge stresi altında klorofil değerlerinin bazı çeşitlerde %48'e varan oranda azaldığı ve bazılarında ise %97'ye varan oranda artış gösterdiği saptanmıştır. Gölge stresinin çeşitlere bağlı olarak değişmekle birlikte genel çim kalitesini, sürgün yoğunluğunu ve kök direncini azalttığı ortaya koymuştur. Gölge stresi altında sürgün yoğunluğunun ve kök yırtılma direncinin sırasıyla ortalama %42 ve %14 oranında azaldığı bulunmuştur. Gölge stresinin genel çim kalitesini şahit çeşitlerde %75-%9 ve MJ46 ile MJ73 hariç hibrit çeşit adaylarında ise %69-%9 oranında düşürdüğü saptanmıştır. Çalışma sonucunda ticari şahit çeşitlere eşdeğer ve üstün gölge performansına sahip 10 adet yerli hibrit (MJ46, MJ100, MJ13, MJ30, MJ73, MJ79, MJ92, MJ59, MJ67 ve MJ26) tespit edilmiştir. Belirlenen bu çeşit adaylarının gölge stresi altında hala kabul edilebilir çim kalitesi ve kontrollerine yakın sürgün yoğunlukları ve kök dirençleri ile gölge alanlarda kullanım için iyi bir potansiyel sunacakları ve tescile konu olabilecekleri öngörülmüştür.

ANAHTAR KELİMELE: Çim bitkileri, Çim ıslahı, Gölge stresi, Japon çimi, Yeşil alanlar.

JÜRİ: Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU

Doç. Dr. Ceren SELİM

Doç. Dr. Kamil ERKEN

ABSTRACT

DETERMINATION OF SHADE TOLERANCE IN CANDIDATE ZOYSIA GRASS VARIETIES

İbrahim Mert SÖNMEZ

MSc Thesis in Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU

June 2025, 73 Pages

Zoysiagrasses (*Zoysia spp.*) are warm-season grasses commonly used in lawns, parks, golf courses, and other sports fields in tropical, subtropical, and transitional climate zones. Shade tolerance is one of the most important characteristics desired in turfgrass species and cultivars used in green spaces. For this reason, there is a need for zoysiagrass cultivars with improved shade tolerance. The aim of this study is to determine the shade tolerance of 27 local hybrid Zoysia cultivars along with 6 commercially available zoysiagrass cultivars. The research was conducted at Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Grass Research and Application Field, using a randomized block design with split plots and three replications. To create shade stress, a shading material (net-file) with 70% reduced light transmission was used. During the course of the study, data on bi-weekly turfgrass quality, chlorophyll and NDVI values, as well as shoot density and root tear resistance, were collected. It was found that shade stress reduced overall turf quality, shoot density, and root resistance, although this varied depending on the variety. It was determined that chlorophyll values decreased by up to 48% in some cultivars and increased by up to 97% in others under shade stress. The shoot density and root tear resistance decreased by an average of 42% and 14%, respectively, under shade stress. It was determined that shade stress reduced overall turf quality by 75%-9% in commercial cultivars and by 69%-9% in hybrid cultivars, except for MJ46 and MJ73. As a result of the study, 10 local zoysia hybrids (MJ46, MJ100, MJ13, MJ30, MJ73, MJ79, MJ92, MJ59, MJ67, and MJ26) with shade performance equivalent to or better than commercial controls were identified. It is predicted that these selected candidates will offer good potential for use in shaded areas, with acceptable turf quality and, shoot density and root resistance close to their controls under shade stress, and that they may be eligible for registration.

KEYWORDS: Green areas, Japanese grass, Shade stress, Turfgrass breeding, Turfgrasses.

COMMITTEE: Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU

Assoc. Prof. Dr. Ceren SELİM

Assoc. Prof. Dr. Kamil ERKEN

ÖNSÖZ

Bu çalışma sürecinde, her türlü maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen, kendisinin öğrencisi olmaktan bir ömür boyu onur duyacağım değerli hocam, Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte her zaman yardım ve desteğini gösteren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Nedim MUTLU' ya, sayın hocalarımın sevgili öğrencileri Alparslan KARABENİZ ve Bahar SANCAR'a her türlü yardım ve destekleri için çok teşekkür ederim.

Çalışma sürecim boyunca her türlü desteği gösteren sevgili arkadaşlarım, Muharrem Can YILMAZ, Zeynep Benan COŞKUNYEL, Batuhan KAYMAK, Hüseyin POLAT ve Ahmet KARAÇAN' a çok teşekkür ederim.

Her türlü desteğini esirgemeyen sevgili annem Satı SÖNMEZ, babam Yusuf SÖNMEZ ve abim Meriç SÖNMEZ'e çok teşekkür ederim.

İnsanın hayatında belirli kritik dönemler vardır. Benim hayata bakış açım ve çalışma hayatı bakımından belirli konuların rayına oturmasında bu çalışma döneminin çok büyük etkisi bulunmaktadır. Hayatıma çok güzel insanlar, anılar ve tecrübeler katan bu çalışma süreci, beni istediğim hedefe doğru azimle çalışmaya cesaret ve teşvik etmiştir. Bu çalışmayı tamamen, düşünce ve çalışma anlayışla hayatıma rol model olan kendi annem gibi görüp sevip saydığım sayın hocam Prof. Dr. Songül SEVER MUTLU' ya adanmak istiyorum. Hayatımdaki en büyük şansım, eğitim hayatımda yolumun kendisiyle kesişmesidir. Herhangi bir zor zamanımda beni yalnız bırakmayıp her türlü desteğini bana gösteren sayın hocama sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Umarım hayatta daha iyi konumlara gelerek, kendisini gururlandırma şerefine nail olabilirim.

Saygılarımla

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
3. MATERYAL VE METOT	22
3.1 Çalışma Alanı ve İklim Özellikleri	22
3.2. Materyal.....	25
3.2.1. Bitki Materyali.....	25
3.3. Metot	25
3.3.1. Arazi Koşullarında Genel Çim Performanslarının Değerlendirilmesi.....	27
3.4. İstatiksel Veri Analizleri	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1 NDVI (Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi)	31
4.2 Relatif klorofil içeriği.....	39
4.3 Sürgün yoğunluğu	48
4.4 Kök Yırtılma Direnci.....	53
4.5 Genel Çim Kalitesi	57
5. SONUÇLAR	66
6. KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ZOYSİA ÇİMİ ÇEŞİT ADAYLARININ GÖLGE DAYANIMININ BELİRLENMESİ adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

17/07/2025

İbrahim Mert SÖNMEZ

İmzası

X

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

K: Potasyum

N: Azot

P: Fosfor

Kısaltmalar

kg: Kilogram

da: Dekar

spp.: Türleri

var.: Varyete

°C: Santigrat derece

m: Metre

cm: Santimetre

mm: Milimetre

m²: Metrekare

g: Gram

g/m²: Gram/metrekar

% : Yüzde Oran

r: Korelasyon

TE: Trinexapac-etil

Ç: Çeşit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çalışma alanı uydu görüntüsü (Google Earth, 2023)	24
Şekil 3.2. Güneş altındaki kontrol parselleri.....	26
Şekil 3.3. Gölge altındaki parseller.....	26
Şekil 3.4. NDVI verilerini almak üzere kullanılan ekipman ‘TCM 500 “NDVI” meter görüntüsü.....	28
Şekil 3.5. Araştırma kapsamında kullanılan klorofil metre (FIELDSCOUT CM 1000)	29
Şekil 3.6. Arazi koşullarında klorofil içeriklerinin ölçülmesi.....	29
Şekil 3.7. Yırtılma direnci cihazı	30
Şekil 3.8. Cup cutter makinesi ile örnek çıkarma ve sürgün sayımı.....	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Antalya ilinin 1930-2024 yılları arasına ait iklimsel verileri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2025).....	22
Çizelge 4.1. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açıkta (kontrol) yetişen hibrit Zoysia çimlerinin ve şahit olarak kullanılan ticari zoysia çim çeşitlerinin kış (Aralık-2022 -Şubat-2023) ve ilkbaharda dönemsel ortalama NDVI değerleri ve kontrol parsellerine göre NDVI değerlerindeki % değişim.	32
Çizelge 4.2. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açık alanda (kontrol) yetişen Zoysia çimlerinin ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin yaz (Haziran-Temmuz-Ağustos 2022) ve Sonbahar (Eylül-Ekim-Kasım 2022) dönemsel ortalama NDVI değerleri ve control (güneş alan) parsellerine göre NDVI değerlerindeki değişim.	35
Çizelge 4.3. Arazi koşullarında %70 Gölge stresi altında ve açık alanda (kontrol) yetişen Hibrit Zoysia çimlerinin ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin 2023-Yaz dönemi ortalama NDVI değerleri ve kontrol parsellerine göre NDVI değerlerindeki meydana gelen % fark.....	38
Çizelge 4.4. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açık alanda (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin yaprak klorofil içeriklerinin kış (Aralık 2021-Şubat 2022) ve ilkbahar (Mart-Mayıs 2022) dönemsel ortalaması ve kontrol parsellerine göre farkı (%).	41
Çizelge 4.5. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açık alanda (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin yaprak klorofil içeriklerinin yaz (Haziran-Ağustos 2022) ve sonbahar (Eylül-Kasım2022) dönemsel ortalaması ve kontrol parsellerine göre farkı (%).	43
Çizelge 4.6. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari zoysia çim çeşitlerinin yaprak klorofil içeriklerinin yaz (Haziran-Ağustos 2022) ve sonbahar (Eylül-Kasım2022) dönemsel ortalaması ve kontrol parsellerine göre farkı (%).	46
Çizelge 4.7. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açık alanda (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin sürgün yoğunluk değerleri (adet/cm ²) ve kontrol parsellerine göre meydana gelen değişim (%).	49
Çizelge 4.8. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açıkta (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin	

Görsel Çim Yoğunluk Değerleri (1-9 skalası) ve kontrol parsellerine göre meydana gelen değişim (%). 52

Çizelge 4.9. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açıkta (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin sonbahar (Kasım 2022) ve yaz (Haziran 2023) dönemlerine ait kök yırtılma dirençleri (Nm) ve kontrol parsellerine göre meydana gelen değişim (%). 55

Çizelge 4.11. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açıkta (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin yaz (Haziran-Ağustos 2022) ve sonbahar (Eylül-Kasım 2022) dönemlerine ait genel çim kalitesi ve kontrol parsellerine göre meydana gelen değişim (%). 60

Çizelge 4.12. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açıkta (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin yaz (Haziran-Ağustos 2023) dönemine ait genel çim kalitesi ve kontrol parsellerine göre meydana gelen değişim (%). 64

1. GİRİŞ

Çim alanlar estetik ve fonksiyonel katkılarıyla hiç şüphesiz sürdürülebilir ve sağlıklı yaşam alanlarının önemli bir bileşenidir. Çimler ev bahçelerinden parklara, piknik alanlarından futbol ve golf sahalarına kadar çok farklı amaçlara hizmet eden yeşil alanlarda kullanım bulmaktadırlar. Öte yandan parklar, ev bahçeleri ve diğer peyzaj alanlarındaki çimlerin %25 veya daha fazla bölümü düşük ışık yoğunluğu ve optimumdan uzaklaşan ışık kalitesi sunan gölge stresine maruz kalmaktadır (Beard, 1973). Çim bitkileri genellikle güneşli ortamlarda daha iyi gelişirler. Güneşli açık bir alana karşın gölgede çim alan tesis etmek ve sürdürebilmek daha fazla emek, yoğun bakım ve bütçe gerektirir (Sladek 2009). Gölge koşullar bitkinin ihtiyacı olan fotosentetik aktif radyasyonu (PAR) düşürerek ve ışık kalitesini değiştirerek fotosentez kabiliyetini ve ışığa bağlı büyüme ve gelişimsel tepkileri (fotomorfogenesis) etkilemektedir (Bell vd. 2000). Yapılan araştırmalar düşük ışık yoğunluğunun çimlerde fotosentetik kapasitenin ve genel çim kalitesinin düşmesine, karbonhidrat rezervlerinin tükenmesine (Schmidth and Blaser, 1967; Winstead and Ward, 1974) ve ardından bitkilerin ölümüne neden olabilmektedir. Gölge koşullar altında büyüyen çimlerde en sık karşılaşılan morfolojik değişiklikler; yaprak ve gövde kalınlığında incelme, yaprak uzunluğu ve genel bitki boyunda artış, düşük çim yoğunluğu, daha uzun boğumlar arası mesafesi, kardeşlenme oranında düşme, daha dikine büyüme karakteri ile tarif edilmektedir (Beard, 1973; Dudeck ve Peacock, 1992; McBee ve Holt, 1966; Wherley vd. 2005). Kök büyüme ve gelişimini de olumsuz etkileyen gölge koşulları çim örtüsünün seyrrelmesine neden olmakta ve bitkinin diğer stres koşullarına olan toleransını da düşürmektedir (Bell et al 2000).

Gölge toleransı açısından çim türleri ve hatta çeşitleri arasında önemli genetik farklılıklar mevcuttur. Düşük ışık koşulları özellikle hassas tür ve çeşitlerinde büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkileyerek önce çim kalitesinde kayba ve ardından bitki ölümüne kadar götürmektedir (Barrios vd., 1986; Jiang vd., 2004; McBee ve Holt, 1966; Peacock ve Dudeck, 1981; Tegg ve Lane, 2004). *Zoysia* çimleri (*Zoysia* spp) dünyanın sıcak ve geçiş iklim bölgelerinde yaygın kullanılan çim türlerinden biridir. *Zoysia* çimlerinin düşük ışık koşullarına karşı iyi bir dayanım gösterebildiği bildirilmektedir (Morton vd., 1991; Qian ve Engelke, 1999; Qian vd., 1998). *Z. japonica*, *Z. matrella* ve *Z. pacifica* *Zoysia* cinsi içerisinde çim amaçlı kullanılan en önemli türlerdir (Engelke ve Anderson, 2003). Tohum ve vejetatif yöntemlerle tesis edilen *Zoysia* çimleri rizom ve stolonlarıyla yayılır ve kaliteli homojen görüntüde çim alanlar oluştururlar (Emmons 2000). Pek çok çim türlerine kıyasla daha az bakım (biçim, gübreleme ve yabancı ot ve hastalık mücadelesi) gerektirmeleri nedeniyle zoysia çimleri sürdürülebilir yeşil alanlar için önemli bir alternatif sunmaktadırlar. Ülkemizde başta Akdeniz sahil kuşağı olmak üzere sıcak ve geçiş iklim bölgelerinde en fazla kullanılan tür Bermuda çimidir. Ancak gölge stresine dayanımı oldukça düşük olan Bermuda çimi gölge ve yarı gölge koşullar altındaki yeşil alanlarda kolayca strese girerek zamanla alandan kaybolabilmektedir. Bu soruna bir çözüm olarak gölge dayanımı nispeten daha iyi olan bazı serin iklim çim türlerinin Bermuda çimi tohumu ile karıştırılarak kullanıldığı görülmektedir (Severmutlu vd. 2011). Ancak yaz aylarında çok yüksek sıcaklıkların hâkim olduğu sahil bölgelerinde gölge alanlarda kullanılan bu karışımlarda serin iklim çim türlerinin sıcaklıklardan kolayca strese girerek öldüğü ve bermuda çimlerinin ise gölge stresi nedeniyle zayıf geliştiği ve alandan seyreldiği bildirilmektedir (Sever Mutlu, 2022). Çim alanın kısa süre sonra yenilenmesini gerektiren bu durum ise yeşil alan bakım maliyetlerini önemli ölçüde

arttırmaktadır. Bu bakımdan gölge dayanım iyi *Zoysia* çimi çeşitleri sıcak ve geçiş iklim bölgelerinde tesis edilecek yeşil alanlarda kullanım için önemli bir alternatif sunmaktadır (Severmutlu vd., 2011). *Zoysia* çiminde tür ve çeşitleri arasında gölgeye tolerans açısından önemli genetik varyasyon vardır (Sladek vd., 2009). Nitekim *Zoysia* çimi üzerine yapılan önceki çalışmalarda gölge stresinin bazı tür ve çeşitlerinde büyüme ve gelişmeyi engellediği ve çim kalitesini düşürdüğü bildirilmiştir (Sladek vd., 2009) *Zoysia* çimleri içinde gölge dayanımı en yüksek ve düşük olan türlerinin sırasıyla *Z. matrella* ve *Z. japonica* olduğu bildirilmiştir (Fry ve Huang (2004). Türler arası melezlemeler yapılarak bu iki türün en üstün özelliklerini bir araya getiren hibrit çeşitlerin geliştirilmesi *Zoysia* çimi ıslahında kullanılan temel yöntemlerden biridir (Engelke ve Anderson, 2003). *Z. japonica* türü alanda en hızlı tesis olan , düşük sıcaklık ve kuraklık dayanımı en iyi türdür (Beard, 1973). Öte yandan diğer *Zoysia* türlerine göre daha zayıf gölge toleransı, oldukça kaba yapısı ve yeşil rengini kışın koruyamaması ise arzu edilmeyen özellikleridir. Gölge toleransı iyi olan *Z. matrella* ise çok daha ince yaprak ve stolon tekstürü ile çok daha yüksek çim kalitesi oluşturmakta ancak alanda çok yavaş tesis olması ise arzu edilmeyen özelliğidir. *Z. japonica* ve *Z. matrella* türleri arasında yapılan melezleme çalışmaları ile gölge toleransı iyi, kuraklık dayanımı yüksek, hızlı tesis olabilme özelliğine sahip yeni çeşitlerin geliştirilmesi hedeflenmektedir (Okeyo 2011). Aralarında türler arası melezleme ile geliştirilmiş hibrit çeşitleride içeren *Zoysia* çimleri ile yürütülen araştırmalarda, çim kalitesi, yeşil alan oluşturma hızı ve farklı abiyotik ve biyotik streslere dayanım açısından zoysia çeşitleri arasında önemli farklılıklar olduğu ortaya konmuştur (Sladek, 2009). *Zoysia* çimi çeşitlerinin gölge toleransını araştıran Trappe ve ark (2011) Cavalier, Diamond, El Toro, Palisades, ve Zorro çeşitlerinin %50 gölge koşullarında daha iyi performans gösterdiklerini bildirmiştir. Araştırmacılar *Z. japonica* 'Meyer' çeşidinin gölge koşullara orta derecede 'Zenith' çeşidinin ise düşük dayanım gösterdiğini rapor etmişlerdir. Qian ve Engelke (1999a) arazide % 81 gölge koşullarda *Z. matrella* 'Diamond' çeşidinin çim kalitesini koruyabildiğini rapor etmiştir. Sladek vd., (2009) sera ortamında farklı gölgeleme koşulları (%0, 50, 90) altında yürüttükleri çalışmada; *Z. matrella* çeşitleri 'Shadow Turf' ve 'Diamond'ın % 50 gölgeleme altında *Z. japonica* çeşidi 'Meyer'den daha iyi gelişme gösterdiği ve kabul edilebilir çim kalitesini sağladığını bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar hiçbir *Zoysia* çeşidinin %90 gölge altında kabul edilebilir çim kalitesine ulaşamadığını bildirmişlerdir.

Bu tez çalışması kapsamında Akdeniz Üniversitesinde türler arası melezleme yöntemiyle geliştirilen, üstün çim kalitesi ve kuraklık dayanımıyla öne çıkan yerli hibrit zoysia (*Zoysia japonica* x *Zoysia matrella*) çimi çeşit adaylarının arazi koşullarında gölge toleranslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Olgun çim örtüsüne sahip (ortalama 2 yıl) çim parsellerinin üzerine %70 gölgeleme filesi çekilerek, çeşit adaylarının gölge koşullar altında genel çim kalitesi, morfolojik ve fizyolojik özelliklerindeki değişim aynı lokasyonda gölgeleme örtüsü bulunmayan açıkta güneş altında yetişen bitkileriyle (kontrol) karşılaştırılmıştır. Gölge stresi altında kabul edilebilir çim kalitesi ve örtüsü sağlayan ve şahit çeşitlere göre eşdeğer ve üstü performans gösteren yerli çeşit adayları tespit edilmiştir. Seçilen hibrit *Zoysia* çimleri, gölge koşullara sahip yeşil alanlarda kullanıma uygun ümitvar çeşit adayları olarak belirlenmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

Zoysia çimi, Poaceae (Buğdaygiller) familyasına ait olup, sıcak iklim koşullarına uyum sağlamış çok yıllık ve yayılıcı çim türlerini kapsamaktadır. *Zoysia* cinsi (*Zoysia* Willdenow [Willd.]), Batı Pasifik kıyıları ile Hint Okyanusu'na özgü doğal yayılışa sahip olup, cins içerisinde toplam 11 tür yer almaktadır: *Z. japonica* Steudel, *Z. macrantha* Desvaux, *Z. macrostachya* Franchet & Savatier, *Z. matrella* (L.) Merrill, *Z. minima* (Colenso) Zotov, *Z. pacifica* (Goudswaard) Hotta & Kuroki, *Z. pauciflora* Mez, *Z. planifolia* Zotov, *Z. seslerioides* (Balansa) Clayton & Richardson, *Z. sinica* Hance ve *Z. tenuifolia* Thiele.

Zoysia türlerinin çim alanlarda kullanımı, temel olarak *Z. japonica*, *Z. matrella*, *Z. pacifica* ve bu türler arasında yapılan melezlerle sınırlıdır. Özellikle *Z. japonica* × *Z. matrella* ve *Z. japonica* × *Z. pacifica* melezleri, ticarete konu olan çeşitlerin büyük kısmını oluşturan türler arası ara formlardır. Ayrıca, *Z. macrantha* türüne ait tescillenmiş bir çeşitte bulunmaktadır ve bu çeşit günümüzde Avustralya'da ticari olarak pazarlanmaktadır (Layt, 2011). Bunların dışında özellikle son yıllarda *Z. minima* türü ıslah programlarına dahil edilmiştir. *Z. minima* kısa biçim yüksekliğine dayanıklı, ince dokulu çimlerin geliştirilmesi amacıyla *Z. matrella* ile çaprazlanmaktadır.

Zoysia çimi çeşitleri literatürde fenotipik özelliklerindeki (yaprak, stolon ve rizomlarda) gözlemlenen farklılıklara göre eğer kaba yapıya sahipse 'japonica tipi', orta-ince yapıda ise 'matrella tipi' ya da oldukça narin tekstürde ise 'ince yapraklı *Zoysia* çimleri/pasifica tipi' şeklinde adlandırılmaktadır. Nitekim *Z. japonica*, *Z. matrella* ve *Z. pacifica* türleri, morfolojik özelliklerine göre birbirlerinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Beard, 1973; Anderson, 2003). Türlerin ayırt edici bazı morfolojik özellikleri aşağıda özetlenmiştir (Anderson, 2003):

Z. pacifica: Yaprak ayaları yaklaşık 0,5 mm genişliğindedir. Çiçek başağı (spike) 3 ila 12 başakçıktan (spikelet) oluşur. Çiçek sapları, yaprak kılıflarının yaklaşık 1 cm ötesine kadar uzanmakta ya da kılıflar içerisinde kalmaktadır.

Z. japonica: Çiçek sapları (bir çiçek başağındaki tek çiçeğin sapı) 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. Yaprak ayaları hafifçe yükselen (yataydan dikey pozisyona geçen), düz ya da kenarları içe doğru kıvrılmış formdadır.

Z. matrella: Çiçek sapları 0,6 ila 1,6 mm uzunluğundadır. Başakçıklar mızrak şeklinde olup 0,6–1,0 mm genişliğindedir. Sap boğum araları 5 ila 40 mm arasında değişmekte olup bazı örneklerde 14 cm'ye kadar ulaşabilmektedir. Yaprak ayaları açık pozisyonda (yayılmış, dik), involüt (içe kıvrılmış) ya da düz formdadır.

Zoysia türleri, yaprak genişliği, bitki boyu, sürünücü yapısı (stolon ve rizom) ve çim örtüsü yoğunluğu açısından da birbirlerinden farklılık göstermektedir. Morfolojik olarak en kaba yaprak yapısına sahip tür *Z. japonica* olup, yaprak genişliği 2.5 mm'den

fazladır. Bunu, sırasıyla *Z. matrella* (1.5–2.5 mm) ve *Z. pacifica* (<1.5 mm) türleri takip etmektedir (Patton vd., 2017). Diğer türlerine göre oldukça yavaş tesis olan *Z. pacifica*, ince yaprak yapısı ve yüksek yoğunluktaki çim örtüsü ile peyzaj alanlarında daha ziyade küçük alanlarda ve estetik amaçlı kullanılmaktadır (Irkörücü, 2018). Buna karşılık, *Z. japonica* iri yaprak yapısı ve kaba rizom ve stolon yapıları sayesinde hızlı yayılma gösterebilmekte, toprak yüzeyi ve altında homojen bir örtü oluşturabilmektedir (Patton vd., 2006).

Zoysia cinsi, adını 18. yüzyıl bilim adamı Avusturyalı botanikçi Karl von Zois'ten almaktadır ve Doğu Asya ile Pasifik Adaları kökenli olup sonradan Amerika Birleşik Devletleri'ne tanıtılmıştır. Örneğin, bazen Japon ya da Kore çimi olarak da adlandırılan *Z. japonica*'nın 1890'lı yılların ortalarında Çin'in Manchurya bölgesinden getirildiği bildirilmektedir. *Z. matrella* ise 1912 yılında ABD Tarım Bakanlığı (USDA) botanikçisi C.V. Piper tarafından Filipinler'den tanıtılmıştır ve bu nedenle zaman zaman "Manilagrass" olarak da anılmaktadır. Zoysia çiminin tarihine dair yapılan diğer bazı araştırmalar, *Z. matrella*'nın 1892'de Japonya'dan, *Z. japonica*'nın ise 1894'te Kore'den getirilmiş olabileceğini öne sürmüştür. Üçüncü tür olan ve yaygın olarak "Kore kadife çimi" ya da "Mascarene çimi" olarak bilinen *Z. pacifica* ise muhtemelen Hint Okyanusu'ndaki Mascarene Adalarından veya USDA araştırmacısı David Fairchild tarafından 1902'de Japonya'nın Yokohama kentinden getirilen bir bitki koleksiyonuna (tanıtım numarası: 9299) dayanmaktadır (Anderson, 2003). İlk olarak *Z. tenuifolia* adıyla tanımlanan bu ince dokulu tür, günümüzde *Z. pacifica* olarak bilinmektedir.

Zoysia cinsinin dünya genelinde bilinen türleri arasında *Z. japonica*, *Z. matrella* ve *Z. tenuifolia* yer almaktadır. Zoysia türleri hem stolon hem de rizomları ile bulundukları alanda yayılma yeteneğine sahip olup, bu özellikleri sayesinde yoğun ve homojen yapıda çim örtüleri oluşturabilmektedirler (Patton vd., 2017).

Genetik orijin merkezi Japonya, Kore ve Çin'in kıyı bölgeleri olan *Z. japonica*, iri yaprak yapısı ve yüksek kuraklık toleransı ile dikkat çekmektedir. *Z. japonica*, yoğun bir kök sistemi, sert ve sık yapılı yapraklar ile geniş, sürünücü stolonlara sahip, ılıman iklim bölgelerinde yetişen çok yıllık otsu bir bitkidir (Yoshiyuki, 2019). Güçlü sürgün oluşturma kapasitesi sayesinde kuraklık koşullarına ve düşük verimliliğe sahip topraklara karşı yüksek düzeyde adaptasyon göstermektedir. Bu adaptif özellikleri sayesinde *Z. japonica*, dünya genelinde en yaygın kullanılan çim türlerinden biri haline gelmiş olup, özellikle spor sahaları ve kentsel yeşil alanların çimlendirilmesinde tercih edilmektedir (Yang & Guo, 2018).

Daha ince yaprak dokusuna sahip olan *Z. matrella*, özellikle estetik görünümün yüksek çim kalitesinin ön planda olduğu golf sahaları ve peyzaj alanlarında tercih edilmektedir. Yüksek tuzluluk toleransına sahip olması nedeniyle kıyı bölgelerinde ve tuzlu topraklarda başarılı bir şekilde yetiştirilebilmektedir (Dunn vd., 1999; Magni vd., 2017). *Z. tenuifolia* ise en ince yaprak yapısına sahip tür olarak dekoratif amaçlı

kullanımlarda öne çıkmaktadır. Yavaş büyüme hızı ve sık dokulu yapısıyla karakterize edilen bu türün bakım gereksinimleri diğer türlere göre daha fazladır ve özellikle sıcak iklimlerde daha iyi performans göstermektedir (İrkörücü, 2018).

Zoysia çimleri, düşük sulama ve gübre gereksinimleri (Braun ve Bremer, 2018, 2019; Christians vd., 2017), yavaş büyüme hızları (Busey ve Myers, 1979; Trappe vd., 2011a, 2011b) ve yabancı ot istilasına karşı dirençleri (Patton ve diğerleri, 2017) nedeniyle düşük bakım (daha az su, gübre, biçme, pestisit kullanımı) isteyen çevreci çimler olarak görülmektedirler. Nitekim yürütülmüş farklı araştırmalar *Zoysia* çimlerinin, genel bir grup olarak, sıcaklık ve kuraklık stresine (Du vd., 2008, 2009), gölge stresine (Baldwin vd., 2009; Peterson vd., 2014; Qian & Engelke, 2000; Trappe vd., 2011c; Wherley vd., 2011) ve tuz stresine (Qian vd., 2000) karşı iyi bir toleransa sahip olduklarını ancak türleri arasında tolerans seviyelerinde farklılıklar olduğunu bildirmektedir (Pattone vd., 2017).

Zoysia türleri tohum veya vejetatif yöntemlerle çoğaltılabilmektedir. Tohumla çoğaltma daha çok *Z. japonica* türünde tercih edilirken, *Z. matrella* ve *Z. pacifica* türlerinde düşük tohum verimi nedeniyle rizom, stolon ve sod gibi vejetatif yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır (İrkörücü, 2018). Sulama, biçim ve gübreleme açısından bakım gereksinimleri düşük olan bu türlerin, sürdürülebilir peyzaj uygulamaları için avantaj sağladığı bildirilmektedir (Richardson vd., 2003).

Stolon ve rizomlarda bulunan nodlardan gelişen yapraklar ve gövdeler genellikle yaklaşık doksan derecelik açıyla dik büyümekte olup, bu özellik başta *Z. japonica* olmak üzere zoysia çimlerinin üstün duruş yoğunluğuna ve kalitesine önemli katkı sağlamaktadır (Patton vd., 2006). Yapraklar ve gövdeler, yüksek lignin ve hemiselüloz içeriği nedeniyle oldukça serttir; bu sertlik bitkinin aşınmaya/basılma ve çiğnenemeye (trafik stresi) karşı toleransına katkı sunmaktadır (Duble, 1989). Öte yandan yanal gövdelerin büyüme hızı, Bermuda çimi (*Cynodon spp.*) ve yengeç çimine (*Stenotaphrum secundatum*) kıyasla daha yavaş olduğu için *Zoysia* türlerinin biyotik ve abiyotik streslere (hastalık ve zararlılar, trafik stresi, kuraklık stresi vb) bağlı zararlar sonrası iyileşme (rejenerasyon) süresi daha uzundur (Magni vd., 2017). Özellikle *Z. japonica* sonbahar sonları veya kış başlarında azalan hava ve toprak sıcaklıkları nedeniyle dormansi (uyku) evresine girerken altın-kahverenginde renk değişimi göstermektedir (Patton ve Reicher, 2007). Bu durum türün özellikle ılıman iklim bölgelerinde çok daha yaygın kullanımının önündeki en büyük engeldir.

Zoysia çiminin karakteristik özelliklerinden biri, uygun olmayan bakım koşullarında kalın bir keçe tabakası geliştirme eğilimidir. Keçe, toprak yüzeyinde bulunan ve sıkıca iç içe geçmiş canlı ve çürüyen gövde, yaprak ve kök kalıntılarından oluşan bir tabakadır. Yüzey suyunun toprağa geçişini kolaylaştırmak ve bitkilerin sağlıklı köklenmesini desteklemek amacıyla keçe tabakasının yaklaşık 1-3 cm kalınlığa ulaştırılmasında mekanik olarak temizlenmesi önerilmektedir (Richardson vd., 2003). Bu

olumsuzluğun önlenmesi amacıyla aşırı azotlu gübreleme uygulamalarından kaçınılması ve düzenli biçim yapılması önerilmektedir (Duble, 2001).

Yaprakların rengi türlere göre yeşilin farklı tonlarında değişmekte olup, özellikle *Z. matrella* türlerinde daha parlak ve estetik bir görünüm ön plandadır (Duble, 1989). Bu morfolojik farklılıklar türlerin kullanım alanlarını da doğrudan etkilemektedir. Örneğin *Z. matrella* golf sahalarının tee-box bölgelerinde tercih edilirken, *Z. japonica* spor sahaları ve kamu peyzajlarında yaygın kullanım bulmaktadır (Magni vd., 2017).

Zoysia çimlerinin optimal büyüme ve gelişme sıcaklığı 27–35 °C arasındadır. Bu nedenle tropik ve subtropik iklim koşullarında yüksek fizyolojik verimlilik göstermektedirler (Xie, 2015). Fotosentez için C4 fotosentez yolağını kullanmaları, sıcak ve kurak ortamlarda etkili fotosentetik performans göstermelerine ve CO₂ bağlamak için serin iklim çim türlerine göre daha az su tüketmelerini mümkün kılmaktadır (Richardson vd., 2003; Taiz ve Zeiger, 2023). Ayrıca C4 mekanizmaları azotuda daha etkin kullanmalarına imkan vermektedir. Zoysia çimleri, Bermuda çimine kıyasla daha az azot (N) girdisi gerektirir (Beard, 1973). ABD Tennessee'de yapılan uygulamalarda, ortalama 4 cm yükseklikten biçilen konut bahçelerinin çim alanlarında m² başına yıllık azot uygulamasının 10 g'ı aşmaması önerilmektedir (Duble, 1989). İlkbaharda yapılan ilk azot uygulaması (genellikle mayıs ortası ile haziran ortası arasında), kış dormansisinden çıkışı teşvik ederken, yaz aylarında yapılan ikinci uygulama (temmuz ortası ya da sonu) büyüme sezonunun devamı ve stolon ve rizom gelişimi için gerekli besin desteğini sağlamaktadır. Zoysia türleri, çok çeşitli toprak tiplerine adapte olabilmekte ve bu yönüyle peyzaj uygulamaları açısından esnek kullanım potansiyeli sunmaktadır. Optimal gelişim, hafif asidik pH aralığında (6.0–6.9) sağlanmakta olup, azotun yanı sıra fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), kükürt (S) ve bor (B), klor (Cl), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn), molibden (Mo), nikel (Ni) ve çinko (Zn) gibi makro ve mikro besin elementlerinin uygun miktarlarda bulunması önem arz etmektedir (Trenholm vd., 2012).

Zoysia türleri, geniş adaptasyon kapasiteleri sayesinde değişik çevresel koşullara başarılı şekilde uyum sağlamaktadır. Özellikle *Z. japonica*, sıcak ve geçiş iklim kuşaklarında gösterdiği dayanıklılık ile ön plana çıkmaktadır (Patton vd., 2006). Bu tür, soğuk iklim koşullarında daha erken dormansiye girerek zarar görmeden kışı geçirmekte ve ilkbaharda yeniden aktif büyümeye geçebilmektedir (Patton ve Reicher, 2007). Soğuk toleransı sayesinde *Z. japonica*, sadece tropikal değil, deniz ve karasal iklim arasında kalan geçiş bölgelerinde de ideal bir çim türü olarak kullanılabilir (İrkörücü, 2018).

Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak her yıl daha şiddetli ve uzun süren kuraklık stresi tüm dünyada etkisini hissettirmekte ve yeşil alanlar üzerinde önemli bir baskı oluşturmaktadır. Bu bakımdan yeşil alanların önemli bir parçası olan çim alanlarda kuraklık dayanımı çok iyi olan tür ve çeşitleri kullanmak elzemdir. Başta *Z. japonica* olmak üzere zoysia çimleri kuraklık gibi çevresel stres koşullarına karşı yüksek tolerans

gösterme kapasitesine sahiptir (Patton vd., 2006). Kuraklık koşullarında bitkiler genellikle bir hafta içerisinde dormansiye girerek stres koşullarına yanıt verirler; bu durumda yeşil aksamalarını kaybederek (klorofillerin parçalanması neticesi) metabolik faaliyetlerini sınırlandırır. Ancak sulama ya da yağış tekrar başladığında, hızlı şekilde aktif büyümeye geçer ve yeşil renklerini geri kazanırlar (Richardson vd., 2003).

Zoysia çimleri genel olarak diğer çim türlerine göre daha az zararlı ve hastalık problemine sahiptir (Patton, 2009). Öte yandan Zoysia çim türü ile oluşturulmuş alanlarda da bazı entomolojik ve fitopatolojik sorunlar gözlemlenebilmektedir. Bu türün başlıca böcek zararlıları arasında sonbahar kurdu (*Spodoptera frugiperda*), Japon böceği (*Popillia japonica*), Mayıs-Haziran böcekleri (*Phyllophaga* spp.) ve güney maskeli böcek (*Cyclocephala lurida*) gibi farklı Scarabaeidae familyasına ait türlerin larvaları yer almaktadır (Potter & Braman, 1991). Bu larvalar, özellikle kök bölgesinde zarar oluşturarak çim kalitesini ve gelişimini olumsuz etkilemektedir. Fungal patojenlerden *Rhizoctonia solani*'nin neden olduğu “büyük yama hastalığı” (large patch), Zoysia türleri için en yaygın ve ciddi hastalık etmenlerinden biridir. Bu hastalık, özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında, toprak sıcaklığının 15–30 °C arasında olduğu dönemlerde daha şiddetli görülmektedir (Smiley vd., 2005).

Zoysia çimleri özellikle *Z. japonica* yabancı otları diğer çim türlerine göre çok daha iyi baskılamakta ve herbisit kullanımını önlemekte ve/veya önemli ölçüde azaltabilmektedir. Öte yandan özellikle tesis aşamasında iken rekabet oluşturan bazı kalıcı otsu yabancı otlar ciddi sorunlar teşkil edebilmektedir. Bunlar arasında özellikle çok hızlı yayılan Bermuda çimi (*Cynodon* spp.) ve pembe bulut otu (*Muhlenbergia schreberi*) gibi sıcak iklim (C4) türleri yer almakta olup, bu türler Zoysia çimlerinde istilacı özellik göstererek alanı hızla kaplayabilirler. Ayrıca Zoysia çiminin aktif büyümediği dönemlerde *Poa annua*, yaygın yıldız çiçeği (*Stellaria media*), ve tavuk otu (*Lamium amplexicaule*) gibi kışlık tek yıllık geniş yapraklı yabancı otlar da çim örtüsünde istenmeyen yoğunluklara ulaşabilmektedir. Bu yabancı otların yaygın görüldüğü bölgelerde kontrolü için çeşitli ön ve çıkış sonrası herbisit uygulamaları önerilmektedir. Ön çıkış herbisitleri, yabancı ot tohumlarının çimlenmesinden önce, yaz sonu veya erken sonbahar dönemlerinde uygulandığında özellikle etkili sonuçlar vermektedir. Benzer şekilde, ilkbahar başında veya kış sonunda yapılan uygulamalar da yazlık yıllık ve çok yıllık geniş yapraklı otların çıkışını engelleyebilmektedir (Dernoeden, 2012; McCarty & Van Dyke, 2010).

Genel olarak Zoysia türlerinin tuzluluk stresine karşı serin iklim çim türlerinden daha yüksek direnç gösterdiği ve özellikle *Z. matrella* türü özelinde sıcak iklim çim bitkileri grubunda *Paspalum vaginatum*’dan sonra geldiği bilinmektedir (Dunn vd., 1999; Patton, 2009). Zoysia türleri genel olarak tuzluluğa karşı orta-yüksek düzeyde toleranslı olarak sınıflandırılmaktadır (Beard & Beard, 2005). Ancak bu tolerans düzeyi türler arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Örneğin, *Z. matrella* yüksek düzeyde tuz toleransı sergilerken, *Z. japonica* daha duyarlı bir tür olarak değerlendirilmektedir

(Marcum & Murdoch, 1994; Loch vd., 2006). Bu farklılığın temelinde, genotiplerin özel tuz bezleri aracılığıyla tuzları yaprak yüzeyinden dışarı atabilme kapasiteleri yatmaktadır (Marcum & Murdoch, 1990). Söz konusu tuz bezlerinin yoğunluğunun artması, bitkinin tuz stresine karşı gösterdiği toleransı da artırmaktadır (Marcum vd., 1998). *Zoysia* türleri arasında gözlenen bu tuzluluk toleransı farklılıkları, doğal olarak adapte oldukları habitatlarla yakından ilişkilidir. Kıyı bölgelerine özgü *Z. matrella* ve *Z. macrostachya*, ana karaya özgü *Z. japonica*'ya kıyasla daha yüksek tuz toleransı göstermektedir (Loch, 2015). Türler arası ve içi görülen genetik bu çeşitlilik, *Zoysia* türlerinde tuza dayanıklı yeni çeşitlerin geliştirilmesi açısından önemli bir genetik kaynak sunmaktadır. Marcum ve ark. (1998), bu doğal varyasyonun, özellikle tuzlu toprak koşullarında başarıyla yetiştirilebilecek çim çeşitlerinin geliştirilmesi açısından yüksek potansiyel taşıdığını belirtmişlerdir.

Zoysia çimi, aşınmaya karşı (basılma ve çiğnenme/trafik stresi) yüksek düzeyde tolerans göstermesiyle tanınmaktadır (USGA Green Section, 1945; Youngner, 1961a; Beard & Beard, 2005; Lulli vd., 2012). Bu tolerans, bitkide bulunan yüksek lif oranı, hemiselüloz (Washburn & Seamans, 2012; Trappe, 2015) ve lignin içerikleri ile doğrudan ilişkilidir (Lulli vd., 2012). Ayrıca, *Zoysia* çiminde gövde yoğunluğu ve sürgün sıklığı gibi morfolojik özellikler, bu türün hem aşınma toleransını artırmakta hem de yırtılmaya karşı direncini güçlendirmektedir (Lulli vd., 2012; Trappe vd., 2011c). *Zoysia* türleri arasında aşınma toleransına ilişkin çeşitli karşılaştırmalı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların birinde, *Z. matrella*'nın *Z. japonica*'ya kıyasla daha yüksek yırtılma direncine sahip olduğu bildirilmiştir (Trappe vd., 2011c).

Ekim ve dikim sonrası çim bitkisinin alanda çok hızlı yayılarak kısa sürede yeşil alan oluşturabilmesi arzu edilen en önemli özellikler arasındadır. Hızlı tesis olma kapasitesi nedeniyle *Z. japonica* yeni tesislerde öncelikli olarak kullanılmakta; daha yüksek estetik ve gölge toleransı sunan ancak genetik olarak daha yavaş yayılan *Z. matrella* ise daha ziyade gölge stresinin yaşandığı yeşil alanlarda ve yüksek çim kalitesinin arandığı diğer peyzaj tasarımlarında tercih edilmektedir (Magni vd., 2017). Öte yandan alanda tesis olmuş çim bitkisinin dikey yönde yavaş büyümesi biçim maliyetlerini düşürmesi nedeniyle arzu edilir. *Zoysia* çiminin büyüme hızına benzer şekilde, soğuk dayanıklılığı da hem avantaj hem de dezavantaj teşkil eden bir özelliktir. Türler arasında soğuk toleransı bakımından anlamlı farklılıklar bulunmakta olup bu tolerans genellikle *Z. japonica* > *Z. matrella* > *Z. pacifica* sıralaması ile ifade edilmektedir (Forbes, 1952; Patton & Reicher, 2007). Bu sıralamanın, söz konusu türlerin doğal yayılış bölgeleri dikkate alındığında beklenen bir durum olduğu belirtilmiştir. Nitekim *Z. japonica* Kore ve Japonya gibi ılıman iklim bölgelerine, *Z. matrella* hem ılıman hem de tropik iklim kuşaklarını kapsayan geniş bir Asya coğrafyasına, *Z. pacifica* ise yalnızca tropikal kuşaktaki Pasifik Adaları'na özgüdür (Engelke & Anderson, 2003; Tanaka vd., 2016b). *Z. japonica*, diğer *Zoysia* türlerine kıyasla daha yüksek düzeyde soğuk dayanıklılığı göstermesine rağmen, Patton ve Reicher (2007) tarafından yapılan çalışmalarda, tür içi genetik varyasyonunda yüksek olduğu ve farklı çeşitlerin donma

sıcaklıklarına ve kış zararlanmasına verdikleri tepkiler arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Zoysia çeşitleri tarihsel olarak morfolojik özelliklerine (yaprak genişliği, çiçek başağı yapısı vb.) göre *Z. japonica*, *Z. matrella* ya da *Z. pacifica* türleri altında sınıflandırılmıştır. Ancak Kuzey Carolina Eyalet Üniversitesi, Florida Üniversitesi, Amerika Birleşik Devletleri Tarım bakanlığı (USDA) ve Blue Moon Farms LLC tarafından yürütülen yeni moleküler düzeydeki moleküler genetik analizler, bu türler altında sınıflandırılan çeşitler arasında genetik bağlantılar bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu araştırma kapsamında *Z. japonica*, *Z. matrella*, *Z. macrostachya*, *Z. minima* ve *Z. sinica* türlerine ait olduğu belirtilen toplam 62 çeşit ve koleksiyonluk materyal kullanılarak bir soyağacı oluşturulmuştur. DNA markırları kullanılarak yapılan genetik analizler sonucu tüm materyaller üç genetik kümede sınıflandırılmıştır. Bu kümeler:

Küme I: *Z. japonica*, *Z. macrostachya* ve *Z. sinica* türlerini içerir.

Küme III: *Z. matrella* türlerini kapsar.

Küme II: *Z. japonica* × *Z. matrella* melezlerini kapsar. Bu küme de iki alt gruba ayrılmaktadır:

Melez I: *Z. japonica* genetik materyalini baskın olarak taşır.

Melez II: *Z. matrella* genetik materyalini baskın olarak taşır.

Bu bulgular, bitki ıslahçılarına türler arası faydalı özelliklerin birleştirildiği çeşitler geliştirme olanağı sağlanabildiğini göstermiştir. Zoysia çimlerinde yeni çeşitlerin geliştirilmesine yönelik ıslah çalışmaları başta ABD olmak üzere dünya genelinde sürdürülmektedir. Tohumlu çeşitlerin daha az olduğu ve geliştirilen çeşitlerin büyük bir kısmının vejetatif yapıda oldukları görülmektedir. ABD geliştirilen /ticarete konu olan çeşitlerin tescile konu oldukları tarih ve önemli bazı özellikleri şöyle sıralanabilir:

- Cavalier (1996): *Z. matrella* türünün bir çeşididir. Uzun ve ince yapraklara sahiptir. Tuz ve yoğun yaya trafiğine dayanıklıdır. Palisades gibi gölge toleransı yüksektir. Sonbahar yeşil kurtları (*Spodoptera frugiperdave*) mantari yaprak leke hastalıklarına karşı dirençlidir.

- El Toro (1986): *Z. japonica* çeşididir. Meyer çeşidine benzemektedir ancak gölge toleransı daha iyidir, daha hızlı gelişir ve daha az yoğunluk gösterir.

- Emerald (1955): *Z. japonica* × *Z. pacifica* melezidir. Bu melezleme ile *Z. pacifica*'nın koyu yeşil rengi ve ince dokusu ile *Z. japonica*'nın soğuk dayanımı ve hızlı gelişme kabiliyeti birleştirilmiştir.

- Innovation: *Z. matrella* çeşidi Cavalier ile *Z. japonica* ekotipi ‘Chinese Common’ arasında geliştirilmiş bir melezdir. Soğuk dayanımı ve zararlılara karşı toleransı yüksektir.
- Lobo (2021): Kuzey Carolina Eyalet Üniversitesi tarafından tanıtılmıştır. *Z. japonica* × *Z. matrella* melezidir. Stres toleransı ve agresif yayılma kapasitesi ile dikkat çekmektedir.
- Meyer (Z-52) (1951): *Z. japonica*’ türünden geliştirilmiş bir çeşittir. İyi soğuk dayanımı ve yanal büyümesi ile bilimektedir.
- Palisades (1996): *Z. japonica*’ türünden geliştirilmiş bir çeşittir. Texas A&M Üniversitesi tarafından ıslah edilmiştir. İyi gölge toleransı ve rizom/stolon yapısı ile öne çıkmaktadır.
- Royal (2001): *Z. japonica* × *Z. matrella* melezidir. Texas A&M Üniversitesi tarafından ıslah edilmiştir. Tuz ve gölge toleransı yüksektir, kış uykusundan erken çıkmaktadır.
- Stadium: Bladerunner Farms tarafından tescillenmiştir. İnce-orta yaprak tekstürüne sahip bu çeşit yoğun ve hızlı yanal gelişme göstermektedir.
- Zeon (1996): *Z. matrella* türüne ait bir çeşittir. Kuraklık toleransı yüksektir, hem killi hem kumlu topraklara adapte olabilir. Golf sahaları için uygundur.
- Zorro (2001): *Z. matrella* türüne ait bir çeşittir. Tuz ve gölge toleransı yüksek, zararlılara dayanıklı, sınırlı soğuk dayanımına sahiptir.

Zoysia çiminin kullanımı ve özelliklerine ilişkin yapılan bilimsel çalışmaların tarihsel gelişimi, büyük ölçüde diğer önemli sıcak mevsim çim türlerinin gelişimiyle paralellik göstermektedir. Avrupa’da bu türe yönelik bilimsel çalışmalar, 1994 yılından itibaren İtalya’nın farklı bölgelerinde kurulan saha denemeleriyle sistematik bir biçimde başlatılmıştır (Volterrani vd., 1996). Mevcut literatüre göre, sıcak mevsim çim türleri ve özelde Zoysia spp. hakkında İtalyanca yazılmış ilk referans, Panella’nın 1972 tarihli çim ders kitabında yer almakta olup, bu bilgiler büyük ölçüde Amerika Birleşik Devletleri kaynaklıdır (Panella, 1972). 1990’lı yılların başına kadar Avrupa’da sıcak iklim çimlerinin yetiştiriciliği oldukça sınırlı düzeyde kalmıştır. Ancak 1994 sonrası İtalya’da yürütülen saha denemeleri ile Zoysia türlerinin farklı çevresel koşullara adaptasyonu ve çeşitlerin görece performanslarının değerlendirilmesi mümkün olmuştur. Bu çalışmalar, Akdeniz iklim kuşağına özgü sıcak-ılıman bölgelerde kullanılabilecek Zoysia tür ve çeşitlerinin seçiminde yol gösterici olmuştur (Magni vd. 2017). Türkiye’de de 1990’ların sonu ve 2000’li yılların başından itibaren Zoysia çimlerinin başta Akdeniz sahil kuşağı olmak üzere adaptasyon özellikleri ve kuraklık stresine tolerans düzeylerinin araştırılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır (Severmutlu vd., 2011). Gerek Avrupa ve gerek ABD’de izleyen dönemlerde yapılan çalışmalar, Zoysia çiminin 45° kuzey enlemine kadar uzanan daha serin iklim koşullarına adaptasyon potansiyelini incelemiştir. Bu süreçte, türün yavaş kurulum süreci önemli bir sınırlayıcı faktör olarak öne çıkmış ve

bu nedenle alternatif çim tesis yöntemleri ile farklı dikim desenlerinin araştırılmasına odaklanılmıştır (Magni vd., 2017; Patton vd., 2017). Diğer sıcak iklim çimlerinde olduğu gibi, özellikle ılıman kuşakta- geçiş iklim bölgelerinde kış aylarında dormansiye (uykuya) geçme özelliği, *Zoysia* çiminin kullanımında belirgin bir dezavantaj olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle, kış dönemine ilişkin yönetim stratejileri geliştirmek amacıyla sonbahar gübrelemesi ve kış bakımına yönelik çeşitli denemeler yürütülmüştür. Çakır (2020)' in Antalya'da gerçekleştirdiği çalışmada, potasyum silikat ve azot uygulamalarının Sonbahar-Kış dönemi *zoysia* çimi performansına etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, bu uygulamaların çim kalitesi, renk, yoğunluk ve klorofil içeriğini artırarak, çimin daha iyi performans göstermesine katkı sağladığını göstermektedir. Son yıllarda, *Zoysia* çiminin golf ve futbol gibi atletik sahalarda kullanım potansiyelinin belirlenmesine yönelik çalışmalar da artış göstermiştir. Bu bağlamda, özellikle *zoysia* çiminin futbol oyun karakteristiklerine uygunlukları incelenmiş ve ön bulgular, uzaktan algılama teknolojilerinin oluşan streslerin tespiti ve çim yönetiminde uygulanabilirliğini ortaya koyarak, bu yaklaşımın gelecek yıllarda umut vadeden bir teknik olduğunu göstermiştir (Magni vd., 2017; Patton vd., 2017).

Işık, çimlerin büyüme ve gelişimini doğrudan etkileyen temel çevresel faktörlerden biridir. Çimlerin büyüme potansiyeli, genellikle binalar, ağaçlar ve çalılar gibi yapısal engellerin oluşturduğu gölge nedeniyle sınırlanmaktadır. Bu bağlamda, gölge stresi, çim bozulmasının en yaygın nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Gölge fotosentezde aktif kullanılan ışık yoğunluğu (PAR) ve kalitesini düşürmek suretiyle bitkiler üzerinde stres oluşturmakta ve büyüme gelişmeyi olumsuz etkilemektedir (Taiz vd., 2023). Gölge stresi altında bitkilerin sahip oldukları tolerans seviyesine bağlı olarak ışık emilim miktarını arttırmak için toplam klorofil miktarını arttırmaya (özellikle klorofil b) çalıştıkları ve ayrıca ortamdaki ışık kalitesine ve yoğunluğuna bağlı olarak fotosistem II/ fotosistem I oranında ayarlamaya gitmek, yaprak morfolojisinde değişiklikler oluşturmak gibi farklı fizyolojik, biyokimyasal ve morfolojik mekanizmaları kullandıkları görülmektedir (Taiz vd., 2023). Gölge stresi altında çimlerde belirgin morfolojik ve fizyolojik değişiklikler meydana gelmektedir (Malik vd., 2014). Örneğin, *Poa pratensis* fidelerinde gölge uygulaması sonrası yaprak uzunluğunda artış, buna karşın yaprak genişliğinde azalma meydana gelmiştir (Fu vd., 2014). *Zoysia* çiminde ise, genel çim kalitesi ve bitki örtüsü endeksleri gölge stresi altında önemli derecede azalmış; klorofil içeriğinde düşüş görülmesine rağmen, klorofil a/b oranında anlamlı değişiklikler kaydedilmiştir (Zhang vd., 2016, Zhang vd., 2018). Araştırmacılar gölge stresi altında; fotosentez ışık reaksiyonlarının gerçekleştiği fotosistemlerin işlevsel bozukluk yaşadığına dikkat çekmiştir. Çimler gibi monokot yapıda olan çok yıllık çavdar otunda Fotosistem II'nin maksimum fotosentetik verimliliğinin, gölge stresi uygulaması sonrası belirgin şekilde azaldığı bulunmuştur (Dąbrowski vd., 2015).

Bitkisel hormonların seviyeleri ve interaksyonları bitkilerin gölge stresine verdiği yanıtlar üzerinde önemli etki oluşturmaktadır. Yoğun bitki örtüsü (örneğin ağaçlar) altındaki bitkiler genel ışık yoğunluğundaki azalmanın yanı sıra kırmızı dalga

boyunun (660 nm) uzak kırmızı (730 nm) dalga boyuna olan oranında (R/FR) bir azalma hissediler. Bu koşullar altında özellikle gölgeye hassas bitkilerde bu ışık sinyalleri yapraklar, meyveler, tohumlar vb. yerine, gövde benzeri dokuların (hipokotil, gövde boğum araları, yaprak sapı vb.) büyümesiyle ortaya çıkan bir dizi morfolojik değişikliği tetikler; buna gölgeden kaçınma sendromu (shade avoidance) denir (Yang & Li, 2017, Taiz vd.,2023). Gölgeden kaçınma ile ilişkili en yaygın fenotipik değişiklikler arasında hipokotil ve internod uzaması artışı ve yaprak saplarının uzaması sayılabilir. Uzun süreli gölgeye maruz kalma ise daha az dallanma/ kardeşlenme, erken çiçeklenme, zararlı böceklerle karşı artan duyarlılık ve tohum veriminin azalmasına neden olur (Yang & Li, 2017). Belirtilen gövde ve yaprak sapı uzamasında giberellin dışında oksin, brassinosteroid ve etilen de gereklidir. Sitokinin gölge yanıtlarında önemli bir diğer bitkisel hormondur. Gölge stresi altında stoma iletkenliği ve terleme oranının azaldığı yapraklarda, sitokininlerin azalan taşıma oranı fotosentetik kapasitenin azalmasına ve nihayetinde yaşlanmaya yol açar (Boonman ve Pons, 2007). Ayrıca gölgeden kaçınma mekanizmasında yapraklarda biriken oksin, sitokinin oksidaz ekspresyonunu uyararak sitokininleri parçalar ve yaprak büyümesini engeller (Yang & Li, 2017). Gölge ayrıca dallanma (kardeşlenme) ve dal gelişimi üzerinde güçlü etkiye sahiptir (Finlayson vd., 2010). Gölgeden kaçınan bitkilerin çoğu, dallanmanın azalması ve apikal büyümenin artmasıyla karakterize edilir, bu da onların gelen düşük ışık için rekabet etmelerine yardımcı olur (Yang & Li, 2017). Dallanma üzerine etkisi olan en önemli hormonlardan birisi absisik asit (ABA)'tır. Nitekim genç sürgünlerde gölge, dallanmayı bastırmak için ABA birikimini teşvik eder. Strigolakton (SL), yan sürgün büyümesini / dallanmayı kontrol eden hormonlardan bir diğeridir. Bu kapsamda BRC1 (BRANCHED1) geni gölgeyle aracılık edilen dal baskılanması için gereklidir (Aguilar-Martinez ve ark., 2007; Gonzalez-Grandio ve ark., 2013). Gölge ayrıca, büyüme ve savunma arasındaki kaynak dağılımını dengelemek için jasmonat ve salisilik asit kaynaklı savunma tepkilerini bastırır (Yang & Li, 2017).

Gölge toleransının moleküler mekanizmaları araştırıldığı *L. perenne* türünde gibberellin biyosentez genlerinin gölge stresine yanıt süreçlerinde kritik rol oynadığı tespit edilmiştir (Zhang vd., 2016). Gölge stresi çok farklı bitki türünde içsel Giberellin konsantrasyonunun artmasına neden olmuştur (Martinez-Garcia vd.200; Kurepin vd, 2007). Dışardan uygulanan nitrik oksit (NO) uzun çayır otunda gölge stresine karşı toleransı artırdığı da rapor edilmiştir (Fu vd., 2014, Zhang vd., 2018). Özellikle son 20-30 yıldır yapılan bazı çalışmalar bazı bitki büyüme düzenleyicilerinin gölge alanlarda çim performansı ve kalitesinin artırılmasında etkili olabildiğini ortaya koymuştur (Qian & Engelke, 1999). Giberellik asit biyosentezi yolağında belirli noktaları bloke eden bazı bitki büyüme düzenleyicileri yaprak uzamasını yavaşlatarak /engelleyerek, kök gelişimi ve karbon depolanması için enerji tahsisini artırmaktadır (Adams vd. 1992). Trinexapac-ethyl içeren bitki büyüme düzenleyicilerinin, *Zoysia* çiminde gölge toleransını artırdığı bildirilmiştir (Qian & Engelke, 1999). Her ne kadar çimlerde gölge stresine yönelik tepkilerin incelenmesinde önemli ilerlemeler kaydedilmiş olsa da bu tepkilerin moleküler

ve fizyolojik mekanizmaları hâlen tam olarak aydınlatılamamıştır. Özellikle, gölge stresi altında çimlerde ortaya çıkan fizyolojik ve moleküler düzeydeki değişikliklerin ayrıntılı incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, gölge stresine yanıt veren genlerin işlevlerinin ve düzenleyici yollarının gelecekte detaylı olarak belirlenmesi önem arz etmektedir.

Fotosentez, bitkilerin güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürmek için kullandıkları temel bir biyokimyasal süreçtir. Ancak, ışık yoğunluğundaki, miktarındaki ve kalitesindeki azalma nedeniyle gölgede gerçekleşen fotosentez oranı düşmekte ve bunun sonucunda çim kalitesinde önemli bir gerileme gözlenmektedir. Gölge koşullarında yetiştirilen çimlerde, yapraklar incelmekte ve yaprak enleri daralmakta; sürgün ve kök büyümesi azalmakta, bitki yoğunluğu ile kardeşlenme oranı düşmekte, enerji rezervleri azalmakta ve yapraklar daha uzun, ancak daha dik bir büyüme alışkanlığı göstermektedir (Beard, 1973). Bu durum, çimin fizyolojik olarak zayıflamasına ve dolayısıyla trafik, yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık, kuraklık gibi çevresel streslere ve belirli zararlı organizmalara karşı duyarlılığının artmasına neden olmaktadır.

Işık, fotosentezin enerji kaynağı olmasının yanı sıra, bitki büyümesi, gelişimi ve morfogenezi üzerinde düzenleyici rol oynamaktadır (Yoshiyuki, 2019). Gölge stresi, klorofil içeriğinde azalma, kloroplast ultra yapısında bozulma, fotosentetik süreçlerde yetersizlik ve bitki morfolojisinde olumsuz değişikliklere yol açmaktadır (Yang & Guo, 2018, Li vd., 2014). Bitkiler, karbon kazanımını sürdürebilmek amacıyla gölge koşullarına karşı morfolojik ve fizyolojik uyum mekanizmaları geliştirmektedir (Xu vd., 2010, Ciolfi vd., 2013). Bu uyumlar arasında, uzama büyümesinin, özgül yaprak alanının (SLA) ve yapraklara yönelik biyokütle tahsisinin artırılması yer almaktadır (Ciolfi vd., 2013, Xi vd., 2019). Ayrıca, bitkiler besin maddelerinin köklerden yapraklara yeniden dağılımını sağlayarak ve gölge stresi altında fotosentezi optimize etmek amacıyla fotosentetik enzimlerin sentezini artırarak adaptasyon göstermektedirler (Xi vd., 2019, Valladares & Niinemets, 2008). Peyzaj tasarımlarında ağaç, çalı ve çim ve bu arada yapısal unsurların kombinasyonları yaygın olarak kullanılmakta ve bu da gölgeli çim alanlarının artmasına sebep olmaktadır. Bu bağlamda, gölge stresi, kentsel ortamlarda çim büyümesi için önemli bir kısıtlayıcı faktör olarak ön plana çıkmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde çim alanlarının %20-25'inin (Jiang vd., 2004), Çin'de ise çim alanlarının yaklaşık %50'sinin farklı derecelerde gölge etkisine maruz kaldığı tahmin edilmektedir (Xu vd., 2010).

Zoysia türleri, ışık yoğunluğu ve kalitesinin düşük olduğu koşullara nispeten iyi dayanım göstermeleri nedeniyle tam güneş almayan yarı gölgeli çim alanlar için ideal türler arasında yer almaktadır. Zoysia türleri, dünyada en yaygın kullanılan sıcak iklim çim türü olan Bermuda çimine (*Cynodon spp.*) kıyasla daha yüksek gölge toleransı sahip olmaları ile bilinirler. Öte yandan bazı türleri orta-yoğun gölge koşullarında çim yoğunluğunu kaybedebilmektedir (Wherley vd., 2011). Genel olarak *Z. matrella* türünün en iyi gölge toleransına sahip olduğu ancak bu toleransın çeşitlere bağlı olarak farklılık

gösterdiği bildirilmektedir (Riffell vd., 1995; Trappe vd., 2011; Wherley vd., 2011). *Z. japonica* ise %50'ye kadar düşük ışık koşullarına tolerans göstererek, kısmi gölge alanlarda da başarılı bir gelişim gösterebilmektedir (Çakır, 2020; Patton vd., 2006). Gölge toleransı çim bitkilerinin peyzaj alanlarında kullanım potansiyelini belirleyen en önemli kriterler arasında yer almaktadır. Nitekim *Z. matrella*'nın Amerika Birleşik Devletleri'nin güney bölgelerinde yaygın olarak kullanılan diğer sıcak mevsim çim türlerine kıyasla daha yüksek gölge toleransına sahip olması, bu türün ABD'de daha erken dönemde tanınmasında, benimsenmesinde ve kullanımında belirleyici bir etken olmuştur (Sturkie, 1941). Bu bağlamda, *Zoysia* genotiplerinin ve geliştirilen çeşitlerinin gölge koşulları altındaki performanslarının belirlenmesi önemli bir araştırma konusu olmuştur.

Dallas, Teksas'ta %90 oranında gölge sağlayan meşe ağacı (*Quercus virginiana* Mill.) altında yürütülen iki kapsamlı çalışmada, farklı *Zoysia* çim çeşitlerinin gölgeye dayanıklılıkları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir (Riffell vd., 1995; Wherley vd., 2011). Yapılan bu araştırmalarda, çim çeşitlerine ait performanslar, kalite, renk ve yoğunluk gibi parametreler temelinde analiz edilmiş; çeşitler, her parametrede en üst istatistiksel grupta yer almaları durumunda bir puan, yer almamaları durumunda ise sıfır puan ile değerlendirilmiştir (Wherley vd., 2011). Her iki denemede de *Zoysia* çimi çeşitleri arasında gölge toleransı açısından önemli farklar tespit edilmiş ve 'Crowne', 'Diamond', 'Palisades', 'Royal' ve 'Zorro' çeşitleri gölge koşullarındaki genel performans açısından en yüksek puanlara sahip gruplarda yer almıştır (Riffell vd., 1995; Wherley vd., 2011). Buna karşın, *Z. japonica* türüne ait Meyer çeşidi, hem Dallas denemelerinde hem de geçiş kuşağındaki doğal gölge koşullarında yapılan gözlemlerde, en düşük performansı sergilemiştir (Peterson vd., 2014).

Trappe ve çalışma arkadaşları (2011d) tarafından yürütülen bir başka çalışmada ise *Zoysia* çimine ait 'Cavalier', 'Diamond', 'El-Toro', 'Palisades' ve 'Zorro' çeşitlerinin %50 oranında gölge altında tatmin edici performans gösterdiği, Meyer'in orta düzeyde bir başarı sağladığı, 'Zenith' çeşidinin ise zayıf performans sergilediği rapor edilmiştir. Bu ve diğer araştırmalarda tür düzeyinde yapılan karşılaştırmalarda, *Z. matrella*'nın *Z. japonica*'ya kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek gölge toleransına sahip olduğu teyit edilmiştir (Riffell vd., 1995; Sladek vd., 2009; Trappe vd., 2011d; Wherley vd., 2011). Bu bağlamda, *Z. japonica*'nın gölge toleransının artırılması amacıyla *Z. matrella* ile melezleme yapılmasının etkili bir strateji olduğu bildirilmiştir (Okeyo vd., 2011a).

Sıcak iklim çim bitkilerinden Bermuda çimleri ile yürütülen bir çalışmada farklı orijinli genetik materyallerin %63 ve %90 gölge stresi altında toleransları araştırılmıştır (Dunne vd., 2015). Araştırmacılar genetik dayanım açısından genotipler arasında önemli farklılıklar olduğunu ve Güney Afrika kökenli 'WIN10F' ve 'STIL03' genotiplerinin stres altında standart çeşitlerden (Tifway-419) daha iyi gelişim gösterdiği ve çim kalitesi sağladığı ve gölge dayanımı yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesi amacıyla kullanabileceğini bulmuşlardır (Dunne vd., 2015).

Peterson vd. (2014) tarafından ABD’ de PAR değerinde ortalama %91 seviyesinde düşüş oluşturan doğal gölge (Akçaağaç -*Acer saccharinum*) koşulları altında farklı Zoysia çim türlerine ait genotip ve çeşitlerinin gelişim ve morfolojik yapılarındaki değişimler incelenmiştir. Araştırmada ‘Zorro’ (*Z. matrella*), ‘Emerald’ (*Z. japonica* X *Z. pacifica*), ‘Meyer’ (*Z. japonica*), ve ıslah deneme materyalleri ‘Exp1’ (*Z. matrella* x *Z. japonica*), and ‘Exp2’ ve ‘Exp3’ [(*Z. japonica* x *Z. pacifica*) x *Z. japonica*] kullanılmıştır. Araştırmacılar gölge stresi altında en iyi performansı gösterenlerin *Z. japonica* ve *Z. pacifica* melezlemelerinden elde edilen Exp2 ve Exp3 hibritlerinin olduğunu saptamışlardır. Nitekim belirtilen bu hibritlerde sürgün yoğunluğunda sadece %1 ve %27 oranında azalma oluşurken, ticarete konu Meyer çeşidinde %47’ ye varan oranda kayıp oluşmuştur (Peterson vd., 2014).

Wherley ve ark. (2011), %89 yoğunlukta gölge oluşturan meşe ağacı altında yürüttükleri üç yıllık çalışmada, Diamond, Cavalier, Royal, Shadow Turf, Zorro, Zeon, Jamur, Crowne, Palisades ve Meyer gibi 10 farklı Zoysia çimi çeşidinin düşük bakım koşulları altında stres dayanımlarını ve genel çim performansını değerlendirmiştir. Araştırmacılar gölge toleransı açısından genetik varyasyon olduğunu ve gölge altında genel çim kalitesinin belirgin biçimde düştüğünü, ancak bazı çeşitlerin kabul edilebilir kalite seviyelerini sağlayabildiğini rapor etmişlerdir. Çalışmada oluşturulan Çim Performans İndeksi (TPI) sonuçlarına göre, ‘Royal’, ‘Zorro’ ve ‘Shadow Turf’ çeşitleri gölgede diğerlerinden daha üstün performans göstermiştir. Öte yandan *Z. japonica* ‘Meyer’ çeşidinin ise en düşük performansı gösterdiği saptanmıştır. Bu sonuçlar, zoysia çimlerinin gölge toleransı açısından çeşitler arası genetik farklılıklarını vurgulamaktadır. Ayrıca, tür bazında kıyas yapıldığında *Z. matrella* türünün, *Z. japonica*’ya kıyasla yoğun gölgeli ortamlara daha iyi adapte olabileceği sonucuna varılmıştır.

Sladek vd. (2009) tarafından Zoysia çimleri ile sera koşullarında yapılan bir başka araştırmada ise, altı farklı Zoysia genotipinin %0, %50 ve %90 gölge koşullarındaki büyüme tepkileri incelenmiştir. Araştırmacılar %50 gölge stresi altında kullanılan genotiplerin tamamının büyüme ve gelişmeyi devam ettirebildikleri ve kısmen kabul edilebilir çim kalitesini sürdürdüklerini saptamışlardır. Öte yandan %90 gölge stresinin genotipler üzerinde şiddetli stres oluşturduğu ve çim kalitesini korumanın neredeyse imkansız olduğunu ve gelişmenin gerilediği rapor edilmiştir. Yaprak morfolojik ölçümleri ve çim kalitesi değerlendirmeleri ışığında, ‘Diamond’ ve ‘Shadow Turf’ genotiplerinin %50 ve %90 gölge altında kalitesini diğer genotiplere göre daha iyi koruduğu raporlanmıştır. Gölge arttıkça tüm genotiplerde kalite düşse de uygun çeşidin seçiminin düşük ışık koşullarında çim büyümesini ve kalitesini artırmada kritik rol oynadığının altı çizilmiştir.

Huang vd. (2010), ABD’nin güneyinde golf sahası koşullarında yürüttükleri iki yıllık araştırmada, gölge ve trafik stresinin bermuda çimi ve zoysia çimi çeşitleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar gölge stresine dayanım açısından her iki tür bazında genetik varyasyon olduğunu bildirmişlerdir. Tam güneşte ve %50

gölgelendirmenin uygulandığı parsellerde, ‘Cavalier’, ‘Diamond’, ‘Meyer’, ‘Palisades’ ve ‘Zorro’ zoysia çeşitleri ile ‘Princess 77’ ve ‘Riviera’ bermudagrass çeşitlerinin, gölge ve trafik koşullarında çim örtüsünü daha iyi korudukları ve dayanıklılık gösterdikleri saptanmıştır. Buna karşılık, ‘Patriot’ ve ‘TifSport’ bermudagrass ile ‘Zenith’ zoysia çeşitleri, düşük alan kaplama ve performans göstermiştir. Araştırma, gölgeye uyumlu ve trafiğe dayanıklı çeşitlerin seçiminin golf sahası ve spor sahası bakımında oyun kalitesini artırırken bakım maliyetlerini azaltabileceğini vurgulamıştır.

Xiao Xu vd. (2022) tarafından 19 farklı Zoysia çimi çeşidinin %85 oranında yapay gölge altında gelişim ve performansları incelenmiştir. Araştırma, bitkilerin morfolojik ve fotosentetik özelliklerini değerlendirerek, çeşitlerin gölgeye karşı farklı stratejiler geliştirdiklerini ortaya koymuştur. Özellikle 'ZG-3' ve 'ZG64' çeşitleri, gölgeye karşı yüksek tolerans gösterirken, 'ZG48' ve 'WZG59' gibi çeşitler, gölgeden kaçınma stratejileri (shade avoidance) sergilemiştir. Bu bulguların, zoysia çimlerinin gölgeye adaptasyon mekanizmalarını anlamada önemli bir katkı sağlayabileceğini vurgulanmıştır.

Bladerunner Farms Texas A&M AgriLife Research (2019) tarafından yürütülen ortak bir çalışmada, ‘Zeon’ ve ‘JaMur’ zoysia çimi çeşitlerinin gölge toleransı değerlendirilmiştir. Araştırma, bu çeşitlerin yaklaşık %70 gölge altında bile %50'den fazla örtü sağladığını göstermiştir. Bu bulgular, Zeon ve JaMur çeşitlerinin gölgeye karşı yüksek tolerans gösterdiğini ve golf sahası gibi düşük ışık koşullarında etkili bir seçenek olabileceğini ortaya koymuştur.

Trappe ve ark. (2011), Zoysia ve Bermuda çimi çeşitlerinin gölge ve trafik streslerine dayanıklılığını karşılaştırmıştır. Çalışma, Zoysia çimlerinin Bermuda çimine göre gölge stresine daha yüksek dayanıma sahip olduğunu teyit etmiştir. Araştırmada kullanılan 'Cavalier', 'Diamond', 'Meyer', 'Palisades' ve 'Zorro' zoysia çeşitlerinin, gölge stresi altında en yüksek çim örtüsünü sağladığı rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, zoysia çimlerinin gölge koşullarında da etkili performans sergileyebileceğini ve gölge ve yarı gölge peyzaj alanlarında kullanılabileceklerine işaret etmiştir.

Gölge stresi özellikle hassas çim tür ve çeşitlerinin tesis olma sürecinde alanda yerleşme ve yayılmalarını düşürmek ve/veya engellemektedir. Zoysia çimleri kullanılarak gölge stresi altında yürütülen bir araştırmada çeşitler arasında alan kaplama hızı açısından genetik farklılıklar olduğu ve ‘BA-189’, ‘Shadow Turf’ ve ‘Empire’ çeşitlerinin gölge stresi altında daha hızlı kurulum sağladığı bildirilmiştir (Zhang vd., 2016).

Gölge altındaki çim alanlarında çim kalitesinin iyileştirilmesi ve sürdürülebilir çim alanların oluşturulması için belirli yönetim uygulamalarının titizlikle uygulanması gerekmektedir. Öncelikle, gölge alanlarda kullanılacak tür ve çeşitlerin gölge toleransı yüksek olanlardan seçilmesi çok büyük önem arz etmektedir (Beard ,1973).

Gölge altında kalan çimlerin azalan fotosenteze paralel olarak büyüme ve gelişme hızı genellikle düşük olduğundan, başta azot olmak üzere gübreleme miktarı %50 oranında azaltılmalıdır. Ayrıca verilecek miktar daha düşük dozlar halinde bölünerek uygulanmalıdır (Sever Mutlu, 2020; Beard 1973). Ayrıca, ışık absorbe edecek yaprak alanını ve dolayısıyla fotosentetik etkinliği artırmak kullanılan tür ve çeşitlere bağlı olarak biçim yüksekliği artırılmalıdır. Genel olarak tam güneşe maruz kalan alanlarda yetişenlerine göre yaklaşık 1,3- 2,5 cm daha yüksek biçilmelidir. Gölge altında çimlerin büyüme hızının yavaş olacağından, bu alanların daha seyrek biçilmesi uygundur. Sulama yönetimi gölgeli alanlarda özellikle miktar ve zamanlama açısından dikkatle takip edilmelidir. Genel olarak daha düşük evapotranspirasyon nedeniyle gölgeli bölgeler daha nemli kalmaktadır. Ayrıca gölge alanlarda azalan büyüme ve gelişme nedeniyle su tüketimi de azalmaktadır. Bu nedenler ile gölge alanlardaki çimler daha az sulama gerektirmektedir (Beard, 1973; Sever Mutlu 2020). Hastalık baskısını azaltmak amacıyla sulama, öğleden sonra geç saatler ve akşam saatlerinde değil, sabah erken saatlerde derinlemesine ve daha uzun aralıklar ile yapılmalıdır. Ağaçlar altındaki çim alanlara düşen yaprakların düzenli olarak uzaklaştırılması, çim sağlığının korunması açısından kritik öneme sahiptir. Nitekim çim alan üzerinde biriken yapraklar, çim yüzeyindeki gölgeyi ve dolayısıyla ulaşılabilir ışık kalitesi ve yoğunluğunu daha da azaltmaktadır. Bu bakımdan özellikle sonbahar ile ilkbahar aylarında yapılan çim alan yüzeylerinde yapılacak yaprak tırmıklama işlemi, çimlerin daha fazla güneş ışığı almasını sağlamaktadır. Ayrıca ağaç dallarının budanarak içerilere ve ağaç altına daha fazla ışık girmesi sağlanmalıdır. Özellikle sabah ve akşam saatlerinde çimlere doğrudan güneş ışığının ulaşmasını sağlamak ve ayrıca rüzgâr hareketini arttırarak hastalık baskısını azaltmak için, ağaç dalları yerden yaklaşık 2-2,5 m (veya ağacın alt üçte biri) yükseklikte budanması (taç kaldırma budaması) önemlidir. (Sever Mutlu, 2020). Gölge koşulları altında hava akışının azalması ve yüzey neminin artması ve azalan fotosentez nedeniyle bitki büyüme ve gelişiminin ve dolayısıyla bitkinin azalan savunma sistemi nedeniyle hastalıkların görülme sıklığı artmaktadır (Beard 1973; Sever Mutlu, 2020). Bu bakımdan gölge stresine maruz çim alanlarda hastalık yönetimine dikkat edilmesi elzemdir.

Gölge stresi altındaki çimlerin trafik toleransı azalmakta ve alanın kullanım yoğunluğuna ve toprak yapısına bağlı olarak toprak sıkışması riski artmaktadır. Toprak sıkışmasının azaltılması ve dolayısı ile çim kalitesinin alandaki diğer bitki türlerinin (ağaç ve çalılar) sağlığının korunması amacıyla, bu alanlarda trafiğin sınırlandırılması elzem hale gelmektedir (Beard, 1973). Gölge alanlarda hassas çimlerin aktif büyüme ve gelişimlerinin azalması ve nihayetinde seyrilmesi sonucu rekabetin azalmasıyla birlikte yabancı ot istilası riski artmaktadır. Bu nedenle, küçük alanlarda mekanik temizleme , öte yandan büyük alanlarda çıkış öncesi veya çıkış sonrası uygun herbisit uygulamaları yapılabilir.

Gölge stresinin farklı boyutlarda yaşandığı peyzaj alanlarında sürdürülebilir çim alanların oluşturulması için en önemli adım hiç şüphesiz gölge toleransı çok yüksek çim tür ve çeşitlerinin tercih edilmesidir (Sever Mutlu 2020). Bu bağlamda, gölge koşullara tolerans çim bitkileri ıslahında önemli seleksiyon kriterlerinden biri olmuştur.

Bitki ıslahında türler arası melezleme (interspecific hybridization), aynı cinse ait farklı türlerden ebeveyn bireylerin kontrollü bir şekilde çaprazlanarak genetik açıdan üstün yeni bireylerin elde edilmesini amaçlayan klasik bir yöntemdir. Bu teknik, özellikle genetik varyasyonun artırılması ve birbirini tamamlayıcı özelliklere sahip ebeveynlerden daha üstün kombinasyonların oluşturulması açısından önemlidir. *Zoysia* türlerinde bu yaklaşım; soğuk toleransı, gölge dayanımı, kuraklık ve tuzluluk toleransı, ince yaprak yapısı, düşük bakım gereksinimi ve yüksek estetik kalite gibi birçok özelliğin bir araya getirilmesini mümkün kılmaktadır (Engelke & Anderson, 2003).

Z. japonica, *Z. matrella* ve *Z. pacifica* türleri arasında yapılan melezleme çalışmaları, genetik varyasyonun artırılmasına ve bu türlerin avantajlarının yeni hibritlerde toplanmasına olanak sağlamaktadır. Bu türlerin melezlenmesiyle hem sıcaklık toleransı hem de gölge dayanıklılığı gibi özelliklerde iyileşmeler gözlemlenmiştir (Engelke & Anderson, 2003). *Z. japonica*, *Z. matrella* ve *Z. pacifica* türleri genetik olarak yakın akraba oldukları için aralarında melezleme açısından bariyer yoktur (Engelke & Anderson, 2003). Yapılan melezlemeler sonucu üstün özellikleri bir araya getirebilen bireylerin geliştirilmesi mümkün olmaktadır. Örneğin, *Z. japonica* hızlı gelişme ve soğuk toleransı ile bilinirken, *Z. matrella* ince yapraklı yapısı ve daha yüksek estetik görünümü ile tercih edilir. Bu türlerin birbirleriyle melezlenmesi sayesinde hem estetik hem de çevresel strese dayanıklı yeni bireyler elde edilebilir (Engelke & Anderson, 2003). *Zoysia* türlerinde türler arası melezleme çoğunlukla kontrollü el tozlaması yoluyla gerçekleştirilir. Başarılı bir melezleme için ebeveynlerin çiçeklenme zamanlarının senkronize edilmesi, erkek ve dişi çiçeklerin ayrılması, çiçeklerin kapatılarak yabancı tozlaşmanın engellenmesi ve manuel toz aktarımı gibi işlemler gereklidir. Tozlamadan sonra, oluşan tohumlar çimlendirilerek elde edilen bitkiler genetik ve fenotipik olarak değerlendirilir (Patton vd., 2017; Guo vd., 2022).

Ancak, melezleme sürecinin başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için gerek biyolojik engellerin aşılması gerekse moleküler tekniklerin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Türler arası melezlemenin etkinliği hem klasik ıslah yaklaşımlarının hem de modern biyoteknolojik araçların birlikte kullanılmasıyla daha da artırılabilir. Bu kapsamda son yıllarda moleküler belirteçler (SSR, AFLP, SNP vb.) ıslah çalışmalarına entegre edilerek melez bireylerin genetik olarak doğrulanmasında kullanılmaktadır. Böylece, gerçek melez bireyler ile ebeveynleri arasındaki genetik farklılıklar net biçimde ortaya konabilmekte ve ıslah süreci hızlandırılmaktadır (Yu vd., 2019). Ayrıca, bazı çalışmalarda doku kültürü ve embriyo kurtarma gibi ileri biyoteknolojik yöntemler de melezleme sonrası düşük çimlenme problemlerinin aşılması için kullanılmıştır (Guo vd., 2022).

Wang ve Li (2021), *Z. japonica*, *Z. matrella* ve *Z. pacifica* türleri arasında SSR ve AFLP moleküler markırlarını kullanarak genetik çeşitliliği ve potansiyel melezleme alanlarını araştırmıştır. Çalışmada, *Z. japonica* ile *Z. matrella* arasında yüksek genetik uyum ve melezlenme potansiyeli tespit edilmiş, *Z. pacifica*'nın ise çarpazlama ve hibritleşme sürecinde zayıf bir gen kaynağı olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırmacılar, hibrit geliştirme programlarında *Z. japonica* ve *Z. matrella*'nın birincil hedef türler olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca, melezlemelerin hem verimlilik hem de stres toleransı bakımından iyileştirmeler sağlayabileceği vurgulanmıştır.

Park ve Kim (2019), moleküler markör teknikleri kullanarak *Zoysia* türleri arasındaki gen akışı ve hibrit oluşumunu incelemiştir. Çalışmada, özellikle *Z. japonica* ve *Z. matrella* arasındaki doğal melezlerin yaygın olduğu, bu melezlerin genetik çeşitliliği artırdığı ve çevresel streslere adaptasyonu kolaylaştırdığı bulunmuştur. Ayrıca, moleküler belirteçlerin kullanımı ile hibritlerin hızlı tanımlanmasının ıslah programlarında verimliliği artırdığı vurgulanmıştır. Bu çalışma, genetik araçların *Zoysia* ıslahında kritik önemde olduğunu teyit etmiştir.

Türler arası melez *Zoysia* çeşitlerinin arazi koşullarında performans denemeleri geliştirilen bazı çeşitlerin ebeveyn olarak kullanılan türlerinin her ikisinin arzu edilen özelliklerinin bir araya getirilebildiğini ve daha üstün performansa sahip olabildiklerini ortaya koymuştur. Örneğin, Patton ve ark. (2017), *Z. japonica* × *Z. matrella* melezleri üzerinde yaptıkları saha denemelerinde, bu melezlerin hem kışa dayanıklılık hem de estetik kalite açısından üstün kombinasyonlar sunduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Zhang vd. (2021), *Z. japonica* × *Z. pacifica* melezlerinin tuz toleransı ve düşük gübre ihtiyacı açısından umut verici olduğunu göstermiştir.

Liang ve ark. (2019), *Z. japonica* ile *Z. pacifica* arasındaki melezlemelerle elde edilen hibritlerin genetik analizini yapmış ve bu hibritlerin, özellikle soğuk toleransı ve hastalık direncinde ana türlere kıyasla avantajlar sunduğunu göstermiştir. Bu tür melezlemelerin, özellikle geçiş bölgesi iklim koşullarına uygun hibrit çeşitlerin geliştirilmesi açısından önem taşıdığına vurgu yapılmıştır.

Benzer şekilde Wherley vd. (2011), *Z. japonica* ve *Z. matrella* türleri arasında yapılan melezlemeler ile geliştirilmiş hibritlerin performansını gölgeli koşullarda incelemiştir. Çalışmada, *Z. matrella* bazlı hibritlerin gölgede daha iyi uyum sağladığı ve *Z. japonica*'ya göre daha üstün büyüme performansı gösterdiği saptanmıştır. Bu çalışma, türler arası melezlemenin zorlu çevresel koşullara dayanıklı yeni çim çeşitleri geliştirmede etkin bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur.

Xu vd. (2022), sera koşullarında *Z. japonica*, *Z. matrella* ve *Z. pacifica* türlerinin melezlerini karşılaştırmış; hibrit çeşitlerin ışık stresine karşı daha dengeli büyüme tepkileri verdiğini ve fotosentetik verimliliklerinin ana türlere göre daha yüksek olduğunu rapor etmiştir. Bu sonuçlar, melezlerin stres toleransını artırdığını ve kentsel peyzaj uygulamalarında kullanılabilirliğini desteklemektedir.

Xu ve ark. (2022) *Z. japonica* ile *Z. matrella* arasında gerçekleştirilen melezlemeler ile elde edilen hibritlerin farklı çevresel streslere verdiği fizyolojik tepkileri incelemiştir. Çalışmada, hibritlerin fotosentetik verimlilik, stomatal iletkenlik ve su tutma kapasitesi açısından üstünlükleri gözlemlenmiştir. Özellikle gölge ve kuraklık stresine karşı melezlerin daha dayanıklı olduğu, daha yüksek klorofil içeriği ve stomatal düzenleme mekanizmaları sayesinde stres toleransının arttığı belirtilmiştir. Bu sonuçlar, türler arası melezlemenin zoysia çiminin çevresel adaptasyonunu geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmalar, türler arası melezlemenin sadece teorik değil, aynı zamanda pratikte de başarılı ve ticari potansiyele sahip bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle gölge toleransı gibi kentsel ve peyzaj uygulamalarında kritik olan özelliklerin geliştirilmesinde, hibrit çeşitlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Chandra ve ark. (2023), Texas A&M AgriLife Research tarafından geliştirilen DALZ 1701 çeşidini tanıtmışlardır. Bu hibrit, *Z. japonica* 'Meyer' ile interspesifik hibrit 'TAES 5723-47' arasında yapılan çaprazlamadan elde edilmiştir. DALZ 1701, kuraklık ve soğuk stresine karşı dayanıklılığı, koyu yeşil rengi ve yüksek çim kalitesi ile 'Meyer' çeşidinden üstün performans sergilemiştir. Ayrıca, gölge koşullarında da 'Meyer' ve diğer hibritlerle karşılaştırıldığında daha iyi performans göstermiştir.

Li ve Guo (2024), *Z. japonica* ve *Z. matrella* türlerinin çaprazlanması ile elde edilen 'Suzhou 5' çeşidinin özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında geliştirilen bu melez çeşidin daha yüksek çim kalitesi ve çevresel stres koşullarına dayanımı ile ebeveynlerinden daha iyi performans gösterdiğini bildirmiştir.

Tanaka ve ark. (2015) Japonya'dan toplanan 248 Zoysia örneği üzerinde gerçekleştirilmiş kapsamlı genetik analizleri sonucunda *Z. matrella*'nın aslında *Z. japonica* ve *Z. pacifica* türlerinin doğal bir melez türü olduğunu savunmuşlardır. Araştırmacılar *Z. matrella*'nın yüksek adaptasyon yeteneğinin doğada gerçekleşen bu melezlemeden kaynaklanmış olabileceğine işaret etmişlerdir. Aslında bu sonuçlar, türler arası melezlemenin Zoysia'nın ekolojik valansının genişlemesinde ve farklı iklim koşullarına uyum sağlamasında önemli olduğu gerçeğini vurgulamaktadır.

Kimball ve ark. (2013) *Z. japonica* ve *Z. matrella* türleri arasında genetik ilişki ve hibritlik durumunu SSR (Simple Sequence Repeat) moleküler belirteçleri ve morfolojik özellikler kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada, türler arası hibritlerin hem genetik hem de fenotipik olarak belirgin farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Hibritler yaprak şekli, sürgün yoğunluğu ve çim kalitesi gibi önemli agronomik özelliklerde çeşitlilik göstermiştir. Bu çeşitlilik, yeni hibritlerin seleksiyonunda ve geliştirilmesinde avantaj sağlamaktadır. Araştırmacılar melez türlerin peyzaj ve spor alanlarında kullanılabilirliğinin genetik alt yapısını açıklayarak, gelecekte daha hedefli ıslah çalışmalarında önemine vurgu yapmışlardır.

Hernandez ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, hibrit Zoysia çimlerinin saha koşullarındaki dayanıklılığı, hızlı iyileşme kabiliyeti ve estetik özelliklerini araştırmıştır. Çalışmada, *Z. japonica* ve *Z. matrella* türlerinden geliştirilen hibritlerin hem spor sahalarında hem de peyzaj uygulamalarında üstün performans gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca, bu hibritlerin kış dayanıklılığı ve gölge toleransında artış sağladığı, düşük bakım maliyetleri ile verimlilik artışı sağladığı raporlanmıştır. Bu sonuçlar, melez türlerin ticari üretimde ve sürdürülebilir peyzaj uygulamalarında önemini ortaya koymaktadır.

Türler arası melezlemeler ile geliştirilen hibrit çeşitlerin performanslarına yönelik ve yukarıda detayları verilen saha çalışmalar, Zoysia türleri arasında melezlemenin hem genetik çeşitliliği artırdığını hem de stres koşullarına karşı dayanıklılığı yükselttiğini ortaya koymaktadır. Özellikle *Z. matrella* ve *Z. japonica* arasında yapılan türler arası melezleme ile geliştirilmiş hibrit çeşitlerin gölge toleransı, kuraklık dayanımı ve estetik kalite gibi önemli kriterlerde geleneksel çeşitlere göre üstün performans gösterdiği bulunmuştur. Ayrıca, bu çalışmalar türler arası melezlemenin Zoysia çiminin yaygın kullanım alanlarını genişlettiğini hem golf sahaları hem peyzaj alanları hem de düşük bakım gerektiren alanlar için uygun yeni çeşitlerin geliştirilmesine olanak sağladığını göstermektedir.

Bu tez çalışmasının amacı; Akdeniz Üniversitesinde *Z. matrella* ve *Z. japonica* türleri arasında yapılmış melezleme çalışmaları ile geliştirilmiş, ve üstün çim kalitesi ve kuraklık dayanımı ile öne çıkmış yerli hibrit Zoysia çeşit adaylarının gölge dayanımlarını arazi koşullarında belirlemektir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Çalışma Alanı ve İklim Özellikleri

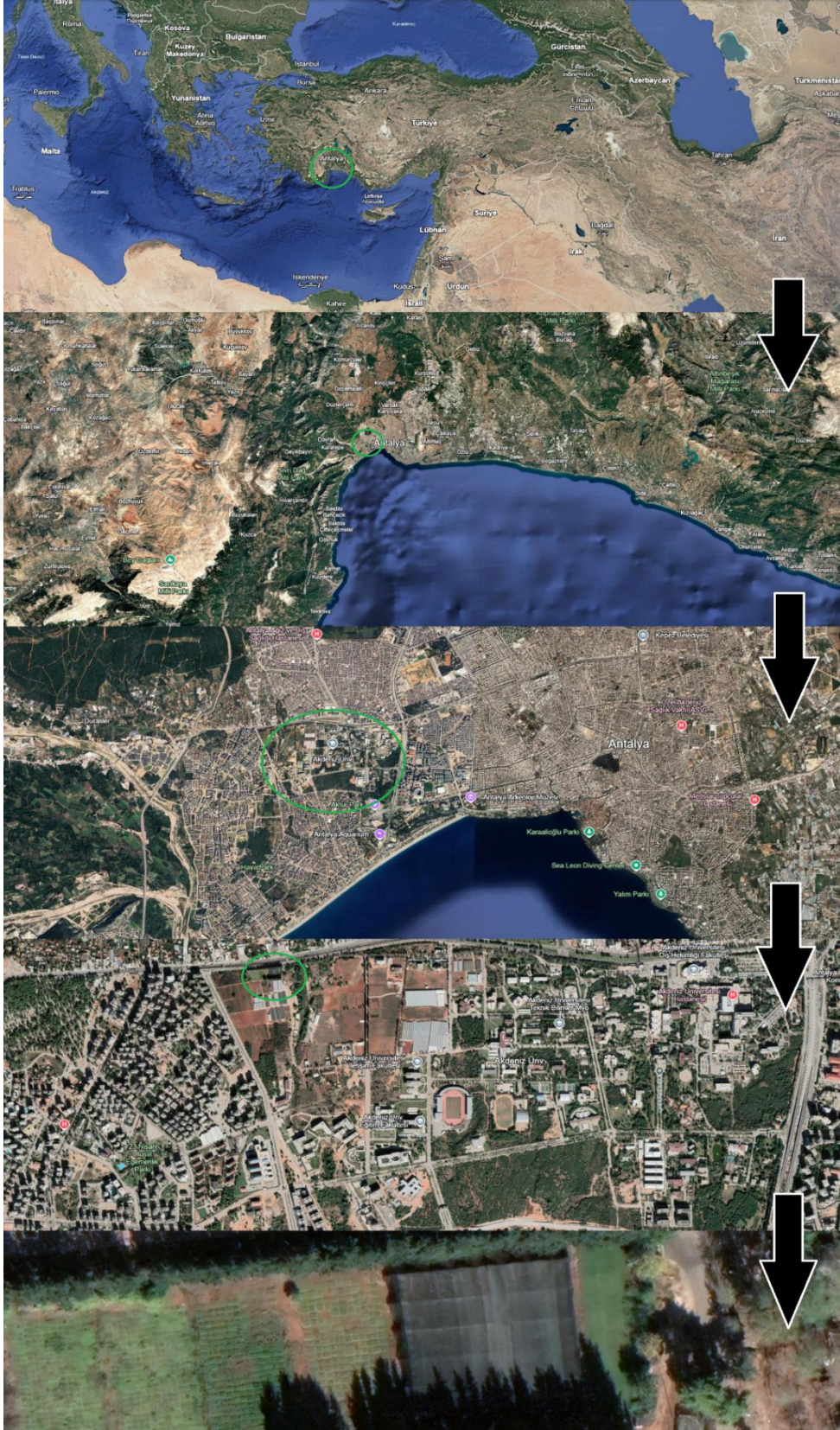
Çalışma, 2022-2023 yılları arasında, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, çim bitkileri araştırma ve uygulama alanında, Antalya’da yürütülmüştür. Antalya iline ait 1930-2024 yılları arasını kapsayan iklimsel verileri çizelge 3.1 de sunulmuştur. Antalya’nın iklimsel verileri incelendiğinde, yaz aylarının çok sıcak ve kurak, kış aylarının ılık ve yağışlı olduğu Akdeniz ikliminin hâkim olduğu görülmektedir. En soğuk ay olan ocak ayı sıcaklık ortalaması 10,1 °C ve en sıcak ay olan temmuz ortalaması ise 28,6 °C’olup yıllık sıcaklık ortalaması 18,9 °C dir. Ortalama en yüksek sıcaklığın 34,2 ile Temmuz ayında gerçekleştiği Antalya’da yaz aylarında nemin de etkisi ile hissedilen hava sıcaklıkları 45-50 °C dolaylarına çıkabilmektedir. Antalya’da 1039,8 mm olan yıllık ortalama yağışın (1970-2024 yılları ortalaması) ortalama %60’ı kış mevsiminde düşmektedir. Çalışma alanı 36°53'59"K enlemi ve 30°38'14"D boylamında yer almaktadır (Şekil 3.1).

Çizelge 3.1. Antalya ilinin 1930-2024 yılları arasına ait iklimsel verileri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2025)

Ay	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ort. En Düşük Sıcaklık (°C)	Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	Ort. Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Toplam Yağış Miktarı (mm)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	10.1	14.9	6.1	4.6	12.4	229.5	23.9	-4.3
Şubat	10.7	15.6	6.8	5.2	10.4	191.9	26.7	-4.6
Mart	12.9	18.0	8.1	5.7	8.54	148.0	28.6	-1.6
Nisan	16.4	21.4	11.3	7.7	6.48	85.4	36.4	1.6
Mayıs	20.7	25.7	15.3	9.0	5.2	33.3	41.7	6.7
Haziran	25.4	30.8	19.7	11.1	2.55	10.7	44.8	11.1
Temmuz	28.6	34.2	22.9	11.7	0.55	4.3	45.0	14.8

Çizelge 3.1. Devamı

Ağustos	28.5	34.1	22.8	11.1	0.65	7.3	44.6	13.6
Eylül	25.4	31.2	20.3	9.1	1.76	16.9	42.5	10.3
Ekim	20.6	26.7	15.4	7.8	5.38	70.9	41.2	4.9
Kasım	15.5	21.3	10.9	6.3	7.18	128.0	33.0	-1.9
Aralık	11.7	16.7	7.3	4.8	11.74	252.3	25.4	-4.6
Yıllık	18.9	24.2	13.6	8.1	73.2	1039.8	45.0	-4.6



Şekil 3.1. Çalışma alanı uydu görüntüsü (Google Earth, 2023)

3.2. Materyal

3.2.1. Bitki Materyali

Bu araştırmada üstün çim kalitesine ve kuraklık dayanımına sahip 30 adet yerli hibrit zoysia (*Z. matrella* x *Z. japonica*) çeşit adayı kullanılmıştır. Belirtilen çeşit adayları Akdeniz Üniversitesi çim ıslah programı kapsamında türler arası melezleme yöntemi geliştirilmiş ve arazi koşullarında yetiştirilen yaklaşık 300 çeşit adayı içinden seçilmiştir. Belirtilen yerli çeşit adaylarına ilaveten ülkemizde de ticarete konu olan 5 adet zoysia çimi çeşitleri; 'El-toro', 'Zenith', 'Jammur', 'Empire', 'Zeon' ise şahit (kontrol) çeşitler olarak kullanılmıştır.

3.3. Metot

Deneme, tesadüf blokları deneme deseni düzeninde ve her blokta 1x1 m büyüklüğündeki 2019 yılında oluşturulmuş olgun çim örtüsüne sahip parsellerinde yürütülmüştür. Gölge alan yaratmak için arazide oluşturulmuş bloklardan 3 tanesinde yer alan çim parselleri üzerine iskelet sistemi inşa edilerek üzerine perdeleme sistemi kurulmuştur. Bu amaçla kullanılan perdelemede ışık geçirgenliğini %70 engelleyen koyu yeşil renkli tek katlı delikli tip gölgeleme materyali (net-file) kullanılmıştır (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3). Çimler 1 yıl boyunca gölgeleme altında yetiştirilmiştir. Kontrol olarak ise belirtilen çeşit adayları ve ticari şahitleri içerecek şekilde aynı lokasyonda eş zamanlı olarak tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü oluşturulmuş ve herhangi gölge stresine maruz kalmayan açık koşullarda çim parselleri kullanılmıştır (Şekil 3.2). Çimler ortalama 5 cm biçim yüksekliğinde 1/3 kuralına göre 10-14 günde bir düzenli olarak rotary tip çim biçme makinesi ile biçilmiştir. Deneme süresince belirli aralıklarla gölge tülü altında ve açık alanda ışık şiddeti ölçülerek, gölgeleme etkisinin ortamın ışık yoğunluğu üzerine etkisi de kayıt altına alınmıştır. Yetiştirme sezonunda 2. 5 g N m² Mayıs'ta, 5 g N m² Haziran'da, 5 g N m² Temmuz'da ve 2.5 g N m² ise Ağustos'ta olmak üzere toplam 15 g N m² azot (Amonyum sülfat; %21 N) verilmiştir. Deneme süresince ihtiyaç duyulduğunda sulama yapılmış ve bu işlem için mevcut yağmurlama sulama sistemi kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Güneş altındaki kontrol parselleri



Şekil 3.3. Gölge altındaki parseller

3.3.1. Arazi Koşullarında Genel Çim Performanslarının Değerlendirilmesi

Araştırma süresince aşağıda belirtilen gözlem ve ölçümler alınmıştır:

a) Çim kalitesi: Çim kalitesinin değerlendirilmesi, çim dokusuna ait renk, homojenite (üniformite) yoğunluk, doku (tekstür), ve çevresel ve/veya hastalık vb. kaynaklı streslere olan tepkinin bir kombinasyonudur (Turgeon, 1999). Görsel olarak 1-9 kalite puanlama skalası kullanılarak değerlendirilmiştir. Çeşitlerin renk, homojenlik, birim alandaki sürgün sayısı ve görünüm gibi bileşenleri dikkate alınarak yapılacak bu değerlendirmelerde, 1.0 değeri tamamen sararmayı (dormansi veya ölüm), 6.0 değeri kabul edilebilir minimum çim kalitesini, 9.0 değeri ise ideal sürgün yoğunluğu, doku, renk ve homojenlik ile mükemmel veya ideal kaliteyi ifade temsil etmektedir. Ölçümler iki haftada bir düzenli olarak alınmıştır.

b) Normalize edilmiş bitki örtüsü fark indeksi değeri (NDVI): Çimlere ait NDVI değerleri, TCM 500 “NDVI” meter ile iki haftada bir her parselden en az iki okuma yapılarak ölçülmüştür (Şekil 3.4). Belirtilen bu alet okunan alandaki 660 nm ve 840 nm dalga boyundaki ışığı kullanarak normalize edilmiş fark bitki index değerlerini (NDVI) hesaplamakta ve bu değerleri kullanarak çim rengini hesaplamaktadır. NDVI değerleri kalite skala değerleri ilişkilendirilerek daha objektif ve ölçülebilir (kişiden kişiye değişmeyen) renk/kalite okumalarının eldesine imkan vermektedir. Özellikle stres altında yeşil rengin ve kalitenin doğru olarak alınması genotiplerin gerçek performanslarının belirlenmesi için önemlidir. Yapılan çalışmalar NDVI değerleri ile çim kalitesi, bitkinin relatif su içeriği, kanopi sıcaklığı, klorofil içeriği ve stres durumu arasında önemli ilişkinin olduğunu göstermektedir (Fenstermaker-Shaulis vd., 1997; Trenholm vd., 1999; Bell vd., 2002; Jiang vd., 2003). Okunan NDVI değerleri ile gölge stresi altında alınan klorofil, kalite, değerleri arasındaki ilişkiler karşılaştırılarak gölge dayanımının çim performansına yansımaları daha sağlıklı ve objektif olarak belirlenebilmiştir.



Şekil 3.4. NDVI verilerini almak üzere kullanılan ekipman ‘TCM 500 “NDVI” meter görüntüsü

c) Klorofil içeriği: Klorofil ölçümleri Klorofil metre (FIELDSCOUT CM 1000) kullanılarak iki haftada bir her parselden 5 adet okuma yapılarak alınmıştır (Şekil 3.5; Şekil 3.6). Belirtilen klorofil ölçüm cihazı çim kanopisinden yansıyan 700 nm ve 840 nm dalga boyundaki ışığı kullanarak relatif klorofil indeksini ölçmektedir. Çim parsellerinin üstünden konik olarak 30cm-183 cm mesafeden tutularak 2 sn de bir ölçüm yapılabilecektir. Yaprak klorofil içeriği bitkinin kalite, besin elementleri statüsü ve stres durumunun indirek göstergesi olarak çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Abiyotik stres koşullarında örneğin kuraklık stresi altında stresin süresi ve şiddetiyle orantılı olarak çim yapraklarında klorofil miktarının azaldığı tespit edilmiştir (Jiang ve Huang, 2001; He ve Huang, 2010). Böylece klorofil ölçüm cihazı ile alınacak klorofil indeks değerleri ile çeşit adaylarının gölge koşullarının oluşturduğu strese dayanımları ve stres sonrası kendilerini yenileme oranları da ilişkilendirilmiştir.



Şekil 3.5. Araştırma kapsamında kullanılan klorofil metre (FIELDSCOUT CM 1000)



Şekil 3.6. Arazi koşullarında klorofil içeriklerinin ölçülmesi

d) Çim yırtılma/kopma direnci (Turfgrass shear strength): Normal ışık kalitesi ve yoğunluğu yerine gölge koşulları altında yetiştirilen çim bitkilerinde azalan fotosentez yeteneği ve karbonhidrat rezervi nedeniyle bitki kök ve sürgün sisteminin olumsuz etkilenmesi beklenmektedir. Araştırmada gölge stresinin kök sistemi üzerinde oluşturduğu etkileri belirlemek için Çim yırtılma/kopma direnci ölçülmüştür. Bu amaçla turfgrass shear tester (TST) (Dr. Baden Clegg Pty Ltd., Jolimont, Australia) kullanılmıştır. TST çim kök sisteminin sağlığını ve kopmaya karşı direncini gösterdiği direncin belirlenmesinde oldukça faydalıdır. Ölçümler Sonbahar (2022) ve Yaz (2023) olmak üzere iki defa ve her parselden tesadüfî seçilen 3 noktadan yapılmıştır (Gaussoin vd., 2002).



Şekil 3.7. Yırtılma direnci cihazı

f) Sürgün yoğunluğu: Gölge stresi altında çim örtüsünde meydana gelen değişimi anlamak için deneme sonlandırıldığında (Haziran 2023) her parselden örnek/toprak çıkarıcı (cup cutter) kullanılarak 10 cm çapında 3 örnek alınmış (Şekil 3.8) içinde yer alan sürgünlerin tamamı sayılmıştır.



Şekil 3.8. Cup cutter makinesi ile örnek çıkarma ve sürgün sayımı

3.4. İstatiksel Veri Analizleri

Araştırma süresince alınacak tüm veriler PROC (SAS Institute,1999) programı ile varyans analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalamalar Fisher metoduna göre korunmuş en az önemli fark (LSD) testi ile karşılaştırılarak ve faktörler düzeyinde LSD (0.05) değerleri hesaplanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 NDVI (Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi)

NDVI bitki örtüsünün yoğunluğunu ve sağlık durumunu analiz ederek ortaya koyan bir indekstir. NDVI değerlerine ait alınan tüm veriler mevsimler bazında bir araya getirilerek analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.1 de sunulmuştur. Analiz sonuçları gölge stresi ve güneş alan açık arazi (kontrol) koşullarının her birinde hibrit çeşit adayları ve ticari şahitler arasında NDVI değerleri açısından görülen farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğunu ortaya koymuştur. Kış dönemi NDVI değerlerinin gölge stresi ve kontrol parsellerinde sırasıyla; 0.566 ile 0.298 (ort. 0.439) ve 0.518-0.212 (ort. 0.411) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Kış boyunca gölge stresi altında hibrit çeşit adaylarının 9 tanesinin (JM23, MJ94, MJ77, MJ79, MJ100, MJ68, MJ35, MJ107, Jme50) NDVI içeriklerinin kendi kontrollerine göre ortalama %19-%6 oranında daha az olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1). Öte yandan aynı dönemde gölge stresi altında diğer hibrit adaylarının ve ticari şahitlerin ise kontrollerine göre %86-%3 arasında değişen oranlarda daha yüksek NDVI değerine sahip oldukları saptanmıştır. Bu dönemde gölge stresi altında kontrolüne göre yeşil dokuyu nispeten daha iyi koruyarak yaklaşık %85-%14 oranında daha yüksek NDVI değerleri ile en iyi performansı gösterenlerin MJ59, MJ34, MJ46, MJ73, MJ26 ve JM32 nolu çeşit adayları oldukları görülmektedir. Kış aylarında ortalama hava sıcaklıklarının 15 °C ve altına düşmesi Zoysia çimi gibi sıcak iklim çim türlerinde büyüme ve gelişmenin yavaşlamasına neden olmakta ve takip eden düşük sıcaklıklar ile birlikte çimler yeşil rengi kaybederek dormansiye giriş yapmaktadırlar. Bu süreçte bitki tarafından absorbe edilen, ancak yavaşlayan büyüme ve metabolizma nedeniyle fotokimyasal aktivitelerinde kullanılmayan fazla ışık ise reaktif oksijen türlerinin oluşumunu arttırarak klorofillerin parçalanmasına neden olmaktadır (Taiz vd., 2023). Azalan klorofil içerikleri ise daha düşük NDVI indeks değerleri şeklinde yansımaktadır. Bu bakımdan sonbahar-kış döneminde özellikle düşük sıcaklık toleransı (üşütücü sıcaklık / chilling toleransı) nispeten daha zayıf Zoysia çeşitlerinin gölge altında daha az ışık şiddetine maruz olmaları nedeniyle klorofillerini bu süreçte daha iyi koruyabildikleri ve dolayısıyla güneş altındaki kontrollerine göre daha yüksek NDVI değerleri aldıkları kanaatine varılmıştır.

İlkbahar ayları boyunca alınan NDVI verilerinin dönemsel ortalamasının gölge ve kontrol parsellerinde sırasıyla 0.478 ile 0.226 (ort. 0.360) ve 0.397-0.152 (ort. 0.260) arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.). Kış aylarında olduğu gibi ilkbahar döneminde de NDVI değerlerinin genel olarak %70 gölge altında nispeten daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca genotiplerin genel olarak ilkbahar NDVI değerlerinin kış ayı ortalamalarından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çimlerin büyük bir kısmının şubat ayına kadar dormansiye girmeyerek aktif yeşil dokuyu korudukları dolayısıyla kış aylarında nispeten yüksek NDVI değerleri aldıkları tespit edilmiştir. Öte yandan şubatın ikinci yarısından sonra yeşil dokularında kayıplar oluşturarak dormansiye giren ve nispeten daha serin bir ilkbahar nedeniyle dormansiden geç çıkış (Mart sonu -Nisan) yapan hibritlerin bu performansı NDVI değerlerine daha düşük rakamlar olarak yansımıştır. İlkbahar döneminde gölge stresi altında ticari şahit çeşit Zenith (%28 daha düşük NDVI) ve hibrit çeşit adayı MJ68 (kontrolüne benzer NDVI) hariç tüm hibrit çeşit adaylarının NDVI değerlerinin kendi kontrollerine göre ortalama %5-%167 oranında daha yüksek olduğu bulunmuştur. İlkbahar döneminde gölge stresi altında kontrolüne göre yaklaşık %167-%75 oranında daha yüksek NDVI değerleri ile en iyi performansı gösterenlerin MJ67, MJ59, MJ7, MJ77, MJ30, JM23, JM32, MJ92 ve MJ46 çeşit adayları oldukları görülmektedir.

Çizelge 4.1. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açıkta (kontrol) yetişen hibrit Zoysia çimlerinin ve şahit olarak kullanılan ticari zoysia çim çeşitlerinin kış (Aralık-2022 -Şubat-2023) ve ilkbaharda dönemsel ortalama NDVI değerleri ve kontrol parsellerine göre NDVI değerlerindeki % değişim.

NDVI								
Ticari Çeşitler/ Hibritler	Kış(2021-2022)				Ticari Çeşitler/ Hibritler	İlkbahar (2022)		
	Gölge	Kontrol	% fark			Gölge	Kontrol	% fark
Emerald	0,566	0,419	35,1		Emerald	0,453	0,246	83,9
Empire	0,413	0,377	9,4		Empire	0,371	0,272	36,3

Çizelge 4.1. Devamı

JaMur	0,465	0,364	27,8		JaMur	0,373	0,282	32,4
El-toro	0,394	0,373	5,5		El-toro	0,355	0,235	51,4
Zenith	0,298	0,212	40,6		Zenith	0,226	0,314	-28,0
Zeon	0,407	0,397	2,6		Zeon	0,304	0,250	21,4
JM23	0,344	0,366	-5,9		JM23	0,363	0,197	84,5
JM32	0,387	0,334	16,0		JM32	0,352	0,192	83,2
JM34	0,431	0,392	10,0		JM34	0,367	0,271	35,7
JMe50	0,306	0,377	-18,7		JMe50	0,263	0,204	28,5
MJ100	0,389	0,431	-9,7		MJ100	0,416	0,285	46,0
MJ106	0,450	0,436	3,3		MJ106	0,374	0,280	33,5
MJ107	0,368	0,428	-14,0		MJ107	0,303	0,182	66,7
MJ13	0,488	0,448	8,9		MJ13	0,415	0,296	40,2
MJ23	0,448	0,435	2,8		MJ23	0,281	0,225	25,0
MJ26	0,479	0,408	17,4		MJ26	0,418	0,336	24,6
MJ30	0,411	0,397	3,6		MJ30	0,388	0,203	91,7
MJ31	0,496	0,471	5,2		MJ31	0,433	0,339	27,6
MJ34	0,514	0,426	20,5		MJ34	0,369	0,310	18,9
MJ35	0,372	0,432	-13,9		MJ35	0,312	0,185	68,4
MJ46	0,485	0,411	18,0		MJ46	0,478	0,274	74,6
MJ59	0,533	0,288	85,0		MJ59	0,411	0,167	146,4
MJ67	0,502	0,460	9,1		MJ67	0,428	0,160	167,3
MJ68	0,460	0,518	-11,3		MJ68	0,382	0,397	-3,8
MJ7	0,403	0,393	2,6		MJ7	0,424	0,188	125,9
MJ73	0,521	0,458	13,8		MJ73	0,379	0,231	63,9

Çizelge 4.1. Devamı

MJ77	0,443	0,477	-7,0		MJ77	0,394	0,198	98,4
MJ78	0,513	0,459	11,7		MJ78	0,375	0,357	5,0
MJ79	0,437	0,474	-7,6		MJ79	0,475	0,374	26,9
MJ92	0,533	0,485	9,9		MJ92	0,451	0,260	73,5
MJ94	0,401	0,427	-6,2		MJ94	0,363	0,273	32,9
MJe116	0,432	0,400	8,0		MJe116	0,371	0,318	16,8
zml	0,400	0,400	0,1		zml	0,349	0,305	14,7
ort	0,439	0,411	8,2		ort	0,376	0,260	51,9
min	0,298	0,212	-18,7		min	0,226	0,152	-28,0
max	0,566	0,518	85,0		max	0,478	0,397	167,3
Lsd (0.05)	0,065	0,059			Lsd (0.05)	0,058	0,063	

2022 yılı Haziran-Temmuz-Ağustos ayları boyunca alınan NDVI verilerinin dönemsel ortalamasının gölge ve kontrol parsellerinde sırasıyla 0.625 ile 0.512 (ort. 0.583) ve 0.604-0.459 (ort. 0.530) arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.). Çimlerin aktif büyüme ve gelişme gösterdikleri yaz döneminde NDVI değerlerinin de artarak kış ve ilkbahar dönemsel ortalamalarının üzerinde olduğu saptanmıştır. 2022 yaz aylarında gölge stresi altındaki hibrit çeşit adaylarından 3 tanesinin (MJ26, MJ68 ve MJ35) kontrollerine benzer, diğerlerinin ise %5 ile %24'e varan oranda daha yüksek NDVI değerleri sağladıkları görülmüştür. Aynı dönemde gölge stresi altında ticari şahitlerden Zeon kontrol parseline göre %8 oranında daha düşük, diğerleri ise %2-%15 arasında daha yüksek NDVI değerleri almıştır (Çizelge 4.2.). Gölge stresi başlatıldıktan yaklaşık 1 yıl sonra yaz dönemsel ortalama NDVI değerlerinin gölge stresi altında daha yüksek bulunması ilk bakışta şaşırtıcı bir durumdur. Öte yandan gölge stresi altında çimlerin gölgeden sakınma mekanizması sonucu boğum aralarını uzatarak ve böylece daha hızlı uzayarak NDVI okuma alanı içine giren yaprak dokusunun arttırmış olması nedeniyle okumalarda daha yüksek değerler aldığı sonucuna varılmıştır. Daha önce tamamlanan diğer çalışmalarda da gölge koşullar altında büyüyen çimlerde en sık

karşılaşılan morfolojik değişiklikler; yaprak ve gövde kalınlığında incelme, yaprak uzunluğu ve genel bitki boyunda artış, düşük çim yoğunluğu, daha uzun boğumlar arası mesafesi ve daha dikine büyüme karakteri ile tarif edilmiştir (Beard, 1973; Dudeck ve Peacock, 1992; McBee ve Holt, 1966; Wherley vd. 2005). Nitekim araştırma süresince hem kontrol hem de gölge altındaki tüm parseller ortalama 10 günde bir eşit yükseklikten (5 cm) biçilmesine rağmen biçimden sonraki 10.günde gölge stresi altındaki çimlerin daha uzun yaprak/sürgünler ile daha yüksek çim kanopisi oluşturduğu ve yapılacak biçimin hemen öncesinde gerçekleştirilen NDVI okumalarında daha yüksek değerler aldığı arazide de gözlemlenmiştir.

Sonbahar aylarında alınan NDVI değerleri incelendiğinde ilgili çeşitlere bağlı olarak dönemsel ortalamaların gölge ve kontrol parsellerinde sırasıyla 0.627 ile 0.495 (ort. 0.594) ve 0.654-0.506 (ort. 0.578) arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.). Bu dönemde Zoysia çimlerinin neredeyse tamamının hala aktif büyümeyi devam ettirmeleri ve henüz dormansiye girmemeleri nedeniyle ortalama NDVI değerlerinin yaz dönemi ile paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu dönemde gölge stresi altındaki hibrit çeşit adaylarından 10 tanesinin (JM32, MJ31, MJ7, MJ23, JM34, MJ100, MJ46, MJ73, MJ78 ve MJ94) %6 ile %16' ya varan oranda daha yüksek; diğerlerinin ise $\pm$ %5' e varan oranda kontrollerine benzer NDVI değerleri sağladıkları görülmüştür.

Çizelge 4.2. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açık alanda (kontrol) yetişen Zoysia çimlerinin ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin yaz (Haziran-Temmuz-Ağustos 2022) ve Sonbahar (Eylül-Ekim-Kasım 2022) dönemsel ortalama NDVI değerleri ve kontrol (güneş alan) parsellerine göre NDVI değerlerindeki değişim.

NDVI								
Ticari Çeşitler/ Hibritler	Yaz (2022)				Ticari Çeşitler/ Hibritler	Sonbahar (2022)		
	Gölge	Kontrol	% fark			Gölge	Kontrol	% fark
Emerald	0,568	0,541	5,1		Emerald	0,604	0,587	2,8
Empire	0,597	0,556	7,3		Empire	0,599	0,567	5,5
JaMur	0,604	0,590	2,3		JaMur	0,595	0,572	4,0
El-toro	0,609	0,529	15,2		El-toro	0,546	0,541	0,9
Zenith	0,520	0,504	3,2		Zenith	0,563	0,540	4,3

Çizelge 4.2. Devamı

Zeon	0,515	0,558	-7,7	Zeon	0,575	0,553	4,0
JM23	0,588	0,513	14,8	JM23	0,617	0,596	3,5
JM32	0,564	0,505	11,7	JM32	0,590	0,507	16,4
JM34	0,599	0,551	8,6	JM34	0,591	0,551	7,2
JMe50	0,512	0,459	11,6	JMe50	0,495	0,511	-3,3
MJ100	0,616	0,516	19,4	MJ100	0,615	0,580	6,1
MJ106	0,576	0,478	20,4	MJ106	0,594	0,593	0,2
MJ107	0,577	0,511	12,8	MJ107	0,602	0,576	4,5
MJ13	0,591	0,526	12,3	MJ13	0,627	0,602	4,2
MJ23	0,592	0,528	12,2	MJ23	0,619	0,576	7,4
MJ26	0,609	0,604	0,7	MJ26	0,592	0,654	-9,6
MJ30	0,612	0,570	7,4	MJ30	0,610	0,615	-0,8
MJ31	0,587	0,499	17,7	MJ31	0,573	0,506	13,3
MJ34	0,594	0,562	5,8	MJ34	0,564	0,598	-5,7
MJ35	0,538	0,540	-0,2	MJ35	0,613	0,606	1,2
MJ46	0,616	0,548	12,4	MJ46	0,621	0,586	6,0
MJ59	0,575	0,474	21,2	MJ59	0,575	0,602	-4,5
MJ67	0,577	0,466	23,8	MJ67	0,625	0,601	3,9
MJ68	0,584	0,570	2,5	MJ68	0,605	0,625	-3,3
MJ7	0,586	0,528	10,9	MJ7	0,598	0,547	9,2
MJ73	0,584	0,534	9,4	MJ73	0,606	0,570	6,3
MJ77	0,604	0,548	10,2	MJ77	0,616	0,613	0,6
MJ78	0,625	0,528	18,5	MJ78	0,623	0,580	7,5
MJ79	0,574	0,534	7,5	MJ79	0,565	0,588	-3,8

Çizelge 4.2. Devamı

MJ92	0,601	0,508	18,2		MJ92	0,622	0,615	1,1
MJ94	0,561	0,511	9,7		MJ94	0,575	0,541	6,3
MJe116	0,579	0,548	5,6		MJe116	0,595	0,590	0,9
zm1	0,599	0,566	5,8		zm1	0,598	0,590	1,4
ort	0,583	0,530	10,186		ort	0,594	0,578	2,970
min	0,512	0,459	-7,666		min	0,495	0,506	-9,553
max	0,625	0,604	23,820		max	0,627	0,654	16,427
Lsd (0.05)	0,028	0,034			Lsd (0.05)	0,027	0,034	

Gölge stresi başlatıldıktan yaklaşık iki yıl sonra zoysia çimlerinin aktif büyüdüğü 2023 yaz döneminde ortalama NDVI değerlerinin gölge ve kontrol parsellerinde sırasıyla 0.629 ile 0.486 (ort. 0.551) ve 0.583-0.508 (ort. 0.537) arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.). Hibrit çeşit adaylarından 8 tanesinin (MJ67, MJ46, MJ59, MJ23, MJ31, MJ79, JM34 ve MJ116) gölge stresi altında kontrollerine göre ortalama %16-%8 oranında daha yüksek NDVI değerleri aldıkları saptanmıştır. Öte yandan hibritlerden 4 tanesinin (ZM1, MJ107, MJ7, JM32) ortalama %6-10 civarında daha düşük ve geri kalan diğerlerinin ise kontrollerine benzer ($\pm$ %5) NDVI değerleri sürdürdükleri bulunmuştur. Gölge stresi altında şahit ticari çeşitlerden Zenith kontrolüne göre %8 daha düşük, diğerlerinin ise %2 ile %11 oranında yüksek NDVI değerleri aldıkları görülmektedir. Bu dönemde gölge stresi altında hibrit çeşit adaylarımızın ve ticari şahitlerin NDVI değerleri sırasıyla 0.589- 0.507 ve 0.629-0.486 arasında varyasyon göstermiştir. Gölge stresi altında geçen ikinci yılın sonunda hibrit çeşit adaylarımızdan özellikle MJ46 ve MJ67'ın ort.0.629-0.616 ile en yüksek NDVI değerlerini aldıkları ve aynı tarihte ort. 0.562 alan tüm ticari şahitlerden yaklaşık %12 daha yüksek NDVI sağlayarak tüm ticari şahitleri ve diğer hibritleri geride bıraktıkları görülmüştür.

Çizelge 4.3. Arazi koşullarında %70 Gölge stresi altında ve açık alanda (kontrol) yetişen Hibrit Zoysia çimlerinin ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin 2023-Yaz dönemi ortalama NDVI değerleri ve kontrol parsellerine göre NDVI değerlerindeki meydana gelen % fark.

NDVI			
Ticari Çeşitler/ Hibritler	Yaz (2023)		
	Gölge	Kontrol	% fark
Emerald	0,571	0,558	2,4
Empire	0,589	0,548	7,5
JaMur	0,579	0,520	11,4
El-toro	0,574	0,528	8,8
Zenith	0,507	0,553	-8,3
Zeon	0,554	0,538	2,9
JM23	0,549	0,533	3,0
JM32	0,502	0,538	-6,7
JM34	0,555	0,508	9,2
JMe50	0,502	0,518	-3,1
MJ100	0,534	0,523	2,2
MJ106	0,551	0,543	1,4
MJ107	0,486	0,518	-6,1
MJ13	0,523	0,513	1,9
MJ23	0,565	0,508	11,2
MJ26	0,540	0,568	-5,0
MJ30	0,554	0,563	-1,6
MJ31	0,570	0,508	12,2
MJ34	0,554	0,558	-0,7

Çizelge 4.3. Devamı

MJ35	0,535	0,530	1,0
MJ46	0,616	0,543	13,4
MJ59	0,563	0,508	10,8
MJ67	0,629	0,538	16,9
MJ68	0,549	0,558	-1,6
MJ7	0,532	0,563	-5,5
MJ73	0,562	0,543	3,6
MJ77	0,529	0,543	-2,7
MJ78	0,563	0,543	3,7
MJ79	0,566	0,508	11,4
MJ92	0,591	0,583	1,3
MJ94	0,544	0,533	2,1
MJe116	0,549	0,508	8,1
zml	0,509	0,568	-10,4
ort	0,551	0,537	2,9
min	0,486	0,508	-10,4
max	0,629	0,583	16,8
Lsd (0.05)	0,031	0,021	

4.2 Relatif klorofil içeriği

Klorofil içeriğine ait alınan tüm veriler mevsimler bazında bir araya getirilerek analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4, 5 ve 6' da sunulmuştur. Analiz sonuçları gölge stresi altında ve açık alan (kontrol) koşullarının her birinde hibrit çeşit adayları ve ticari şahitler arasında klorofil değerleri açısından görülen farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğunu ortaya koymuştur.

Zoysia çimlerinin kış dönemine ait klorofil içeriklerinin gölge ve kontrol parsellerinde sırasıyla; 160-55 (ort. 105) ve 161-56 (ort. 116) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Kış döneminde gölge stresi altında çeşit adaylarından 14 tanesinde (%51' inde) klorofil değerlerinin kontrollerine göre %45 ile %7 arasında değişen oranlarda daha düşük, 8 tanesinde (%30) %30 ile %7 oranları arasında daha fazla olduğu ve diğerlerinde ise $\pm$ %5 ile benzer aralıkta olduğu saptanmıştır. Bu kapsamda kış aylarında gölge stresi altında özellikle MJ59, MJ67, MJ46, MJ106 ve MJ100 kodlu hibritlerin ortalama 160-126 klorofil indeks değerleri ile çalışmada kullanılan şahit çeşitlerden Emerald'a eşdeğer (ort.160 indeks değeri) ve 109-55 indeks değerleri alan diğer ticari şahitlerden daha üstün klorofil içeriğine sahip çeşit adayları olduğu tespit edilmiştir (izelge 4.4.).

Mart-Mayıs aylarını kapsayan ilkbahar dönemsel klorofil içeriklerinin gölge ve kontrol parsellerinde sırasıyla, 170 ile 71 (ort. 129) ve 127-65 (ort. 93) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu dönemde ticari şahit çeşitler Zenith ve Zeon ve çeşit adayı MJ68 hariç genel olarak gölge stresi altındaki klorofil içeriklerinin her bir Zoysia çiminde kendi kontrollerine göre %98 (MJ67) ile %18 arasında değişen oranlarda daha yüksek olduğu ve bu haliyle sonuçların NDVI değerleriyle paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu dönemde gölge stresi altında özellikle MJ100, MJ79, MJ59, MJ46 ve MJ92 kodlu hibritler ortalama 170-155 klorofil indeks değerleri ile şahit çeşitlerden Emerald'a eşdeğer ve diğer ticari şahitlerden (138-71) ise daha yüksek klorofil içeriği oluşturmuştur (izelge 4.4.). Bu dönemde hibrit çeşit adayımız MJ68 ortalama 125 indeks değeri ile gölge stresi ve kontrol parsellerinde benzer klorofil içeriğini sürdürürken ticari şahitlerden Zenith ve Zeon çeşitlerinin klorofil içeriklerinde gölge stresi altında %22-%5 oranında kayıp saptanmıştır.

Çizelge 4.4. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açık alanda (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin yaprak klorofil içeriklerinin kış (Aralık 2021-Şubat 2022) ve ilkbahar (Mart-Mayıs 2022) dönemsel ortalaması ve kontrol parsellerine göre farkı (%).

Relatif Klorofil İçeriği							
Çeşitler/ Hibritler	Kış (2021-2022)			Çeşitler/ Hibritler	İlkbahar-2022		
	Gölge	Kontrol	% fark		Gölge	Kontrol	%fark
Emerald	160	139	15	Emerald	154	83	86
Empire	98	96	2	Empire	138	94	46
JaMur	109	101	8	JaMur	133	107	24
El-toro	98	90	9	El-toro	137	92	50
Zenith	55	56	-3	Zenith	71	91	-22
Zeon	65	109	-40	Zeon	94	99	-5
JM23	73	86	-15	JM23	108	71	53
JM32	97	89	10	JM32	104	81	28
JM34	120	125	-3	JM34	122	93	32
JMe50	89	110	-20	JMe50	93	79	18
MJ100	126	113	12	MJ100	170	107	59
MJ106	133	112	19	MJ106	124	80	55
MJ107	64	117	-45	MJ107	107	77	39
MJ13	98	116	-16	MJ13	149	105	42
MJ23	116	118	-1	MJ23	98	79	24
MJ26	80	127	-37	MJ26	147	124	18
MJ30	134	136	-1	MJ30	126	86	46
MJ31	99	121	-18	MJ31	131	110	19
MJ34	99	159	-38	MJ34	146	115	27

Çizelge 4.4. Devamı

MJ35	74	134	-45		MJ35	101	81	25
MJ46	136	118	15		MJ46	155	89	74
MJ59	159	127	25		MJ59	157	82	92
MJ67	144	111	30		MJ67	138	70	98
MJ68	95	161	-41		MJ68	123	127	-3
MJ7	97	104	-7		MJ7	138	87	58
MJ73	144	137	5		MJ73	136	95	43
MJ77	133	128	3		MJ77	142	92	55
MJ78	85	80	7		MJ78	124	93	33
MJ79	105	122	-14		MJ79	159	117	35
MJ92	151	141	7		MJ92	162	96	68
MJ94	74	104	-28		MJ94	106	77	38
MJe116	80	116	-31		MJe116	127	102	25
zml	79	129	-39		zml	127	106	20
ort	105,0	116,0	-8,3		ort	128,6	93,3	39,4
min	54,6	56,4	-45,4		min	70,7	64,6	-22,
max	159,8	161,3	30,3		max	169,6	127,0	97,8
Lsd (0.05)	29,0	21,8			Lsd (0.05)	23,1	15,1	

Hava sıcaklıkları açısından optimum büyüme ve gelişmenin sağlandığı yaz döneminde (2022) klorofil içeriklerinin ilkbahara göre artış gösterdiği ve gölge ve kontrol parsellerinde sırasıyla 289-151 (ort.215) ve 270-128 (ort.183) arasında varyasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Bu dönemde gölge stresi altında klorofil içeriğinde ticari şahitler Zenith ve Zeon’da ort. %20 ve hibrit çeşitlerden MJ35 ve MJ26’ da ort. %13- %7 oranında azalma saptanırken, MJ106, MJ13, MJ67, MJ68 ve MJ77 kodlu hibritlerin kontrollerine benzer; öte yandan geri kalan diğer tüm hibritler ve şahit çeşitlerin klorofil

içeriğinde ise %71-%6 arasında değişen oranlarda artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.).

Sonbahar döneminde gölge stresi altındaki çimlerin klorofil içeriklerinin ticari şahitlerden El-Toro, Zenith ve Zeon'da ort. %7 ve hibrit çeşit adaylarından 9 tanesinde (JM34, JME50, MJ107, MJ13, MJ26, MJ68, MJ77, MJ92 ve MJ116) yaklaşık %22-%5 oranında kontrollerine göre daha düşük oranda olduğu saptanmıştır. Öte yandan gölge stresi altında diğer hibrit çeşit adaylarımızın %22'sinde klorofil içeriğinin kontrollerine benzer ve geri kalan %45'inde ise %36-%6 oranında daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu dönemde gölge stresi altında hibrit çeşit adaylarımızdan MJ59, MJ34 ve MJ73'ün yaklaşık 250 klorofil indeks değeri ile aynı dönemde 233-176 indeks değerlerine sahip tüm şahitleri ve diğer hibritleri geride bıraktıkları görülmektedir (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açık alanda (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin yaprak klorofil içeriklerinin yaz (Haziran-Ağustos 2022) ve sonbahar (Eylül-Kasım 2022) dönemsel ortalaması ve kontrol parsellerine göre farkı (%).

Relatif Klorofil İçeriği								
Ticari Çeşitler/ Hibritler	Yaz 2022				Ticari Çeşitler/ Hibritler	Sonbahar 2022		
	Gölge	Kontrol	% fark			Gölge	Kontrol	% fark
Emerald	228	167	36		Emerald	233	169	38
Empire	249	185	34		Empire	204	167	22
JaMur	230	203	13		JaMur	217	162	34
El-toro	191	151	26		El-toro	176	190	-7
Zenith	152	189	-20		Zenith	182	178	2
Zeon	171	210	-19		Zeon	180	164	10
JM23	213	194	9		JM23	202	170	19
JM32	206	154	34		JM32	192	180	7
JM34	246	173	42		JM34	207	218	-5

Çizelge 4.5. Devamı

JMe50	177	122	45		JMe50	149	188	-21
MJ100	245	185	32		MJ100	203	191	6
MJ106	194	186	4		MJ106	209	173	20
MJ107	203	192	6		MJ107	191	202	-5
MJ13	219	224	-3		MJ13	203	235	-14
MJ23	207	178	17		MJ23	209	203	3
MJ26	251	270	-7		MJ26	198	254	-22
MJ30	220	161	37		MJ30	219	194	13
MJ31	217	162	34		MJ31	186	173	7
MJ34	289	169	71		MJ34	253	211	20
MJ35	151	173	-13		MJ35	196	191	3
MJ46	237	185	28		MJ46	215	208	3
MJ59	207	161	28		MJ59	249	200	25
MJ67	202	199	2		MJ67	218	209	4
MJ68	237	239	-1		MJ68	207	253	-18
MJ7	212	173	23		MJ7	186	176	6
MJ73	201	145	39		MJ73	253	186	36
MJ77	208	204	2		MJ77	191	207	-8
MJ78	241	201	20		MJ78	221	226	-2
MJ79	211	188	12		MJ79	180	153	17
MJ92	241	185	31		MJ92	209	227	-8
MJ94	184	151	22		MJ94	176	153	15
MJe116	196	173	14		MJe116	185	209	-12
zml	249	197	26		zml	217	214	2

Çizelge 4.5. Devamı

ort	214,7	183,4	18,9		ort	203,5	194,9	5,8
min	151,2	121,7	- 19,95		min	148,9	153,1	-21,9
max	288,8	270,4	70,7		max	253,1	254,3	37,9
Lsd (0.05)	29,7	28,2			Lsd (0.05)	22,8	26,2	

Gölge stresi başlatıldıktan yaklaşık iki yıl sonra aktif büyüme döneminde (Haziran 2023) yaprak klorofil indeks değerlerinin gölge ve kontrol parsellerinde sırasıyla 285-107 (ort. 191) ve 304-110 (ort. 179) arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6.). Hibrit çeşit adaylarından 12 tanesinin (JM32, JM34, Jme50, MJ31, MJ34, MJ46, MJ59, MJ73, MJ78, MJ79, MJ92 ve MJel16) gölge stresi altında kontrollerine göre ortalama %97-%8 oranında daha yüksek klorofil değerleri aldıkları saptanmıştır. Öte yandan hibritlerden 10 tanesinin (MJ100, MJ106, MJ107, MJ13, MJ23, MJ26, MJ30, MJ77, MJ94 ve Zm1) ortalama %48-6 civarında daha düşük ve geri kalan 5 tanesinin ise (MJ68, MJ67, MJ7, MJ35 ve JM23) ise kontrollerine benzer ($\pm$ %5) klorofil içeriklerine sahip oldukları bulunmuştur. Gölge stresi altında şahit ticari çeşitlerden Emerald ve JaMur kontrolüne göre %14-%8 daha düşük, diğerlerinin ise %5 ile %42 oranında yüksek klorofil değerleri aldıkları görülmektedir. Hibrit çeşit adaylarımızdan MJ46, MJ92 ve MJ73'ün gölge stresi altında ort. 285-265 indeks değerleri ile Empire hariç tüm ticari şahitleri ve diğer hibritleri geride bıraktıkları görülmüştür.

Genel olarak tüm dönemler baz alındığında gölge stresi altında zoysia çimlerinin klorofil değerlerinin bazı çeşitlerde azaldığı, bazılarında arttırıldığı ve bir kısmında ise kontrollerine benzer oranda sürdürüldüğü tespit edilmiştir. Benzer şekilde Baldwin vd. (2008) tarafından gölge stresi altında 42 farklı Bermuda çimi çeşidinin klorofil içeriği açısından farklı tepkiler verdiği ve bir kısmında güneşte yetişen kontrollerine göre %42 artış ve diğer bir kısmında ise %66'ya varan oranda artış olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar Bermuda çimi özelinde gölgeye daha toleranslı çeşitlerin gölge altında kontrollerine göre klorofil seviyelerinde daha az azalma gösterdiklerini bildirmişlerdir (Baldwin vd., 2008). Gölge stresi altında düşük ışık kalitesi ve şiddetine tepki olarak bitkilerin toplam klorofil

miktarları, klorofil a ve b oranları ve fotosistem I ve fotosistem II merkezlerinin birbirlerine oranları açısından değişime gidebildikleri belirtilmiştir (Taiz vd., 2023).

Yukarı doğru ve hızlandırılmış bitki büyümesi ve daha fazla ışık dalga boyunu yakalamak için yaprak alanının artması, gölgeye hassas bitkiler için gölgeye uyum sağlama stratejisi olarak kabul edilir ve bu durum gölgeden kaçınma sendromu (SAS) olarak bilinir. Gölgeden kaçınma sendromu gösteren çeşit adaylarında artan yaprak alanının bir sonucu olarak daha fazla klorofil değeri sağlamaları mümkündür. Nitekim yapılan araştırmalarda gölge altında artan yaprak alanına paralel olarak klorofil içeriği daha yüksek olan büyük hacimli kloroplastlar gözlemlenmiştir (Wherley vd., 2005; Gardner & Goss 2015).

Çizelge 4.6. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari zoysia çim çeşitlerinin yaprak klorofil içeriklerinin yaz (Haziran-Ağustos 2022) ve sonbahar (Eylül-Kasım2022) dönemsel ortalaması ve kontrol parsellerine göre farkı (%).

Relatif klorofil İçerği			
Ticari Çeşitler/ Hibritler	Yaz-2023		
	Gölge	Kontrol	% fark
Emerald	161	188	-14,3
Empire	265	186	42,2
JaMur	248	270	-8
El-toro	154	158	5
Zenith	154	147	5
Zeon	194	179	8,1
JM23	192	197	-2,8
JM32	197	149	32,1

Çizelge 4.6. Devamı

JM34	171	154	11,0
JMe50*	183	141	29,4
MJ100	186	206	-9,9
MJ106	170	184	-7,6
MJ107	118	173	-31,7
MJ13*	216	233	-7,5
MJ23*	156	164	-5,2
MJ26*	190	304	-37,6
MJ30*	182	197	-7,9
MJ31*	224	162	37,9
MJ34*	163	110	47,6
MJ35*	193	192	0,5
MJ46*	285	145	96,8
MJ59*	186	134	38,7
MJ67*	178	185	-4,0
MJ68*	182	183	-0,8
MJ7*	170	165	3,0
MJ73	264	142	85,4
MJ77	117	227	-48,4
MJ78	174	134	29,8
MJ79	161	149	7,7
MJ92	266	228	16,4
MJ94	107	167	-36,2
MJe116*	180	160	12,5

Çizelge 4.6. Devamı

zml	200	215	-7,0
ort	191	179	10,5
min	106,8	110,3	-48,4
max	285,3	304,3	96,8
Lsd (0.05)	39,4	41,2	

4.3 Sürgün yoğunluğu

Gölge stresine maruz bırakıldıktan yaklaşık 2 yıl sonra Zoysia çimlerinin birim alanda oluşturdıkları sürgün sayısı belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.7' de sunulmuştur. Analiz sonuçları gölge ve kontrol grubunda çeşit adayları ve ticari şahitler arasında sürgün yoğunluğu açısından görülen farkların istatistiki olarak önemli olduğunu göstermiştir. Genel olarak gölge stresi altında sürgün yoğunluğun yaklaşık %42 oranında azaldığı görülmektedir. Benzer şekilde farklı Zoysia çim çeşitlerinin gölgeye dayanıklılıkları karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği çalışmalarda çim yoğunluğunun gölge stresi altında genel olarak azaldığı ve öte yandan çeşitler arasında mevcut yoğunluğu koruma ve oluşan azalma açısından genetik farklılıklar olduğu bulunmuştur (Riffell vd., 1995; Wherley vd., 2011).

Sürgün yoğunluğu genel ortalamalarının gölge ve kontrol parsellerinde sırasıyla 90-13 adet (ort. 50 adet) ve 130-19 adet (ort. 85 adet) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ticari şahitlerde gölge stresi altında sürgün yoğunluğunun ortalama %70 (Zeon) ile %27 (Emerald) arasında azaldığı saptanmıştır. Hibrit çeşit adaylarımızın gölge stresi altında sürgün yoğunluklarındaki değişime bakıldığında MJ26, MJ30 ve MJ46 kodlu hibritlerimizde %35-%8 oranında artış; MJ79 nolu hibritte kontrolüne benzer ve diğerlerinde ise %88-%7 oranları arasında değişen azalma saptanmıştır (Çizelge 4.7). Genel olarak düşük ışık yoğunluğunun çimlerde fotosentetik kapasiteyi düşürerek, kardeşlenme oranında azalmaya ve nihayetinde karbonhidrat rezervlerinin zaman içinde tükenmesi sonucu bitkilerin alanda seyrelmesine ve ölümlerine neden olabildiği bildirilmektedir (Schmidth and Blaser, 1967; Winstead and Ward, 1974; Gardner & Gross, 2013).

Sonuçlar çeşit adaylarımız içinde başta MJ46, MJ30, MJ26 ve MJ79 olmak üzere gölge stresi altında sürgün oluşturma (kardeşlenme) özelliğini sürdürerek, daha fazla ışık absorbe ederek fotosentetik kabiliyetini arttırabilen ve dolayısıyla gölgeye daha iyi tolerans gösterebilen hibritlerin varlığına işaret etmektedir. Benzer şekilde Peterson vd. (2014) tarafından yürütülen çalışmada Zoysia çimlerinin gölge stresi altında sürgün yoğunluğunun azaldığı; öte yandan türler arası melezlemeler ile geliştirilen bazı hibrit çeşitlerde kaybın sadece %1 olduğu ve Meyer gibi *Z. japonica* çeşitlerinde ise %47'ye varan oranda seyrelme olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.7. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açık alanda (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin sürgün yoğunluk değerleri (adet/cm²) ve kontrol parsellerine göre meydana gelen değişim (%).

Sürgün yoğunluğu			
Ticari Çeşitler/ Hibritler	Adet / x cm ²		
	Gölge	Kontrol	% fark
Emerald	90,3	124,3	-27,4
Empire	57,3	118,9	-51,8
JaMur	49,8	129,8	-61,7
El-toro	35,8	94,3	-62,1
Zenith	36,5	76,0	-52,0
Zeon	29,0	98,4	-70,5
JM23	49,8	95,0	-47,6
JM32	38,0	84,1	-54,8
JM34	39,3	109,4	-64,1
JMe50	13,5	114,8	-88,2
MJ100	80,8	86,7	-6,8
MJ106	44,3	70,3	-37,1
MJ107	35,5	91,6	-61,2
MJ13	48,0	100,9	-52,4

Çizelge 4.7. Devamı

MJ23	40,3	100,2	-59,8
MJ26	65,0	48,0	35,4
MJ30	49,5	46,0	7,6
MJ31	48,3	71,4	-32,5
MJ34	43,0	71,6	-39,9
MJ35	48,5	71,2	-31,9
MJ46	87,0	70,0	24,3
MJ59	57,5	108,8	-47,1
MJ67	51,0	91,8	-44,4
MJ68	59,8	69,8	-14,4
MJ7	27,8	59,4	-53,3
MJ73	58,3	66,1	-11,9
MJ77	63,0	74,8	-15,8
MJ78	50,8	85,8	-40,8
MJ79	66,3	68,7	-3,5
MJ92	68,0	79,3	-14,3
MJ94	33,5	84,4	-60,3
MJe116	57,0	80,4	-29,1
zml	52,0	115,6	-55,0
ort	49,7	84,6	
min	13,5	19,1	
max	90,3	129,8	
Lsd (0.05)	14,5	19,1	

Gölge stresi altında sürgün yoğunluğunda meydana gelen değişim aynı zamanda görsel 1-9 skalası kullanılarak deneme başlatıldıktan 1 ve 2 yıl sonra (2022 ve 2023 yıllarında) çimlerin aktif büyüdüğü Haziran-Temmuz döneminde belirlenmiştir (Çizelge 4.8.). Görsel 1-9 yoğunluk skalasında 9=çok yoğun ve 1=çok seyrek sürgün yoğunluğunu ifade etmektedir. Bu gözlemlere ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.8' de sunulmuştur. Analiz sonuçları her iki yılda da çeşit adayları ve ticari şahitler arasında görsel çim yoğunluğu açısından görülen farkların istatistiki olarak önemli olduğunu göstermiştir. Sonuçlar gölge stresinin çim yoğunluğunu olumsuz etkilediği ve stres altında geçen süre arttıkça çim yoğunluğundaki azalmanın arttığını ortaya koymuştur. Nitekim gölge stresi altında geçen birinci ve ikinci senenin ardından çeşit adayları ve ticari şahitlerin çim yoğunluğunun kontrol parsellerine göre sırasıyla ortalama %19 ve %42 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Düşük ışık yoğunluğu ve kalitesine rağmen kontrol parsellerine eşdeğer ve üstü sürgün oluşturabilme gölge stresine toleransın önemli göstergelerinden biridir (Beard, 1973). Gölge stresi altında geçen yaklaşık 1 yıl sonra sürgün yoğunluğundaki azalma hibrit çeşit adaylarında %6 ile %43, ticari şahitlerde ise %20 ile %51 arasında varyasyon göstermiştir. Bu kapsamda özellikle MJ26, MJ30, MJ31, MJ46 nolu çeşit adayları sadece %6-9 oranında azalış ile tüm ticari şahitleri geride bırakarak sürgün yoğunluklarını en iyi koruyan çeşitler olarak öne çıkmıştır. Stres altında geçen ikinci yılın sonunda (2023) ise sürgün yoğunluğundaki azalma hibrit çeşit adaylarımızda %8 ile %69 arasında varyasyon gösterirken bu oran ticari şahitlerde %29 ile %70 oranında gerçekleşmiştir. İlk yıl sonuçlarına benzer bir trend ile gölge stresi altında çim yoğunluğunu en iyi koruyan çeşitlerimizin sadece %8-%20 azalma ile MJ46, MJ30, MJ26 ve MJ79 nolu hibritler olduğu ve bu özellik açısından tüm ticari çeşitlere üstünlük sağladıkları tespit edilmiştir. Ayrıca görsel alınan çim yoğunluk sonuçlarının sayım sonucu ile elde edilen sürgün yoğunluğu verileriyle örtüştüğü ve nitekim benzer çeşit adaylarının her iki analizlerde de en iyi performansı gösteren çeşitler olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.8. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açıkta (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin Görsel Çim Yoğunluk Değerleri (1-9 skalası) ve kontrol parsellerine göre meydana gelen değişim (%).

Genel Çim yoğunluğundaki değişim (1-9 skalası; 9= çok yoğun; 1= çok seyrek)								
	Yoğunluk 2022				Yoğunluk 2023			
	Kontrol	Gölge	%fark		Kontrol	Gölge	%fark	
Emerald	8,8	7,0	-20,8	Emerald	7,7	4,8	-37,0	
Empire	6,8	5,4	-21,0	Empire	6,9	4,9	-29,0	
JaMur	6,8	5,5	-19,5	JaMur	6,8	4,5	-33,8	
El-toro	6,8	5,5	-19,5	El-toro	6,2	4,4	-29,4	
Zenith	6,2	3,0	-51,4	Zenith	5,5	1,7	-69,7	
Zeon	8,3	4,8	-42,8	Zeon	8,3	3,0	-64,0	
JM23	7,3	6,0	-18,2	JM23	7,0	4,0	-42,9	
JM32	6,7	4,8	-28,5	JM32	6,7	2,8	-58,5	
JM34	7,3	6,0	-18,2	JM34	6,8	3,8	-44,9	
JMe50	5,2	4,2	-18,1	JMe50	5,1	1,6	-68,6	
MJ100	8,5	6,7	-21,6	MJ100	8,3	5,3	-36,8	
MJ106	8,2	5,8	-29,4	MJ106	7,8	3,7	-53,2	
MJ107	8,2	6,2	-24,5	MJ107	8,0	3,7	-54,0	
MJ13	7,8	6,5	-17,0	MJ13	7,7	4,7	-39,1	
MJ23	7,3	6,2	-15,9	MJ23	6,8	3,2	-53,7	
MJ26	7,5	7,1	-5,8	MJ26	7,5	6,0	-20,0	
MJ30	7,3	6,9	-6,4	MJ30	7,0	5,8	-17,1	
MJ31	6,5	6,0	-7,7	MJ31	6,7	4,5	-32,5	
MJ34	7,8	6,7	-14,9	MJ34	7,2	3,7	-48,8	

Çizelge 4.8. Devamı

MJ35	7,7	5,8	-24,8	MJ35	7,3	3,2	-56,8
MJ46	7,8	7,2	-8,5	MJ46	7,5	6,9	-8,0
MJ59	7,3	6,5	-11,4	MJ59	7,3	4,7	-36,4
MJ67	7,3	5,4	-25,9	MJ67	7,2	4,8	-33,5
MJ68	7,6	6,7	-12,3	MJ68	7,5	4,7	-37,3
MJ7	7,5	6,2	-17,3	MJ7	7,2	3,3	-53,5
MJ73	7,5	6,5	-13,3	MJ73	7,2	5,1	-28,8
MJ77	8,3	6,4	-22,8	MJ77	8,2	3,2	-61,2
MJ78	7,8	6,9	-12,3	MJ78	7,8	3,7	-53,2
MJ79	7,0	5,9	-15,7	MJ79	6,8	5,5	-20,0
MJ92	8,3	6,3	-24,8	MJ92	8,2	4,8	-40,8
MJ94	6,7	6,0	-10,0	MJ94	6,7	3,3	-51,0
MJe116	7,3	6,6	-9,5	MJe116	7,3	4,2	-43,2
zml	6,7	5,5	-17,5	zml	6,6	4,5	-31,5
Ort	7,4	6,0	-19,1	Ort	7,2	4,2	-42,1
Min	0,8	0,9	-51,4	Min	0,7	1,2	-69,7
Mak	8,8	7,2	9,5	Mak	8,3	6,9	-8,0
Lsd (0.05)	0,72	0,81	9,54	Lsd (0.05)	0,68	1,1	

4.4 Kök Yırılma Direnci

Gölge stresine maruz bırakılan Zoysia çimlerinin Kasım 2022 ve Haziran 2023 tarihlerinde gerçekleştirilen kök yırtılma direnci ölçümlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.9’ da sunulmuştur. Analiz sonuçları gölge ve kontrol grubunda çeşit adayları ve ticari şahitler arasında kök yırtılma direnci açısından görülen farkların istatistiki olarak önemli olduğunu ortaya koymuştur. Tüm hibritler ve ticari çeşitlere ait genel ortalamalar göz

önüne alındığında gölge stresinin kök yırtılma direncinde yaklaşık %14 oranında azalmaya neden olduğu görülmektedir. Nitekim kök yırtılma direnci genel ortalamalarının gölge ve kontrol parsellerinde sırasıyla, sonbaharda 14.9 Nm ve 17.1 Nm ve yaz döneminde 15.8 Nm ve 18.3 Nm olduğu saptanmıştır. Sonbahar kök yırtılma direnç ölçümlerine göre gölge stresi altında hibrit çeşit adaylarının 19 adedinde (%70'inde) kontrollerine göre kök direnci %38-%6 oranında azalmıştır. Öte yandan 5 adet hibrit çeşit adayının kök yırtılma direncinin kontrolleri ile benzer grupta olduğu (± 4) ve aralarında MJ13, MJ92 ve MJ79'un olduğu 3 çeşit adayında ise %17-%6 oranında artış olduğu tespit edilmiştir. Aynı dönemde şahit çeşitlerin 4 adedinde (JaMur, El-Tor, Zenith ve Zeon) kök direncinin %20 ile %12 oranları arasında azaldığı ve diğer iki şahit çeşitte ise kontrolleri ile benzer olduğu bulunmuştur. Haziran ayında yapılan ölçüm sonuçlarına göre hibrit çeşit adaylarının %67'sinde (18 adedinde) kök yırtılma direncinin kontrollerine göre %41 ile %7 oranında azaldığı, %22'sinde (6 adet; MJ100, MJ107, MJ46, MJ7, MJ77, MJ94) kontrolleri ile benzer olduğu ve geri kalan %11'inde ise (3 adet; MJ13, MJ26 ve MJ30) %9-%7 oranında artış olduğu saptanmıştır. Aynı dönemde şahit çeşitlerin kök direnci açısından Sonbahar dönemindekine benzer trendi izleyerek JaMur, El-Toro, Zenith ve Zeon çeşitlerinin %19-%9 oranında daha düşük ve diğer iki şahit çeşidin (Empire ve Emerald) ise ilgili kontrolleri ile benzer yırtılma direncine sahip oldukları anlaşılmıştır. Genel olarak gölge stresi altında düşük fotosentez ve enerji üretimi nedeniyle köklere ayrılan fotosentez ürünlerinin azalması nedeniyle kök biyomasında azalma ve dolayısıyla kök direncinde düşme beklenir (Beard, 1973). Gölge stresi altında çim bitkilerinde kök sayısı, uzunluğu ve biyomasında genel azalış önceki çalışmalarda da teyit edilmiştir (Gardner & Gross, 2013; Dudeck & Peacock, 1992; Trappe vd. 2011; Baldwin vd., 2009). Kök büyüme ve gelişimini de olumsuz etkileyen gölge koşulları çim örtüsünün seyrelmesine neden olmakta ve böylece bitkinin diğer stres koşullarına olan toleransını da düşürmektedir (Bell et al 2000). Kök yırtılma direnci kök sağlığının ölçümü amacıyla başta çim yüzeyli spor sahaları olmak üzere çim alanlarda kullanılmaktadır. Kök yırtılma direnci açısından 10 Nm ve altı kabul edilemeyecek kötü bir kök gücüne işaret ederken 15 ile 20 Nm arası iyi ve ≥ 20 Nm ise oldukça iyi bir yırtılma direncine dolayısıyla oldukça güçlü kök yapısına işaret etmektedir. Gölge stresi altında geçen yaklaşık iki sonra (Haziran 2023) hibrit çeşit adaylarımızın %74'ünün (20 adet) 21.3 Nm-15.2Nm arasında değişen değerler olarak hala 'çok iyi' ve 'iyi' yırtılma

direncine sahip oldukları saptanmıştır. Hibrit çeşit adaylarımızdan Jme50 hariç diğer 6 adedinin ise ortalama 12.7-14.2 Nm ile ancak kabul edilebilir sınırlarda kök direncine sahip oldukları görülmektedir. Aynı dönemde şahit çeşitlerden Emerald, Empire, JaMur ve El-Toro çeşitlerinin 18.5-15.3 Nm değerleri alarak ‘iyi’ öte yandan Zenith ve Zeon çeşitlerinin ise 14.8-11.5 Nm değerleri ile ‘kabul edilebilir sınırlarda’ bir kök yırtılma direncine sahip oldukları tespit edilmiştir. Çeşit adaylarımızdan özellikle MJ92 ve MJ26’nın gölge stresi altında hala 20 Nm ve üstü değerler ile çok iyi bir kök direncine sahip oldukları ve öne çıktıkları görülmektedir.

Çizelge 4.9. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açıkta (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin sonbahar (Kasım 2022) ve yaz (Haziran 2023) dönemlerine ait kök yırtılma dirençleri (Nm) ve kontrol parsellerine göre meydana gelen değişim (%).

Kök yırtılma direnci							
Ticari Çeşitler/ Hibritler	Sonbahar (2022)			Ticari Çeşitler/ Hibritler	Yaz (2023)		
	Gölge	Kontrol	% fark		Gölge	Kontrol	% fark
Emerald	17,2	16,8	2,4	Emerald	15,3	16,0	-4,2
Empire	17,3	17,5	-1,1	Empire	18,5	18,2	1,6
JaMur	15,5	18,7	-17,0	JaMur	16,2	20,0	-19,2
El-toro	18,5	21,5	-14,0	El-toro	16,3	18,0	-9,3
Zenith	11,8	14,8	-20,2	Zenith	11,5	14,3	-19,3
Zeon	13,7	15,5	-11,8	Zeon	14,8	16,3	-8,7
JM23	13,8	14,8	-6,7	JM23	15,2	16,3	-6,7
JM32	12,2	18,0	-32,4	JM32	12,7	14,8	-14,1
JM34	15,0	15,7	-4,3	JM34	13,2	16,0	-17,7
JMe50	9,8	15,7	-37,2	JMe50	9,2	15,5	-40,9

Çizelge 4.9. Devamı

MJ100	18,3	18,8	-2,7		MJ100	19,0	18,5	2,7
MJ106	13,3	14,7	-9,1		MJ106	15,8	19,8	-19,8
MJ107	13,5	18,7	-27,7		MJ107	16,5	17,3	-4,3
MJ13	18,0	17,0	5,9		MJ13	18,0	16,8	7,5
MJ23	13,7	18,3	-25,5		MJ23	13,7	19,5	-29,9
MJ26	14,0	16,3	-14,3		MJ26	20,7	19,0	8,8
MJ30	17,0	18,0	-5,6		MJ30	18,2	17,0	6,9
MJ31	13,3	15,3	-13,0		MJ31	15,5	18,0	-13,9
MJ34	14,5	23,0	-37,0		MJ34	14,2	22,5	-37,0
MJ35	18,7	19,0	-1,8		MJ35	17,8	22,3	-19,9
MJ46	16,0	16,3	-2,0		MJ46	18,8	18,8	0,4
MJ59	14,7	17,8	-17,8		MJ59	17,0	21,8	-21,8
MJ67	13,0	17,0	-23,5		MJ67	14,2	19,3	-26,4
MJ68	15,0	21,0	-28,6		MJ68	17,5	19,5	-10,3
MJ7	12,5	20,0	-37,5		MJ7	16,8	16,0	5,2
MJ73	15,3	17,2	-10,7		MJ73	18,3	23,0	-20,3
MJ77	16,3	17,3	-5,8		MJ77	14,8	15,3	-2,7
MJ78	14,5	15,5	-6,5		MJ78	18,8	25,3	-25,4
MJ79	21,3	18,7	14,3		MJ79	18,8	23,5	-19,9
MJ92	23,3	20,0	16,5		MJ92	21,3	23,0	-7,2
MJ94	12,0	15,0	-20,0		MJ94	15,5	16,3	-4,6
MJe116	16,3	15,7	4,3		MJe116	16,8	23,0	-26,8
zm1	13,5	18,5	-27,0		zm1	13,5	19,3	-29,9
ort	14,9	17,1			Ort	15,8	18,3	

Çizelge 4.9. Devamı

min	2,4	1,9		Min	2,2	2,7	
max	23,3	23,0		Max	21,3	25,3	
Lsd (0.05)	2,4	1,9		Lsd (0.05)	2,2	2,7	

4.5 Genel Çim Kalitesi

Araştırma süresince iki haftada bir alınan görsel kalite verileri mevsimlere göre birleştirilerek analiz edilmiştir. Analiz sonuçları gölge stresi altında kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar dönemlerinin her birinde genel çim kalitesi açısından çeşit adayları ve ticari şahitler arasında görülen farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğunu ortaya koymuştur. Kış döneminde (Aralık 2021-Şubat 2022) genel çim kalitesinin gölge ve kontrol parsellerinde sırasıyla 6.2 ile 1.3 (ort. 4.3) ve 5.9 ile 1.2 (ort.3.8) arasında varyasyon gösterdiği bulunmuştur. Sonuçlar kış döneminde gölge stresi altında; özellikle düşük sıcaklık stresine nispeten daha hassas çeşit adaylarında genel çim kalitesinin biraz daha iyi korunduğuna işaret etmektedir. Sonbahar-kış döneminde ortalama hava sıcaklığı 15°C ve altına düştüğünde tüm sıcak iklim çim türlerinde olduğu gibi Zoysia çimlerinin büyüme ve gelişmeleri yavaşlamakta ve fotosentez oranları azalmaktadır. Bu dönemde klorofil pigmentleri tarafından absorbe edilen, ancak azalan fotosentez nedeniyle fotokimyasal tepkimelerde kullanılamayan yüksek ışık enerjisi serbest radikallerin oluşumuna neden olmaktadır (Taiz vd., 2023). Oluşan serbest radikaller ise klorofil moleküllerinin parçalanmasına ve dolayısıyla renk ve kalite kaybına neden olmaktadır. Bu durum özellikle düşük sıcaklık toleransı iyi olmayan çeşitlerde çok daha erken ve hızlı izlenebilmektedir. Bu kapsamda oluşturulan %70 suni gölgenin çimlere gelen ışık yoğunluğunu azaltmak suretiyle; fotosentez hızının azaldığı (fotosistemler arası elektron akımının azaldığı) kış döneminde serbest radikal oluşumunu azalttığı/geciktirdiği ve dolayısıyla kalitenin korunmasına yardımcı olduğu düşünülmektedir. Kış döneminde gölge stresi altında ticari şahitlerin hiç birisi kabul edilebilir çim kalitesini sağlayamamış ve ortalama 1.3 (Zenith) ve 5.0 (Emerald) skala değerleri arasında varyasyon göstermiştir. Aynı dönemde hibrit çeşit adaylarından özellikle MJ46, MJ59 ve MJ73 ve bunları takip eden MJ79, MJ68, MJ106 nolu çeşit adayları ortalama 6.0 skala değerleri ile hala kabul edilebilir güzel çim kalitesini korumuşlardır.

Çeşit adaylarının büyük bir kısmının şubat ayının ikinci yarısında dormansiye girdikleri ve mart ayının ikinci yarısından itibaren büyümeyi tekrar başlattıkları tespit edilmiştir. Nisan-Mayıs dönemi boyunca oluşturulan yeşil doku oranına bağlı olarak çim kalitesinin çeşit adayları ve ticari şahitler arasında farklar oluşturduğu görülmüştür. İlkbaharda gölge stresi altında hibrit çeşit adaylarının ve ticari şahitlerin kalitesinin sırasıyla; 6.2-2.8 ve 4.9-1.5 skala değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu dönemde bazı çeşit adaylarımızın gölge stresi altında şahit çeşitlerin tamamından daha üstün çim kalitesi sundukları anlaşılmıştır. Özellikle MJ79, MJ46 nolu çeşitler hala kabul edilebilir çim kalitesi sağlarken onları takip eden MJe116, MJ26, MJ100, MJ92 ve MJ59 nolu hatlar ortalama 5.5-5.3 skala değerleri ile nispeten iyi bir kalite sunmuşlardır. Hala optimum sıcaklık derecesinin altında hava sıcaklığı sunan ilkbaharda da gölge etkisiyle bazı çeşit adaylarının yüksek ışık yoğunluğuna bağlı klorofil parçalanmasını daha az yaşadığı ve dolayısıyla genel çim rengi ve kalitelerinin kendi kontrol parsellerine göre nispeten daha iyi koruduğu tespit edilmiştir. Örneğin MJ67 çeşit adayının kalitesi güneş ışığına maruz kalan kontrol parsellerinde ort. 2.0 ile sarımsı-yeşil bir çim dokusu ile kaplı iken gölge parsellerinde ort 4.5 skala değeri ile nispeten daha yeşil bir doku ile yaklaşık %125 oranında daha yüksek olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 4.10. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açıkta (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin kış (Aralık 2021-Şubat 2022) ve ilkbahar (Mart-Mayıs 2022) dönemlerine ait genel çim kalitesi ve kontrol parsellerine göre meydana gelen değişim (%).

Genel Çim Kalitesi (1-9 skalası)								
Ticari Çeşitler/ Hibritler	Kış (2021-2022)				İlkbahar (2022)			
	Gölge	Kontrol	%fark		Gölge	Kontrol	%fark	
Emerald	5,0	3,2	57,4		Emerald	4,9	2,6	90,3
Empire	4,1	3,0	35,0		Empire	4,6	4,2	10,0
JaMur	3,1	2,9	6,3		JaMur	4,2	4,6	-9,4
El-toro	3,4	2,7	26,9		El-toro	4,0	4,3	-7,7
Zenith	1,3	1,2	7,1		Zenith	1,5	2,8	-47,1
Zeon	1,8	3,7	-50,0		Zeon	2,6	4,6	-43,2

Çizelge 4.10. Devamı

JM23	2,6	2,8	-7,1	JM23	3,1	3,1	0,0
JM32	3,4	2,4	40,0	JM32	2,8	2,9	-5,7
JM34	3,9	2,0	97,5	JM34	4,4	4,0	9,6
JMe50	3,8	2,9	28,6	JMe50	3,2	3,1	2,7
MJ100	4,7	3,5	33,8	MJ100	5,4	4,4	21,5
MJ106	5,7	4,6	23,4	MJ106	4,6	3,3	39,9
MJ107	4,0	4,5	-11,1	MJ107	3,3	3,2	2,6
MJ13	4,4	5,2	-14,5	MJ13	4,5	3,8	17,4
MJ23	4,5	4,4	1,1	MJ23	3,3	3,3	0,0
MJ26	4,5	4,3	4,6	MJ26	5,4	5,1	5,9
MJ30	4,8	3,8	23,9	MJ30	4,9	4,0	22,5
MJ31	3,8	4,2	-10,0	MJ31	4,9	4,1	19,6
MJ34	4,6	4,8	-5,2	MJ34	4,2	4,6	-9,1
MJ35	3,6	3,6	1,4	MJ35	2,9	2,9	0,0
MJ46	6,1	3,8	59,4	MJ46	5,9	4,3	39,2
MJ59	6,2	4,3	43,5	MJ59	5,3	3,6	48,8
MJ67	5,6	3,7	51,8	MJ67	4,5	2,0	125,0
MJ68	5,8	5,9	-1,7	MJ68	4,7	5,6	-15,9
MJ7	3,6	4,5	-18,7	MJ7	5,0	3,5	41,9
MJ73	6,1	4,1	46,8	MJ73	4,6	3,6	29,3
MJ77	5,0	3,7	36,4	MJ77	4,9	3,3	46,5
MJ78	4,1	4,3	-5,4	MJ78	3,8	4,1	-6,5
MJ79	5,8	5,3	9,8	MJ79	6,2	5,2	20,3
MJ92	5,5	5,0	8,3	MJ92	5,4	4,1	32,7
MJ94	3,8	3,5	10,6	MJ94	3,7	2,8	29,4
MJe116	4,4	2,8	55,9	MJe116	5,5	4,0	37,4
zm1	2,7	3,4	-21,2	zm1	3,3	4,6	-28,6
Ort	4,3	3,8	17,1	Ort	4,3	3,8	15,7
Min	1,3	1,0	-50,0	Min	1,1	0,8	-47,1
Mak	6,2	5,9	97,5	Mak	6,2	5,6	125,0
Lsd (0.05)	1,1	0,9	30	Lsd (0.05)	0,95	0,78	34,001

Gölge stresi başlatıldıktan yaklaşık bir yıl sonra (2022 yılı) çimlerin aktif büyüdükları yaz aylarına ait analiz sonuçları incelendiğinde gölge stresi altında genel çim kalitesinin ticari şahitlerde kontrollerine göre %53 ile %12 oranlarında düştüğü ve ortalama 6.0 ile 2.8 skala değerleri arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.11.). Empire hariç çalışmada kullanılan ticari şahitlerin tamamında çim kalitesi kabul edilebilir sınırın altına gerilemiştir. Öte yandan gölge altında hibrit çeşit adaylarının %65'inin 6.0- 7.5 kalite skala değerleri ile hala kabul edilebilir ve üstü genel çim kalitesini sağlamaya

devam ettikleri saptanmıştır (Çizelge 4.11.). Ayrıca gölge stresi altında hibrit çeşitlerin %38'inde (10 adet çeşit adayı: JME50, MJ100, MJ30, MJ31, MJ34, MJ46, MJ59, MJ73, MJ78 ve JM34) çim kalitesinin kontrollerine benzer ($\pm\%5$) olduğu ve diğer hibritlerde ise %8 ile %32 oranında düştüğü saptanmıştır.

Sonbahar (2022)'da gölge stresi altında JM34, MJ34, MJ73 ve MJ59 nolu hatlar hariç diğer hibrit çeşit adaylarının genel çim kalitesinin kontrollerine göre %7 ile %37 oranında daha düşük olduğu saptanmıştır. Belirtilen bu dört adet çeşit adayları kontrollerine eşdeğer kaliteyi sürdürmüşlerdir. Ayrıca gölge koşullarda hibrit çeşit adaylarından MJ30, MJ34, MJ46, MJ59, MJ68 ve MJ73 nolu 6 çeşit adayının 6.8-5.9 skala değerleri ile hala kabul edilebilir ve üstü sınırlarda kalite sağlamaya devam ettikleri tespit edilmiştir. Aynı dönemde gölge stresi altında ticari şahitlerin ise ortalama 5.7- 2.3 skala değerleri aldıkları ve kontrollerine göre %46' ya varan oranda kalite kaybı yaşadıkları ve hiçbirisinin kabul edilebilir çim kalitesi sağlayamadıkları saptanmıştır (Çizelge 4.11.).

Çizelge 4.11. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açıkta (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin yaz (Haziran-Ağustos 2022) ve sonbahar (Eylül-Kasım 2022) dönemlerine ait genel çim kalitesi ve kontrol parsellerine göre meydana gelen değişim (%).

Genel Çim Kalitesi (1-9 skalası)							
Ticari Çeşitler/ Hibritler	Yaz (2022)				Sonbahar (2022)		
	Kontrol	Gölge	%fark		Kontrol	Gölge	%fark
Emerald	5,9	5,1	-13,60	Emerald	6,1	5,7	-6,3
Empire	6,8	6,0	-11,85	Empire	5,7	5,5	-3,8
JaMur	6,6	5,2	-21,01	JaMur	5,7	5,5	-3,2
El-toro	6,0	5,1	-13,97	El-toro	5,4	5,1	-6,1
Zenith	6,0	2,8	-52,94	Zenith	4,1	2,3	-45,6
Zeon	8,1	4,2	-48,25	Zeon	7,0	3,7	-46,4

Çizelge 4.11. Devamı

JM23	6,6	6,1	-7,59	JM23	5,1	4,5	-12,1
JM32	5,5	4,8	-11,93	JM32	4,7	4,1	-12,7
JM34	6,0	6,4	6,70	JM34	5,5	5,7	3,3
JMe50	4,7	4,9	4,64	JMe50	4,5	2,8	-36,6
MJ100	6,7	7,1	6,27	MJ100	5,9	5,3	-11,0
MJ106	7,9	5,7	-27,58	MJ106	7,6	5,0	-33,8
MJ107	7,4	6,3	-14,45	MJ107	6,8	4,3	-37,2
MJ13	8,2	6,0	-26,94	MJ13	7,5	5,7	-24,3
MJ23	7,2	6,2	-13,63	MJ23	7,0	5,6	-19,8
MJ26	8,3	7,4	-11,60	MJ26	7,8	5,6	-27,5
MJ30	6,3	6,7	6,05	MJ30	7,1	6,0	-15,1
MJ31	6,1	6,3	3,56	MJ31	6,0	4,8	-19,5
MJ34	6,8	6,5	-5,37	MJ34	6,7	6,8	2,0
MJ35	6,0	4,8	-20,83	MJ35	6,2	4,1	-33,2
MJ46	7,7	7,5	-2,39	MJ46	6,6	6,1	-7,1
MJ59	6,3	6,0	-5,29	MJ59	6,5	6,4	-1,8
MJ67	7,2	5,3	-26,74	MJ67	7,0	5,3	-23,4
MJ68	7,8	6,7	-13,98	MJ68	7,6	5,9	-22,6
MJ7	6,9	6,1	-12,29	MJ7	6,3	4,6	-26,8
MJ73	6,2	6,5	4,02	MJ73	6,3	6,4	1,9
MJ77	6,9	5,7	-17,59	MJ77	6,3	5,4	-14,2
MJ78	7,1	6,9	-1,89	MJ78	6,9	5,8	-15,7
MJ79	7,3	5,0	-31,82	MJ79	6,9	5,6	-19,4
MJ92	7,9	7,0	-11,63	MJ92	8,0	5,8	-27,4

Çizelge 4.11. Devamı

MJ94	6,0	5,5	-7,54	MJ94	6,0	5,0	-18,0
MJe116	6,8	5,9	-13,90	MJe116	6,3	4,7	-25,8
zm1	6,3	5,3	-15,34	zm1	5,8	4,2	-26,7
Ort	6,8	5,8	-13,1	Ort	6,3	5,1	-18,7
Min	0,9	1,0	-52,9	Min	0,9	1,0	-46,4
Mak	8,3	7,5	14,1	Mak	8,0	6,8	13,4
Lsd (0.05)	0,82	0,91	14,1	Lsd (0.05)	0,88	0,92	13,3

Gölge stresi başlatıldıktan yaklaşık iki yıl sonra (2023) çimlerin aktif büyüdüğü yaz aylarına ait analiz sonuçları incelendiğinde gölge stresi altında genel çim kalitesinin ticari şahitlerde kendi kontrollerine göre %75 ile %9 oranlarında düştüğü ve ortalama 5.9 (Empire) ile 1.3 (Zenith) skala değerleri arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.12.). Bir başka deyişle çalışmada kullanılan ticari şahitlerin tamamında çim kalitesi kabul edilebilir sınır olan 6.0 skala değerinin altına gerilemiştir. Ticari şahitler içinde 5.9- 5.0 skala değerleri ile kabul edilebilir sınıra yakın nispeten iyi çim kalitesini sürdüren çeşitler sadece 'Empire' ve El-Toro olmuştur. Şahit çeşitlerden özellikle Zenith ve Zeon'un gölge dayanımının çok daha düşük olduğu ve genel çim kalitelerinin 3.4-1.3 skala değerlerine gerileyerek kontrollerine göre %75' e varan oranda kayıp yaşadıkları anlaşılmıştır. Zoysia çimi çeşitlerinin gölge toleransını araştıran Trappe ve ark (2011)' da zoysia çimi çeşitleri arasında gölge dayanımı açısından farklılıklar olduğunu ve 50% gölge koşullarında 'Zenith' çeşidinin ise en düşük dayanım gösteren çeşit olduğunu rapor etmişlerdir. Bu tez çalışmasında kullanılan yerli hibritlerden MJ46 ve MJ73 nolu çeşitlerin gölge stresi altında kontrollerine benzer kaliteyi sağlamaya devam ettikleri ve diğerlerinde ise kalitenin kontrollerine göre %69-%9 oranında düştüğü saptanmıştır. Gölge stresi altında düşük ışık kalitesi ve yoğunluğu özellikle hassas tür ve çeşitlerde büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkileyerek önce çim kalitesinde kayba ve ardından bitki ölümüne kadar götürmektedir (Barrios vd., 1986; Jiang vd., 2004; McBee ve Holt, 1966; Peacock ve Dudeck, 1981; Tegg ve Lane, 2004). Öte yandan bazı tür ve çeşitler bu süreçte gölge stresinden daha az etkilenmekte ve düşük ışık koşullarına daha iyi tolere

etmektedir. Genel olarak Zoysia çimlerinin düşük ışık koşullarına karşı iyi bir dayanım gösterebildiği bildirilmekte ancak gölge toleransı açısından tür içi genetik varyasyon olduğuna dikkat çekilmektedir (Morton vd., 1991; Qian ve Engelke, 1999; Qian vd., 1998). Bu tez çalışmasında kullanılan hibrit çeşit adaylarından MJ46 nolu çeşit adayı gölge stresi altında geçen ikinci yıl sonunda 7.2 skala değeri ile hala kabul edilebilir ve üstü çim kalitesini devam ettirdiği görülmüştür. Ayrıca 9 adet hibrit çeşit adayının (MJ100, MJ13, MJ30, MJ73, MJ79, MJ92, MJ59, MJ67, MJ26) gölge stresi altında geçen iki yıl sonunda hala 5.7-5.0 skala değerleri olarak kabul edilebilir sınırlara yakın çim kalitesini sürdürdükleri saptanmıştır. Belirtilen bu 10 adet çeşit adaylarının gölge stresine dayanım açısından önemli potansiyel sundukları görülmektedir.

Bu çalışma Zoysia çiminde gölge dayanımı açısından türler arası ve tür içi genetik varyasyon olduğunu teyit etmiştir. Nitekim Sladek vd., (2009)'de yürüttükleri çalışmalarında Zoysia çiminde tür ve çeşitleri arasında gölgeye tolerans açısından önemli varyasyon olduğuna dikkat çekmiştir. Zoysia çimleri içinde gölge dayanımı en yüksek ve düşük olan türlerinin sırasıyla *Z. matrella* ve *Z. japonica* olduğu bildirilmiştir (Fry ve Huang 2004). Türler arası melezlemeler sonucu belirtilen iki türün en üstün özelliklerini bir araya getiren hibrit çeşitlerin geliştirilmesi Zoysia çimi ıslahında kullanılan temel yöntemlerden biridir (Engelke ve Anderson, 2003). *Z. japonica* türü alanda en hızlı tesis olan ve ayrıca düşük sıcaklık ve kuraklık dayanımı en iyi olan türdür (Beard, 1973). Öte yandan nispeten daha zayıf gölge toleransı, oldukça kaba yapısı ve yeşil rengini kışın koruyamaması ise arzu edilmeyen özellikleridir. Zoysia çimleri arasında gölge toleransı en iyi olan *Z. matrella* ise çok daha ince yaprak ve stolon tekstürü ile çok daha yüksek çim kalitesi oluşturmakta ancak alanda çok yavaş tesis olması ise arzu edilmeyen özelliğidir. *Z. japonica* ve *matrella* türleri arasında yapılan melezleme çalışmaları ile gölge toleransı iyi, kuraklık dayanımı yüksek, hızlı tesis olabilme özelliğine sahip yeni çeşitler geliştirilmesi hedeflenmektedir (Okeyo 2011). Bu tez çalışmasında kullanılan yerli hibritlerin tamamı *Z. matrella* ve *Z. japonica* arasında gerçekleştirilen melezlemeler sonucu Akdeniz Üniversitesinde geliştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar geliştirilen bu çeşit adaylarından özellikle 10 tanesinin (MJ46, MJ100, MJ13, MJ30, MJ73, MJ79, MJ92, MJ59, MJ67, MJ26) *Z. matrella*'dan gelen gölge dayanımı ve yüksek çim kalitesini *Z. japonica*'dan gelen kuraklık dayanımı ile başarıyla birleştirebildiğine işaret etmiştir.

Çizelge 4.12. Arazi koşullarında %70 gölge stresi altında ve açıkta (kontrol) yetiştirilen Hibrit Zoysia ve şahit olarak kullanılan ticari Zoysia çim çeşitlerinin yaz (Haziran-Ağustos 2023) dönemine ait genel çim kalitesi ve kontrol parsellerine göre meydana gelen değişim (%).

Genel Çim Kalitesi (1-9 skalası)			
Ticari Çeşitler/	Yaz (2023)		
Hibritler	Kontrol	Gölge	%fark
Emerald	6,2	4,9	-20,0
Empire	6,5	5,9	-8,7
JaMur	5,8	4,9	-15,4
El-toro	5,8	5,0	-14,9
Zenith	5,2	1,3	-74,5
Zeon	7,6	3,4	-54,8
JM23	6,5	4,0	-39,0
JM32	5,0	3,5	-30,0
JM34	5,8	4,0	-30,6
JMe50	4,9	1,5	-69,6
MJ100	7,1	5,5	-22,2
MJ106	7,3	4,0	-45,0
MJ107	6,2	3,5	-43,2
MJ13	7,8	5,1	-34,8
MJ23	6,5	3,7	-43,6
MJ26	7,8	4,8	-39,1
MJ30	6,8	5,0	-26,8
MJ31	6,5	4,8	-25,6
MJ34	6,2	3,7	-40,5
MJ35	6,5	2,8	-57,4

Çizelge 4.12. Devamı

MJ46	6,9	7,2	4,8
MJ59	5,8	5,1	-13,1
MJ67	6,7	5,0	-25,7
MJ68	7,2	3,5	-51,2
MJ7	6,2	3,0	-51,4
MJ73	5,8	5,7	-1,7
MJ77	7,2	3,3	-53,5
MJ78	6,2	4,3	-29,7
MJ79	6,1	5,6	-8,7
MJ92	7,8	5,3	-32,8
MJ94	5,9	3,5	-41,0
MJe116	6,2	3,9	-36,2
zm1	5,9	4,3	-26,1
Ort	6,4	4,3	-33,4
Min	0,8	1,2	-74,5
Mak	7,8	7,2	18,5
Lsd (0.05)	0,75	1,1	18,1

5. SONUÇLAR

Ev bahçelerinden parklara ve golf sahalarına kadar yeşil alanların büyük bir kısmı ağaç ve/veya binalar nedeniyle farklı düzeylerde gölge stresine maruz kalmaktadır. Çim bitkileri yeşil alanlarda en yaygın kullanılan peyzaj bitkileri olduğundan kullanılan çim tür ve çeşitlerinin gölgeye dayanıklı olması arzu edilmektedir. Gölge yetersiz ışık şiddeti ve kalitesi oluşturarak çim bitkilerinin büyüme ve gelişimini olumsuz etkilemekte ve onların zamanla ölümüne ve çim alanın yeniden tesis edilmesine neden olmaktadır. Bu durum ise yeşil alan tesis ve bakım masraflarını arttırmaktadır. Bu nedenle gölge toleransı yüksek çim çeşitlerine ihtiyaç duyulmakta ve gölge dayanımı önemli ıslah kriterlerinden biri olmaya devam etmektedir. Bu tez çalışması ile Akdeniz Üniversitesinde türler arası melezleme ile geliştirilmiş, yüksek kuraklık dayanımı ve çim kalitesine sahip 27 adet yerli hibrit Zoysia (*Z. matrella* x *Z. japonica*) çeşit adaylarının arazi koşullarında %70 gölge stresi altında çim performansların araştırarak gölge stresine dayanımlarını ortaya koymayı amaçlanmıştır. Belirtilen yerli çeşit adaylarına ilaveten ülkemizde de ticarete konu olan 5 adet zoysia çimi çeşitleri (El-toro, 'Zenith', 'Jammur', 'Empire', 'Zeon', ise şahit (kontrol) çeşit olarak kullanılmıştır.

Gölge stresi altında geçen iki yıl sonunda klorofil değerlerinin çeşitlere bağlı olarak %48'e ulaşan oranda azalış ya da %97 seviyesinde artış gösterdiği saptanmıştır. Bu kapsamda 12 adet hibrit çeşidimizde yaprak klorofil içeriğinin (JM32, JM34, Jme50, MJ31, MJ34, MJ46, MJ59, MJ73, MJ78, MJ79, MJ92 ve MJ116) %7-%48 arasında değişen oranlarda azaldığı; 10 adedinde (MJ100, MJ106, MJ107, MJ13, MJ23, MJ26, MJ30, MJ77, MJ94 ve Zm1) %97' ye ulaşan oranda arttırıldığı ve diğer 5 adet (MJ68, MJ67, MJ7, MJ35 ve JM23) hibritte ise kontrollerine benzer oranda sürdürüldüğü tespit edilmiştir. Benzer şekilde şahit çeşitler arasında da klorofil düzeylerinde %42'ye varan oranda artış ve %14'e ulaşan oranda azalmalar olduğu anlaşılmıştır. NDVI değerleri sonuçlarının klorofil içerik sonuçları ile uyum içinde olduğu ve desteklediği saptanmıştır.

Gölge stresi birim alandaki sürgün yoğunluğunu genel olarak olumsuz etkileyerek araştırmada kullanılan tüm çeşitlerin genel ortalaması alındığında %42 oranında seyrelemesine neden olmuştur. Ticari şahitlerde gölge stresi sürgün yoğunluğunu ortalama %54 oranında azaltmıştır. Öte yandan hibrit çeşit adaylarımız arasında sürgün yoğunluğunu muhafaza açısından önemli genetik farklılıklar tespit edilmiştir. Hibrit çeşit adaylarımızdan MJ26, MJ30 ve MJ46'da sürgün yoğunluğunda kontrollerine göre %35-

%8 oranında artış; MJ79 nolu hibritte benzer ve diğerlerinde ise %88-%7 oranında azalma saptanmıştır.

Genel olarak gölge stresi altında azalan fotosentez ve enerji üretimi sonucu kök biyomasın da azalma ve dolayısıyla indirekt bir ölçümü olan kök direncinde düşme beklenen bir durumdur. Hibrit çeşitlere ve şahit çeşitlere göre değişmekle birlikte iki yıl süren %70 gölge stresinin kök yırtılma direncini ort. %14 oranında düşürdüğü tespit edilmiştir. Bu kapsamda hibrit çeşit adaylarının %67'sinde (18 adetinde) kök yırtılma direncinin kontrollerine göre %41-%7 oranlarında azaldığı, ancak %22'sinde (6 adet; MJ100, MJ107, MJ46, MJ7, MJ77, MJ94) kontrolleri ile benzer olduğu ve geri kalan %11'inde ise (3 adet; MJ13, MJ26 ve MJ30) ortalama %8 oranında artış olduğu saptanmıştır. Şahit çeşitlerin 4 tanesinde (JaMur, El-Toro, Zenith ve Zeon) kök yırtılma direncinde %19' a varan oranda azalma ve diğer iki şahit çeşidin (Empire ve Emerald) ise kontrollerine benzer yırtılma direncine sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca hibrit çeşit adaylarımızdan başta MJ26 ve MJ92 olmak üzere %74'ünün (20 adet) 21.3 Nm-15.2 Nm arasında değişen değerler alarak gölge altında hala iyi bir yırtılma direncine sahip oldukları saptanmıştır.

Gölge stresi genel çim kalitesini olumsuz etkilemiş ve yaklaşık iki yıl sonra genel çim kalitesinin ticari şahitlerde kontrollerine göre %75 ile %9 oranlarında düştüğü saptanmıştır. Hibrit çeşit adaylarımızda ise MJ46 ve MJ73 hariç genel çim kalitesinin kontrollerine göre %69-%9 oranında düştüğü saptanmıştır. Stres altında geçen ikinci yılın sonunda ticari şahitlerin tamamında çim kalitesi kabul edilebilir sınır olan 6.0 skala değerinin altına gerilemiş ve sadece iki tanesi Empire ve El-Toro kabul edilebilir sınıra yakın çim kalitesini sürdürebilmiştir. Öte yandan MJ46 nolu çeşit adayımızın hala kabul edilebilir ve üstü çim kalitesini koruduğu tespit edilmiştir. Ayrıca aralarında MJ100, MJ13, MJ30, MJ73, MJ79, MJ92, MJ59, MJ67 ve MJ26 kodlu çeşit adaylarının olduğu 9 adet yerli hibrit gölge stresi altında geçen iki yıl sonunda hala kabul edilebilir sınırlara yakın iyi bir çim kalitesini sürdürdükleri saptanmıştır. Başta MJ46 olmak üzere belirtilen bu 10 adet yerli çeşit adaylarının sürgün yoğunluğu, kök direnci ve klorofil değerleri açısından en iyi performans gösteren gruplarda yer aldıkları ve dolayısıyla gölge stresine dayanım açısından önemli potansiyel sundukları görülmektedir. Çalışma sonunda belirlenen bu 10 adet hibritin ülkemizde ticarete konu olan ve bu çalışmada şahit olarak

kullanılan çeşitlerden Empire çeşidine eşdeğer ve üstü gölge performansı gösterdikleri ve kullanılan diğer tüm şahitleri geride bıraktıkları tespit edilmiştir. Bu yönüyle çalışma, Zoysia çiminde türler arası melezlemenin gölge stresine dayanıklı yeni çim çeşitleri geliştirmede etkin bir yöntem olduğunu teyit etmiştir.

Halihazırda önceki yıllarda tamamlanan testlemelerin sonucunda iyi bir kuraklık dayanıma sahip oldukları tespit edilen ve tamamlanan bu tez çalışması kapsamında gölge stresine dayanım açısından da öne çıkan bu çeşit adaylarının sürdürülebilir yeşil alanlarda kullanım açısından önemli bir potansiyel sunacakları düşünülmektedir. Gölge dayanımlı yerli Zoysia çimleri, bu türün hedef iklim bölgelerinde kullanım alanlarını arttırabilir ve düşük bakım istekleriyle çim alan tesis ve bakım maliyetlerini azaltabilirler. Ayrıca, gölge dayanımı üstün bu hatlar, devam eden melezleme kombinasyonlarına dahil edilerek yeni çeşit adaylarının geliştirilmesi amacıyla kullanılabilirler.

Bu tez çalışması kapsamında üstün gölge dayanımı ile öne çıkan 10 adet hibrit içinde yer alan MJ92'ye Anazoy ismiyle 2025 yılında tescil alınmıştır. Kuraklık ve gölge stresi dayanımını birleştiren diğer çeşit adaylarının bir kısmı içinde yeşil alanlarda kullanıma uygun yerli hibrit Zoysia çimi olarak tescile başvurulacağı öngörülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Adams, RE, Kerber K, Pfister EW. Weiler. 1992. Studies on the action of the new growth retardant CCA 163935 (Cimectacarb)p.818-827. Progress in Plant growth regulation. Kluwer Academic Pub. Netherlands.
- Aguilar-Martinez, J. A., Poza-Carrion, C., and Cubas, P. (2007). Arabidopsis BRANCHED1 acts as an integrator of branching signals within axillary buds. *Plant Cell* 19, 458–472. doi: 10.1105/tpc.106.048934
- Amundsen, K.; Li, L.; Shearman, R.C.; Gaussoin, R.E. Addressing misperceptions regarding bu alograss tolerance to sandy soils, tra c, and shade. *Int. Turfgrass Soc. Res. J.* 2017, 13, 358–363. [CrossRef]
- Baldwin CM, Liu H, McCarty LB (2008) Diversity of 42 bermudagrass cultivars in a reduced light environment. *Acta Hort* 783:147157. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2008.783.13>
- Baldwin CM, Liu H, McCarty LB, Luo H, Wells CE, Toler JE (2009a) Impacts of altered light spectral quality on warm-season turfgrass growth under greenhouse conditions. *Crop Sci* 49:1444–1453
- Bladerunner Farms, & Texas A&M AgriLife Research. (2019). Shade tolerance evaluation of Zeon and JaMur zoysia cultivars. Retrieved from <https://www.bladerunnerfarms.com/research/zoysia-shade-study/>
- Boonman, A., and Pons, T. L. (2007). Canopy light gradient perception by cytokinin. *Plant Signal. Behav.* 2, 489–491.
- Chandra, A., Genovesi, A. D., Fry, J. D., Patton, A. J., Meeks, M., Braun, R. C., Xiang, M., Chhetri, M., & Kennelly, M. (2023). 'DALZ 1701': A third-generation interspecific zoysiagrass hybrid. *Journal of Plant Registrations*, 17(3), 499–511. <https://doi.org/10.1002/plr2.20319>
- Chandra, A., Genovesi, AD, Fry, JD, Patton, AJ, Meeks, M., Braun, RC, Xiang, M., Chhetri, M., & Kennelly, M. (2023). Üçüncü nesil türler arası zoysiagrass melezi olan 'DALZ 1701'. *Bitki Kayıtları Dergisi*, 17 (3), 499–511. <https://doi.org/10.1002/plr2.20319>
- Ciolfi A, Sessa G, Sassi M, Possenti M, Salvucci S, Carabelli M, Morelli G, Ruberti I. Dynamics of the shade-avoidance response in Arabidopsis. *Plant Physiol.* 2013;163:331–53.
- Çakır, M. (2020). Effects of potassium silicate and nitrogen applications on the performance of zoysia turfgrass under shaded conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44(2), 130–139. <https://doi.org/10.3906/tar-1906-98>
- Dabrowski, P.; Pawlu'skiewicz, B.; Baczewska, A.H.; Oglęcki, P.; Kalaji, H. Chlorophyll a fluorescence of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) varieties under long term exposure to shade. *Zemdirbyste* 2015, 102, 305–312. [CrossRef]
- Duble, R. L. (1989). *Turfgrass: Biology, use, and management*. Prentice Hall.
- Dudeck AE, Peacock CH (2015) Shade and Turfgrass Culture. *Turfgrass* 32:269–284. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr32.c8>

- Dunn, R. R., Patton, A. J., & Busey, P. (1999). Salt tolerance of zoysiagrass species and cultivars. *HortScience*, 34(1), 128–131.
- Dunne, J.C.; Reynolds, W.C.; Miller, G.L.; Arellano, C.; Brandenburg, R.L.; Schoeman, A. Identification of South African bermudagrass germplasm with shade tolerance. *HortScience* 2015, 50, 1419–1425. [CrossRef]
- Engelke, M. C., & Anderson, S. (2003). Zoysiagrass (*Zoysia* spp.). In: Casler MD, Duncan RR (eds) Turfgrass biology and breeding. Wiley, Hoboken, NJ, pp 271–285.
- Finlayson, S. A., Krishnareddy, S. R., Kebrom, T. H., and Casal, J. J. (2010). Phytochrome regulation of branching in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 152, 1914–1927. doi: 10.1104/pp.109.148833
- Forbes, F. (1952). *Zoysia pacifica*, a new turfgrass from Japan. *Agronomy Journal*, 44(4), 171–174.
- Fu, J.J.; Sun, Y.F.; Chu, X.T.; Yang, L.Y.; Xu, Y.F.; Hu, T.M. Exogenous nitric oxide alleviates shade-induced oxidative stress in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 2014, 89, 193–200. [CrossRef]
- Gardner DS, Goss RM (2015) Management of turfgrass in shade. *Turf grass Biol Use Manag* 56:219–247. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr56.c6>
- Gonzalez-Grandio, E., Poza-Carrion, C., Sorzano, C. O., and Cubas, P. (2013). BRANCHED1 promotes axillary bud dormancy in response to shade in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 25, 834–850. doi: 10.1105/tpc.112.108480
- Guo, Y., Wang, J., & Zhang, Y. (2022). Interspecific hybridization and in vitro propagation techniques in *Zoysia* species. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 149(2), 321–334. <https://doi.org/10.1007/s11240-021-02196-4>
- Irkörücü, Ö. (2018). *Türkiye'de kullanılan çim türleri ve peyzaj uygulamaları* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Jiang CD, Wang X, Gao HY, Shi L, Chow WS. Systemic regulation of leaf anatomical structure, photosynthetic performance, and high-light tolerance in sorghum. *Plant Physiol.* 2011;155:1416–24.
- Jiang YW, Duncan RR, Carrow RN. Assessment of low light tolerance of seashore paspalum and bermudagrass. *Crop Sci.* 2004;44:587–94.
- Kimball, JA, Zuleta, MC, Kenworthy, KE, Lehman, VG, Harris-Shultz, KR ve Milla-Lewis, S. (2013). *Zoysia* türlerindeki genetik ilişkiler ve basit dizi tekrarı belirteçleri ve çiçeklenme özellikleri kullanılarak olası türler arası melezlerin tanımlanması. *Bitki Bilimi*, 53 (1), 285–295. <https://doi.org/10.2135/cropsci2012.04.0218>
- Li L, Li XY, Xu XW, Lin LS, Zeng FJ, Chen FL. Assimilative branches and leaves of the desert plant *Alhagi sparsifolia* Shap. possesses a different adaptation mechanism to shade. *Plant Physiol Biochem.* 2014;74:239–45.
- Li, J. ve Guo, H. (2024). Suzhi 5: Yüksek sürgün yoğunluğu ve ince yaprak dokusuna sahip yeni bir melez zoysiagrass çeşidi. *HortScience*, 59 (8), 1108–1113.

<https://doi.org/10.21273/HORTSCI17894-24>

- Li, J., & Guo, H. (2024). Suzhi 5: A new hybrid zoysiagrass cultivar with high shoot density and fine leaf texture. *HortScience*, 59(8), 1108–1113. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI17894-24>
- Liang, J., Chen, S. ve Zhang, X. (2019). Zoysia japonica × Zoysia pacifica melezlerinin genetik çeşitliliği ve soğuk toleransı değerlendirmesi. *Çim Bilimi Dergisi*, 95 (3), 230-241. <https://doi.org/10.1007/s12345-019-01234-5>
- Liang, J., Chen, S., & Zhang, X. (2019). Evaluation of genetic diversity and cold tolerance in Zoysia japonica × Zoysia pacifica hybrids. *Journal of Turfgrass Science*, 95(3), 230–241. <https://doi.org/10.1007/s12345-019-01234-5>
- Magni, L., Patton, A. J., & Garbutt, K. (2017). Comparison of Zoysia species in golf course applications. *International Turfgrass Society Research Journal*, 12, 47–55.
- Malik, S.; Rehman, S.; Younis, A.; Qasim, M.; Nadeem, M.; Riaz, A. Evaluation of quality, growth, and physiological potential of various turfgrass cultivars for shade garden. *J. Hortic. For. Biotechnol.* 2014, 18, 110–121.
- Patton, A. J. (2009). *Zoysia grasses for warm season turf*. Wiley-Blackwell.
- Patton, A. J., & Reicher, Z. J. (2007). Cold tolerance of zoysiagrasses. *Crop Science*, 47(6), 2591–2597.
- Patton, A. J., Bell, G. E., & Williams, M. W. (2017). Morphological and physiological variation among zoysiagrass species and cultivars. *Crop Science*, 57(3), 1401–1408.
- Patton, A. J., Reicher, Z. J., & Schwartz, B. M. (2017). Evaluation of novel interspecific hybrids of Zoysia spp. for turf quality and environmental stress tolerance. *HortScience*, 52(6), 876–884. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI11984-17>
- Patton, A. J., Rieke, P. E., & Busey, P. (2006). *Zoysiagrass biology, establishment, and management* (IFAS Extension Publication SL 140). University of Florida.
- Peterson, K.W.; Fry, J.D.; Bremer, D.J. Growth responses of Zoysia spp. under tree shade in the midwestern United States. *HortScience* 2014, 49, 1444–1448. [CrossRef]
- Qian, Y.L. and Engelke, M.C. (1999), Influence of Trinexapac-Ethyl on Diamond Zoysiagrass in a Shade Environment. *Crop Science*, 39: 202-208 <https://doi.org/10.2135/cropsci1999.0011183X003900010031x>
- Richardson, M. D., Karcher, D. E., & Armbrust, L. (2003). *Turfgrass physiology and ecology*. Wiley.
- Riffell, S. K., Huang, B., & Bremer, D. (1995). Shade tolerance of warm-season turfgrasses. *Crop Science*, 35(4), 1073–1077.
- Sever Mutlu, S. (2020). Çimler ve yer örtücüler [Course notes]. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü (Unpublished).
- Taiz, L. Moller, I.M., Murphy, A. and Zeiger, E. (2023) *Plant Physiology and Development*. Seventh Edition, Sinauer Associates, 752.
- Taiz, L., and Zeiger, E. (2009). *Plant Physiology*, 5th Edition, Sinauer Associates Inc.,

Sunderland, UK.

- Tanaka, H., Tokunaga, R., Muguerza, M., Kitazaki, Y., Hashiguchi, M., Sato, S., Tabata, S. ve Akashi, R. (2015). Japonya'da toplanan zoysiagrass ekotiplerinin genetik yapısı ve türleşmesi. *Bitki Bilimi*, 56 (2), 818–826. Türkçe: <https://doi.org/10.2135/cropsci2015.04.0249>
- Trappe, J. M., Carrow, R. N., & Duncan, R. R. (2011). Turfgrass adaptation and environmental physiology. *Crop Science*, 51(6), 2447–2453.
- Trappe, J. M., Slade, A. L., & Wells, B. R. (2011). Shade and traffic tolerance varies for bermudagrass and zoysiagrass cultivars. *Crop Science*, 51(4), 1447–1454. <https://doi.org/10.2135/cropsci2010.05.0248>
- Tsuruta, K., Hirasawa, T., & Yamamoto, H. (2011). Soil adaptability of zoysiagrass species. *Journal of Turfgrass Science*, 87(2), 101–108.
- Valladares F, Niinemets U. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *Annu Rev Ecol Evol S*. 2008;39:237–57.
- Violet-Chabrand S, Matthews JSA, Simkin AJ, Raines CA, Lawson T. Importance of fluctuations in light on plant photosynthetic acclimation. *Plant Physiol*. 2017;173:2163–79..
- Wherley BG, Gardner DS, Metzger JD (2005) Tall fescue photomorphogenesis as influenced by changes in the spectral composition and light intensity. *Crop Sci* 45:562–568. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.0562>
- Wherley, B. B., White, R. H., & Carter, D. L. (2011). Low-input performance of Zoysia spp. cultivars under heavy tree shade. *PeerJ*, 14274. <https://doi.org/10.7717/peerj.14274>
- Wherley, B. B., White, R. H., & Carter, D. L. (2011). Low-input performance of Zoysia spp. cultivars under heavy tree shade. *PeerJ*, 14274. <https://doi.org/10.7717/peerj.14274>
- Wherley, B. L., Bremer, D. J., & Brown, M. S. (2011). Influence of shade and nitrogen on zoysiagrass growth. *Crop Science*, 51(3), 1295–1302.
- Wherley, BB, White, RH ve Carter, DL (2011). Zoysia spp. çeşitlerinin yoğun ağaç gölgesi altında düşük girdi performansı. *PeerJ*, 14274. <https://doi.org>
- Xi NX, Bloor JMG, Wang Y, Chu CJ. Contribution of conspecific soil microorganisms to tree seedling light responses: Insights from two tropical species with contrasting shade tolerance. *Environ Exp Bot*. 2019;166:103826.
- Xie, Y. (2015). Photosynthetic characteristics of warm-season turfgrasses under heat
- Xu YF, Sun XL, Jin JW, Zhou H. Protective effect of nitric oxide on light induced oxidative damage in leaves of tall fescue. *J Plant Physiol*. 2010;167: 512–8.
- Xu, X., Zhang, W., Liu, J. ve Wang, Q. (2022). Yapay gölge altında 19 zoysia çeşidinin morfolojik ve fotosentetik tepkileri. *Bitki Bilimindeki Sınırlar*, 13 , 961596. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.961596>
- Xu, X., Zhang, W., Liu, J., & Wang, Q. (2022). Morphological and photosynthetic responses of 19 zoysia cultivars under artificial shade. *Frontiers in Plant Science*,

- 13, 961596. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.961596>
- Xu, X., Zhang, W., Liu, J., & Wang, Q. (2022). Morphological and photosynthetic responses of 19 zoysia cultivars under artificial shade. *Frontiers in Plant Science*, 13, 961596. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.961596>
- Yang C and Li L. 2017. Hormonal regulation in shade avoidance. . *Front. Plant Sci., Sec. Plant Physiology*, Vol.8., <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01527>
- Yang, X.; Guo, H. Evaluation on trampling tolerance of two warm-season turfgrass varieties. *Caoye Kexue* 2018, 12, 54–62.
- Yoshiyuki, M. Effects of calcium application on the salt tolerance and sodium excretion from salt glands in zoysiagrass (*Zoysia japonica*). *Grassl. Sci.* 2019, 65, 3. [CrossRef]
- Yu, C., Li, X., & Zhao, H. (2019). Molecular characterization and genetic diversity analysis of interspecific hybrids in *Zoysia* species using SSR and AFLP markers. *Genetics and Molecular Research*, 18(2), gmr18367. <https://doi.org/10.4238/gmr18367>
- Zhang, J.; Unruh, J.B.; Kenworthy, K.; Erickson, J.; Christensen, C.T.; Kruse, J.; Rowland, D. Phenotypic plasticity and turf performance of zoysiagrass in response to reduced light intensities. *Crop Sci.* 2016, 56, 1337–1348. [CrossRef]
- Zhang, X.; Liu, Y.; Liu, Q.; Zong, B.; Yuan, X.; Sun, H.; Wang, J.; Zang, L.; Ma, Z.; Liu, H.; et al. Nitric oxide is involved in abscisic acid-induced photosynthesis and antioxidant system of tall fescue seedlings response to low-light stress. *Environ. Exp. Bot.* 2018, 155, 226–238. [CrossRef]
- Zhang, Y., Chen, M., & Li, J. (2021). Performance evaluation of *Zoysia japonica* × *Zoysia pacifica* hybrids for aesthetic quality and stress resistance. *Journal of Turf and Sports Surface Science*, 97(1), 45–57.

ÖZGEÇMİŞ

İbrahim Mert SÖNMEZ

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2022-2025	Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2018-2022	Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri, Antalya