

ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI HİBRİT TATLI MISIR (*Zea mays saccharata* Sturt.) ÇEŞİT
ADAYLARININ ERKEN GELİŞME DÖNEMİNDE KURAKLIK
TOLERANSLARININ BELİRLENMESİ

Zeliha DİNLEMEZ

TARIM VE YAŞAM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2025

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Zeliha DİNLEMEZ tarafından hazırlanan “**Bazı Hibrit Tatlı Mısır (*Zea mays saccharata* Sturt.) Çeşit Adaylarının Erken Gelişme Döneminde Kuraklık Toleranslarının Belirlenmesi**” adlı tez çalışması 31/07/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Alpaslan KUŞVURAN

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Alpaslan KUŞVURAN
Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Şebnem KUŞVURAN
Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Recep İrfan NAZLI
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Çukurova Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ersoy YILMAZ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum “**Bazı Hibrit Tatlı Mısır (*Zea mays saccharata* Sturt.) Çeşit Adaylarının Erken Gelişme Döneminde Kuraklık Toleranslarının Belirlenmesi**” konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programı”yla tarandığını, “intihal içermediğini” beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (31/07/2025).

Zeliha DİNLEMEZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI HİBRİT TATLI MISIR (*Zea mays saccharata* Sturt.) ÇEŞİT ADAYLARININ ERKEN GELİŞME DÖNEMİNDE KURAKLIK TOLERANSLARININ BELİRLENMESİ

Zeliha DİNLEMEZ

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Alpaslan KUŞVURAN

Bu çalışmada; beş farklı tatlı mısır çeşit adayının (23-SCH-03, 23-SCH-07, 23-SCH-08, 23-SCH-12 ve 23-SCH-23) kuraklığa tolerans (K1: %0 su kısıtı/SKP/kontrol, K2: %75 sulama/%25 su kısıtı, K3: %50 sulama/%50 su kısıtı ve K4: %25 sulama/%75 su kısıtı) düzeyleri incelenmiştir. Araştırma sera koşullarında, 11 litre kapasiteli plastik saksılarda, farklı kuraklık düzeyleri ana parselleri, farklı çeşitler ise alt parselleri oluşturacak şekilde, tesadüf parselleri bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Kuraklık stresinin görsel etkilerinin belirlenmesi amacıyla oluşturulan skala değerlendirmesinde stres düzeyindeki artış skala değerinde de artışa yani zararlanma derecesinde artışa yol açmış bu etki özellikle K4 uygulamasında ön plana çıkmıştır. Özellikle %25 kısıtlı sulama koşullarında 23-SCH-07 çeşidi, 3,67 skala değeri ile kuraklık stresine karşı en duyarlı çeşit olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda kuraklık stresinin; incelenen morfolojik özelliklerin tamamında (bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, sap kalınlığı, yaprak ayası boyu, yaprak eni, yaprak sayısı) %2 ile %80 arasında değişen oranlarda olumsuz etkilere neden olduğu tespit edilmiştir. K4 düzeyinde ortalama olarak tüm morfolojik parametreler bakımından kontrol bitkilerine oranla 23-SCH-03 çeşidinde %44,29, 23-SCH-07 çeşidinde %41,16, 23-SCH-08 çeşidinde %43,74, 23-SCH-12 çeşidinde %43,36 ve 23-SCH-23 çeşidinde %40,89 düzeyinde gerçekleşmiştir. Artan stres koşullarına paralel olarak SPAD ölçümleriyle belirlenen klorofil içeriklerinde azalmalar kaydedilmiştir. SPAD değerlerindeki azalma oranı %2 ile %36 arasında değişmiş; bu bağlamda en belirgin düşüş, en yüksek stres düzeyi olan K4 uygulamasında gözlenmiştir. Çeşit bazında yapılan değerlendirmelerde, K4 uygulamasında kontrol bitkilerine göre en az SPAD değeri kaybı %20,62 oranı ile 23-SCH-07 çeşidinde, en fazla kayıp ise %36,24 ile 23-SCH-03 çeşidinde tespit edilmiştir. YOSİ değerlerinde de %8 ile %69 arasında değişen oranlarda azalma gözlenmiş; bu düşüşün çeşitler arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle K4 düzeyinde, kontrol bitkilerine kıyasla en düşük oranda azalma %24,18 ile 23-SCH-07 çeşidinde tespit edilirken, en yüksek azalma ise %69,24 ile 23-SCH-03 çeşidinde gerçekleşmiştir. Araştırmada, kuraklık stresi sonucunda bitki büyüme parametreleri bakımından çeşitlerin değişen oranlarda kayıplar ile karşı karşıya kaldığı görülmüş, 23-SCH-23 tatlı mısır çeşidinin diğer çeşitlere oranla tolerans düzeyinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

2025, 47 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: *Zea mays saccharata* Sturt., Klorofil, Su kısıtı, Şeker mısır, Yaprak oransal su içeriği

ABSTRACT

Master of Science Thesis

DETERMINATION OF DROUGHT TOLERANCES AT EARLY GROWING STAGES OF SOME HYBRID SWEET CORN (*Zea mays saccharata* Sturt.) CANDİDATE CULTİVARs

Zeliha Dinlemez

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agriculture and Life Science

Advisor: Prof. Dr. Alpaslan KUŞVURAN

In this study, drought tolerance levels (K1: 0% water restriction/CC/control, K2: 75% irrigation/%25 water restriction, K3: 50% irrigation/%50 water restriction, and K4: 25% irrigation/%75 water restriction) of five different sweet corn candidate hybrid cultivars (23-SCH-03, 23-SCH-07, 23-SCH-08, 23-SCH-12, and 23-SCH-23) were investigated. The research was carried out under greenhouse conditions in 11-liter capacity plastic pots, using a randomized split-plot design with three replications, with different drought levels forming the main plots and different cultivars forming the subplots. In the scale assessment created to determine the visual effects of drought stress, an increase in the stress level led to an increase in the scale value, i.e., an increase in the degree of damage, and this effect was particularly prominent in the K4 treatment. Especially under 25% limit irrigation conditions, 23-SCH-07 was determined to be the most susceptible variety to drought stress with a scale value of 3,67. As a result of the research, it was determined that drought stress caused negative effects ranging from 2% to 80% on all morphological traits examined (plant height, plant fresh weight, plant dry weight, stem thickness, leaf blade length, leaf width, and leaf number). At the K4 level, on average, compared to control plants, in terms of all morphological parameters, decreases were realized as 44,29% in 23-SCH-03, 41,16% in 23-SCH-07, 43,74% in 23-SCH-08, 43,36% in 23-SCH-12, and 40,89% in 23-SCH-23. In parallel with increasing stress conditions, decreases were recorded in chlorophyll contents determined by SPAD measurements. The decrease in SPAD values ranged from 2% to 36%; the most significant decrease was observed in the K4 treatment, which represents the highest stress level. Variety-based evaluations revealed that in the K4 treatment, the lowest SPAD loss compared to control plants was 20,62% in the 23-SCH-07 variety, while the highest loss was 36,24% in the 23-SCH-03 variety. YOSI values were also reduced by 8% to 69%, and this decrease varied among varieties. Specifically, at the K4 level, the lowest decrease compared to control plants was 24,18% in the 23-SCH-07 variety, while the highest decrease was 69,24% in the 23-SCH-03 variety. The study revealed that varieties experienced varying losses in plant growth parameters because of drought stress, and it was concluded that the 23-SCH-23 sweet corn variety had a higher tolerance level than other varieties.

2024, 47 pages

Keywords: *Zea mays saccharata* Sturt., Chlorophyll, Irrigation limitation, Sweet corn,
Leaf relative water content

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışmamın bütün aşamalarında benimle sabır ve güler yüzle yakından ilgilenen, her aradığımda ulaşabildiğim, her konuda samimiyetle yardımlarını esirgemeyen, çalışmamım her aşamasında bilgi ve deneyimlerinden sonsuz yararlandığım değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Alpaslan KUŞVURAN’a teşekkür ederim.

Çalışmalarımnda benden bilgi, tecrübeleriyle desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, değerli hocam Prof. Dr. Şebnem KUŞVURAN’a sonsuz teşekkür ederim.

Her zaman maddi, manevi yanımda alan aileme sonsuz teşekkür ederim.

Zeliha DİNLEMEZ

Çankırı, Temmuz 2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	5
3. MATERYAL VE METOT	11
3.1 Materyal.....	11
3.2 Yöntem	11
3.2.1 Denemenin kurulum ve yürütülme aşamaları	11
3.2.2 Kuraklık stresi (su kısıtı) uygulamaları.....	13
3.2.3 Gözlemler ve hesaplamalar.....	16
3.2.3.1 Skala değerlendirmesi (0-5 Skalası)	16
3.2.3.2 Bitki boyu (cm).....	16
3.2.3.3 Sap kalınlığı (mm).....	17
3.2.3.4 Yaprak sayısı (adet bitki ⁻¹).....	17
3.2.3.5 Yaprak ayası boyu (cm).....	17
3.2.3.6 Yaprak ayası eni (cm).....	17
3.2.3.7 Bitki yaş ağırlığı (g bitki ⁻¹)	17
3.2.3.8 Bitki kuru ağırlığı (g bitki ⁻¹)	18
3.2.3.9 Klorofil indeksi (SPAD) değeri.....	18
3.2.3.10 Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%)	18
3.2 İstatistiksel Analizler	18
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1 Skala Değerleri (0-5 skalası).....	25
4.2 Bitki Boyu (cm).....	26

4.3 Bitki Yaş Ağırlığı (g bitki ⁻¹).....	27
4.4 Bitki Kuru Ağırlığı (g bitki ⁻¹).....	28
4.5 Sap Kalınlığı (mm).....	29
4.6 Yaprak Ayası Boyu (cm)	30
4.7 Yaprak Ayası Eni (cm)	31
4.8 Yaprak Sayısı (adet bitki ⁻¹)	33
4.9 Klorofil İçeriği (SPAD).....	34
4.10 Yaprak Oransal Su İçeriği (YOSİ).....	35
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ.....	47

SİMGELER DİZİNİ

da	Dekar
dS	Desisiemens
g	Gram
CO ₂	Karbondioksit
kg	Kilogram
≤	Küçük veya eşittir
l	Litre
m	Metre
mg	Miligram
mM	Milimolar
m ⁻²	Metrekare
MPa	Megapascal
mL	Mililitre
ppm	Milyon başına parça sayısı
nm	Nanometre
Ni	Nikel
K	Potasyum
Na	Sodyum
°C	Santigrat
cm	Santimetre
Si	Silisyum
%	Yüzde

KISALTMALAR DİZİNİ

D	Doz
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
SPAD	Klorofil içeriği
K	Kuraklık
MDA	Malondialdehit
PEG	Polietilen glikol
ROS	Reaktif oksijen türleri
SKP/CC	Saksı kapasitesi/Container capacity
SK/WR	Su kısıtı/Water restriction
TK	Tarla kapasitesi
YOSİ	Yaprak oransal su içeriği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Tatlı mısır çeşit adaylarının saksılara ekimleri	13
Şekil 3.2 Tatlı mısır çeşit adaylarında çıkışlar ve gelişim aşamaları (15/07/2024, 29/07/2024, 11/08/2024, 19/08/2024, 25/08/2024, 28/08/2024).....	14
Şekil 3.3 Tatlı mısır çeşit adaylarında su kısıtı/kuraklık stresi uygulamaları	16
Şekil 3.4 Tatlı mısır çeşit adaylarında gerçekleştirilen gözlemler ve hesaplamalar	19
Şekil 3.5 23-SCH-03 nolu tatlı mısır çeşit adayının farklı su kısıtı/kuraklık stresi koşullarında performansı	20
Şekil 3.6 23-SCH-03 nolu tatlı mısır çeşit adayının farklı su kısıtı/kuraklık stresi koşullarında performansı	21
Şekil 3.7 23-SCH-03 nolu tatlı mısır çeşit adayının farklı su kısıtı/kuraklık stresi koşullarında performansı	22
Şekil 3.8 23-SCH-03 nolu tatlı mısır çeşit adayının farklı su kısıtı/kuraklık stresi koşullarında performansı	23
Şekil 3.9 23-SCH-03 nolu tatlı mısır çeşit adayının farklı su kısıtı/kuraklık stresi koşullarında performansı	24

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Su kısıtı/saksı kapasitesi (SKP) uygulamaları ve tatlı mısır çeşit adayları	15
Çizelge 4.1 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının 0-5 skalası.....	26
Çizelge 4.2 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının bitki boyundaki değişimleri (cm)	27
Çizelge 4.3 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının bitki yaş ağırlığındaki değişimleri (g bitki ⁻¹).....	28
Çizelge 4.4 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının bitki kuru ağırlığındaki değişimleri (g bitki ⁻¹)	29
Çizelge 4.5 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının sap kalınlığındaki değişimleri (mm)	30
Çizelge 4.6 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının yaprak ayası boyundaki değişimleri (cm).....	31
Çizelge 4.7 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının yaprak ayası enindeki değişimleri (cm)	32
Çizelge 4.8 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının yaprak sayısındaki değişimleri (adet bitki ⁻¹).....	33
Çizelge 4.9 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının SPAD değerlerindeki değişimleri	34
Çizelge 4.10 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının YOSİ değerlerindeki değişimleri (%)	35

1. GİRİŞ

Mısır (*Zea mays* L.), morfolojik olarak iri yapılı, yüksek verim potansiyeline sahip ve geniş adaptasyon yeteneği ile dünya genelinde en yaygın olarak yetiştirilen tahıllarından biridir. Üretim miktarı açısından tahıllar arasında birinci sırada yer alan mısır, ekilen alan olarak da en fazla ekim alanına sahip olan buğdayın hemen arkasından gelmektedir (FAO 2021). Uygun çevresel koşullarda oldukça yüksek verim verebilen mısır, bu yönüyle hem gıda hem yem hem de biyoetanol üretimi dahil olmak üzere sanayi hammaddesi olarak stratejik öneme sahiptir (Shiferaw *et al.* 2011).

Tatlı mısır (*Zea mays saccharata* Sturt.) mısırın bir alt türü olup, özellikle taze tüketim ve işlenmiş gıda ürünleri (konserve, dondurulmuş gıda, bardakta mısır vb.) için yetiştirilmekte olup son yıllarda dünya genelinde ekim alanı ve tüketim talebi hızla artmaktadır. Tatlı mısır bitkisinden toplanan koçanlardan sonra arta kalan sap ve yapraklar, hayvanlar için kaba yem olarak kullanılabilirken, koçanları kurumadan hasat edildiği için silaj olarak da değerlendirilebilmektedir (Boztepe 2022).

Türkiye’de tatlı mısır üretimine ait istatistiksel değerler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından henüz ayrı olarak verilmemektedir. Tane mısır üretimi bakımından 2004-2024 yılları arasını kapsayan son 20 yıllık değerlere bakıldığında gerek ekim alanı gerekse üretim miktarı ve birim alan verimi bakımından önemli düzeyde artışlar olduğu görülmektedir. 2004, 2014 ve 2024 yılları ekim alanı, üretim miktarı ve birim alan verimi değerleri sırasıyla; 5,5 milyon, 6,6 milyon, 7,9 milyon dekar; 3 milyon, 6 milyon ve 8,1 milyon ton; 551 kg da⁻¹, 907 kg da⁻¹ ve 1026 kg da⁻¹ şeklindedir (TÜİK 2025). Görüldüğü üzere 20 yıllık süreçte, ekim alanlarında %43,6, üretim miktarında %270 ve birim alan veriminde ise %86,2’lik bir artış gerçekleşmiştir. Bu da mısırın dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de oldukça önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir.

Tatlı mısır (*Zea mays saccharata* Sturt.), yüksek şeker içeriği, erken hasat süresi ve taze tüketim potansiyeliyle dünya genelinde giderek artan öneme sahip bir tahıl türüdür. Ancak yüksek ticari değerine rağmen, tatlı mısırın üretim potansiyeli çevresel stres koşullarına, özellikle de kuraklık stresine karşı oldukça hassastır (Yadav *et al.* 2022). Kuraklık, bitkinin fizyolojik süreçlerini sekteye uğratarak fotosentez, solunum, su dengesi ve besin taşınımı gibi metabolik aktiviteleri sınırlamakta, bu da tatlı mısırdaki özellikle generatif dönemde ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır (Bheemanahalli *et al.* 2022, Sathish *et al.* 2022a).

Mısır, yaşam döngüsünün farklı evrelerini tamamlayabilmek için yüksek su ihtiyacı duyan bir tahıl bitkisidir. Gelişimin herhangi bir aşamasında yetersiz su temini, mısır bitkisinde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal faaliyetlerde büyük değişimlere yol açan kuraklık stresini tetikler. Kısıtlı su stresi, mısırın fizyolojik metabolizmasının çeşitli yönlerini, fotosentezi ve vejetatif büyümeyi etkiler, bu da bitki boyunda, yaprak alanında, bitki başına koçan sayısında azalmaya, besin elementlerinin kullanılabilirliği ve bileşiminde bozulmaya, besin maddelerinin mineralizasyon ve yeniden taşınım hızında yavaşlamaya neden olarak tane verimini düşürür (Pokhrel 2021).

Özellikle erken gelişme dönemleri olan fide ve vejetatif aşamalarda kuraklık stresine karşı hassas olan mısırdaki, bu evrelerde yaşanan su kısıtı bitki gelişimi ve tane verimi üzerinde kalıcı olumsuz etkiler bırakmaktadır (Singh *et al.* 2023a). Özellikle fide döneminde su yetersizliği, yaprak kıvrılması, bodur büyüme, yaprak klorofil içeriğinde azalma ve bitki yaş/kuru ağırlığında düşüşe neden olmaktadır. Kuraklık koşullarında yapraklarda ozmotik düzenleme amacıyla prolin ve glisin betain gibi bileşiklerin üretimi artarken, stomatal kapanma ile su kaybı azaltılmaya çalışılmaktadır. Ayrıca, antioksidan savunma sistemleri (SOD, CAT, POD) aktive edilerek oksidatif stresin etkileri sınırlandırılmaktadır (Kim and Lee 2023). Kuraklık, fide döneminde kök ve gövde gelişimini sınırlayarak bitkinin yaşama şansını azaltırken, vejetatif dönemde ise fotosentetik aktivite, klorofil miktarı, yaprak genişliği, yaprak alan indeksi, kök gelişimi ve toplam biyokütle üzerinde ciddi kayıplara yol açmaktadır. Kuraklık stresinin bu dönemdeki olumsuz etkileri, özellikle meristematik hücre bölünmesinin azalması ve büyümenin duraksaması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, erken dönemde

uygulanan kuraklık stresleri, ilerleyen gelişme evrelerinde bitki performansına dair belirleyici parametreler olarak kullanılabilecektir (Singh *et al.* 2023a).

Tatlı mısır, sıcak iklim tahılları arasında yer almakta ve optimum gelişme için sıcak, güneşli ve yeterli nemin bulunduğu koşulları tercih etmektedir. Ancak bitkinin yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi sınırlayan başlıca çevresel stres faktörlerinden biri kuraklıktır. Kuraklık, bitkilerde fotosentez oranını azaltmakta, oksidatif stresin artmasına neden olmakta ve hücre zarlarında hasar oluşturarak bitki metabolizmasını olumsuz etkilemektedir. Bu durum, tatlı mısır gibi sınırlı suya duyarlı bitkilerde özellikle erken gelişme dönemlerinde büyüme geriliğine, verim kayıplarına ve kalite düşüşlerine yol açabilmektedir (Hasanuzzaman *et al.* 2013). Kuraklık stresinin bitki büyümesi ve verimi üzerindeki olumsuz etkileri göz önüne alındığında, tatlı mısırdaki kuraklığa toleranslı genotiplerin geliştirilmesi sürdürülebilir üretim açısından büyük önem taşımaktadır (Jaleel *et al.* 2008, Kusvuran and Kusvuran 2020).

Kuraklık stresi tatlı mısırdaki klorofil içeriğinde azalma, stomatal iletkenlikte düşüş, yaprak sıcaklığında artış ve tane sayısında azalma gibi çok yönlü fizyolojik değişimlere yol açmaktadır (Sheoran *et al.* 2022). Bu fizyolojik etkiler, özellikle tepe püskülü ile koçan püskülü çıkışı arasındaki süreyi uzatarak döllenmeyi olumsuz yönde etkilemekte, bunun sonucunda tane bağlama oranı azalmakta ve verim önemli ölçüde düşmektedir (Singh *et al.* 2023b). Tatlı mısırdaki kuraklığa toleransın belirlenmesi, bitkinin morfolojik ve fizyolojik özelliklerinin yanı sıra, kuraklık altındaki ve normal koşullardaki verim düzeylerini karşılaştıran bazı kuraklık tolerans indeksleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Khatibi *et al.* 2022).

Tatlı mısırdaki kuraklık toleransının genotipe bağlı olduğu ve bu nedenle stres koşullarında farklı genotiplerin farklı düzeyde uyum stratejileri geliştirdiği birçok çalışmada ortaya konmuştur. Yasin vd. (2024a), bazı tatlı mısır genotiplerinin kuraklık koşullarında yaprak su içeriğini koruma, prolin birikimini artırma ve antioksidan savunma sistemlerini aktive etme gibi fizyolojik özellikler bakımından yüksek tolerans düzeyi gösterdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Peer vd. (2025), melatonin uygulamasının tatlı mısır bitkilerinde kök gelişimini teşvik ettiğini ve su kullanım

verimliliğini artırarak kuraklık stresine tolerans düzeyini güçlendirdiğini ortaya koymuştur.

Dolayısıyla, tatlı mısırdaki kuraklığa dayanıklı genotiplerin belirlenmesi ve bu genotiplerde etkili savunma mekanizmalarının anlaşılması hem iklim değişikliğiyle mücadele hem de su kaynaklarının daha etkin kullanımı açısından büyük önem taşımaktadır. Kuraklık stresine karşı dayanıklı tatlı mısır genotiplerinin ıslah edilmesi, gelecekte daha az su tüketimiyle sürdürülebilir üretimin sağlanmasına katkı sunacaktır.

Bu çalışmada; yerli bir firma tarafından ıslah çalışmaları devam eden bazı tatlı mısır (*Zea mays saccharata* Sturt.) çeşit adaylarının erken gelişme döneminde kuraklığa tolerans düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Tatlı mısır (*Zea mays saccharata* Sturt.) gibi yüksek su isteğine sahip sıcak iklim tahıllarında, kuraklık stresine karşı dayanıklı genotiplerin geliştirilmesi sürdürülebilir tarım uygulamaları açısından büyük önem taşımaktadır. Jaleel vd. (2008), su kullanım etkinliğinin bitki verimiyle doğrudan ilişkili olduğunu ve kuraklık stresi altında daha yüksek su kullanım etkinliğine sahip genotiplerin tarımsal üretim açısından avantaj sağladığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Kusvuran ve Kusvuran (2020), kuraklığa karşı fizyolojik ve biyokimyasal savunma mekanizmalarının genotipik düzeyde farklılık gösterdiğini ve bu farklılıkların kurağa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde kullanılabileceğini vurgulamıştır. Bu bağlamda, sınırlı su koşullarında daha etkin gelişme gösterebilen tatlı mısır genotiplerinin belirlenmesi ve yaygınlaştırılması hem üretim istikrarı hem de kaynak kullanım etkinliği bakımından stratejik bir öncelik haline gelmiştir.

Shiferaw vd. (2011), kuraklık stresi altında mısır veriminin düştüğünü ve stresin özellikle çiçeklenme döneminde ciddi verim kayıplarına yol açtığını, ayrıca tropik bölgelerde 30 °C üzerindeki her 1 °C'lik sıcaklık artışının verimde %1,7 oranında düşüslere neden olduğunu bildirmişlerdir. Kuraklığa dayanıklı ve yüksek su kullanım verimliliğine sahip çeşitlerin geliştirilmesinin, iklim değişikliği koşullarında gıda güvenliği için kritik olduğunu vurgulamışlardır.

Hasanuzzaman vd. (2013), kuraklık stresinin bitkilerde su dengesi, fotosentez ve antioksidan savunma sistemleri üzerinde olumsuz etkiler yarattığını ve toleransın, genotiplerin su kullanım verimliliği ve antioksidan kapasitesine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir.

Hirich vd. (2016) artan sıcaklıkların tatlı mısırın vegetasyon süresini yaklaşık 20 gün kısaltacağını, su ihtiyacını %13 azaltmasına rağmen evapotranspirasyonu %15 oranında artırarak önümüzdeki 70-80 yıl içinde toplam verimde %2,5 oranında azalmaya neden olacağını ifade etmişlerdir.

Li vd. (2017), tatlı mısırdaki kuraklık kaynaklı osmotik stresin su alımı ve tohum nem içeriğini azaltarak çimlenme oranı, canlılık indeksi, fide gelişimi ile yaş ve kuru ağırlık üzerinde olumsuz etkiler yarattığını, buna karşılık çözünür şeker, prolin ve protein birikimi ile antioksidan savunma sistemlerini aktive ettiğini, ayrıca tatlı mısır tohumlarında artan osmotik stres düzeyinin çimlenme potansiyelini düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Revilla vd. (2021), tatlı mısırdaki kuraklık toleransına yönelik genetik çeşitliliğin sınırlı olması nedeniyle, bazı araştırmacıların kuraklık stresine karşı sulama yönetiminin optimize edilmesi gibi agronomik stratejilerin uygulanmasını önerdiklerini bildirmişlerdir.

Demir vd. (2021), Çukurova koşullarında yürüttükleri sera çalışmasında, kısıntılı sulama uygulamalarının (I75 ve I50), hibrit mısır çeşitleri (P2088 ve P1921) üzerinde bitki boyu, kuru madde miktarı ve makro besin elementi alımı gibi gelişim parametrelerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde azalışlara neden olduğunu, ancak %25 su tasarrufu sağlayan I75 uygulamasının özellikle P1921 çeşidinde kök kuru madde gelişiminde tam sulama düzeyine yakın değerler ürettiğini bildirmiştir. Çalışma, %25 kısıntılı sulamanın verimi ciddi şekilde düşürmeden su kullanım etkinliğini artırabileceğini göstermektedir.

Karakuş (2021), Bursa koşullarında yürüttüğü arazi denemesinde, tatlı mısıra uygulanan farklı sulama (S100, S80, S60) ve azot seviyelerinin (15, 30, 45 kg da⁻¹ N) verim ve verim bileşenleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek taze koçan verimi ve su kullanım etkinliği, %80 buharlaşma düzeyinde sulama ile 30 kg da⁻¹ N uygulamasının birlikte kullanıldığı S80 × N30 interaksyonunda elde edilmiştir. Çalışma, yarı nemli iklim koşullarında tatlı mısır üretiminde su ve azot yönetiminin optimizasyonunun verim ve kaynak verimliliğini artırabileceğini ortaya koymuştur.

Pokhrel (2021), kuraklığın mısırdaki fotosentez, besin alımı ve diğer fizyolojik süreçleri olumsuz etkileyerek vejetatif dönemde yaşanan kuraklık stresinin verimi %25 oranında azalttığını, özellikle tepe ve koçan püskülü oluşumu gibi generatif gelişme dönemlerinde ortaya çıkan kuraklık nedeniyle verim kayıplarının %50'ye kadar ulaşabildiğini, kök yüzey alanı ve toprak nemindeki azalmaya bağlı olarak besin alımının kısıtlandığını ve özellikle dölleme öncesi, dölleme dönemi ve sonrasında yapılacak sulamanın bu olumsuz etkileri hafifletmede etkili olabileceğini bildirmiştir.

Sheoran vd. (2022), mısır bitkisinde vejetatif, koçan püskülü oluşumu ve koçanda tane dolum evrelerinin kuraklık stresinde en hassas dönemle olduğunu, bu evrelerde sırasıyla %25, %50 ve %21 oranına kadar verim kayıpları görülebildiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, mısırdaki kuraklık stresine tolerans geliştirmeye yönelik ıslah çalışmalarında hem geleneksel hem de modern yöntemlerin entegre olarak kullanılmasının önemini vurgulamışlardır. Geleneksel seleksiyon yöntemlerinin, fenotipik dayanıklılığın seçilmesine katkı sunmasına karşın, çevresel değişkenlik nedeniyle sınırlı düzeyde başarılı olduğunu, buna karşılık, moleküler işaretleyici destekli seleksiyon (MAS), QTL haritalama, genomik seleksiyon, transgenik teknolojiler ve CRISPR/Cas9 gibi gen düzenleme araçlarının kullanımının, daha hızlı ve hassas kuraklık toleransı ıslahına olanak sağladığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, kuraklığa dayanıklı genotiplerin geliştirilmesinde çok lokasyonlu deneylerle doğrulama, yüksek verimli ve sürdürülebilir sonuçlar alınan genotiplerin seçimi ve fizyolojik dayanıklılık özelliklerinin dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

Balbua vd. (2022), iki farklı su rejimi altında 45 mısır hattını 18 farklı özellik açısından değerlendirerek, kuraklık stresinin fenolojik, fizyolojik, morfolojik ve verim özellikleri üzerinde belirgin değişikliklere yol açtığını bildirmiştir. Kuraklık koşulları altında özellikle klorofil içeriği, transpirasyon oranı ve prolin birikiminin yüksek değerler ortaya koyduğunu, bu özelliklerin stres altındaki hatlar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Kuraklık tolerans indeksi sonuçlarına göre, Nub60, Nub32, Nub66 ve GZ603 hatları kuraklığa en toleranslı, Nub46 ise en düşük toleransa sahip hat olarak belirlenmiştir. Çalışmada, MTSI analizleri ile çoklu özellik ve çevre koşullarında yüksek stabilite ve performans gösteren dokuz hat

tanımlanmış, bu hatların kuraklığa dayanıklı ıslah programlarında ebeveyn olarak kullanılabileceği ve gen ekspresyon düzeylerinin moleküler düzeyde incelenmesi gerektiği tavsiye edilmiştir.

Khatibi vd. (2022), İran’da altı farklı hibrit mısır çeşidiyle yürüttükleri çalışmalarında, düzenli ve kısıntılı sulama koşullarında SC647 ve KSC704 çeşitlerinin her iki dönemde de kuraklığa karşı tolerans gösterdiğini ve yüksek verim verdiğini, ayrıca koçan püskülü oluşturma döneminde KSC704’ün, koçan oluşum döneminde ise SC640’ın en toleranslı çeşitler olarak öne çıktığını bildirmişlerdir.

Yadav vd. (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 80 mısır genotipi (66 melez, 12 ebeveyn ve 2 kontrol) sulanan ve kısmen sulanan koşullarda morfo-fizyolojik parametreler ve tane verimi bakımından değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, her iki koşulda da tane verimi ile bağıl nem içeriği arasında pozitif korelasyon olduğu, kısmen sulanan koşullarda 10 genotipin yüksek verim performans gösterdiği, bu genotiplerin kurağa tolerant çeşit geliştirme programlarında ebeveyn olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca, morfo-fizyolojik parametrelere dayalı seçimin kuraklık stresi çalışmalarında etkin bir tarama yöntemi olduğu ifade edilmiştir.

Sathish vd. (2022b) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 12 mısır genotipi sulanan ve su kısıtı uygulanan koşullarda fenolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve verim bileşenleri açısından değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, su kısıtı uygulanan koşullarda fotosentetik hız, stoma iletkenliği, transpirasyon oranı ve su kullanım etkinliğinin genotiplere bağlı olarak önemli ölçüde azaldığı; ayrıca, DTL-4-1 ve Harsha genotiplerinin stres koşullarında yüksek verim ile birlikte daha yüksek kuraklık tolerans indeksi değerleriyle öne çıktığı tespit edilmiştir.

Bheemanahalli vd. (2022), ‘B73’ ve ‘Mo17’ mısır genotiplerini kullanarak süt olum dönemi boyunca uygulanan kuraklık, sıcaklık ve bu iki stresin birleşik etkilerini fizyoloji, verim ve kalite bileşenleri açısından incelemişlerdir. Kuraklık ve birleşik stres uygulamaları, stoma iletkenliğini %67,4 oranında azaltarak yaprak sıcaklığını 5,6 °C artırmış ve buna bağlı olarak tane veriminde %78,9’a varan düşüslere neden olmuştur.

Düşük stoma iletkenliği ve fotosentetik verim ile azalan klorofil içeriği, özellikle ‘B73’ genotipinde belirgin olmuş, buna karşın ‘Mo17’ genotipi birleşik streslere daha dayanıklı bir performans sergilemiştir. Araştırma sonucunda, kuraklık stresinin tek başına ya da sıcaklıkla birlikte uygulanmasının, mısırdaki tane sayısı ve ağırlığı gibi özellikleri olumsuz etkileyerek tane verimini büyük ölçüde düşürdüğü tespit edilmiştir. Bu bulgular, mısırdaki süt olum döneminde kuraklığa dayanıklı genotiplerin belirlenmesi ve geliştirilmesi açısından önemli fizyolojik belirteçlerin olduğunu ortaya koymaktadır.

Yasin vd. (2024b), P-3011w, P-3092 ve iku20 isimli üç mısır hibritini, %100 (kontrol) ve %40 (kuraklık) toprak nem seviyelerinde, döllenme öncesi (V7) evrede kuraklık stresine maruz bırakarak morfolojik ve fizyolojik tepkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, kuraklık stresinin tüm büyüme parametrelerinde anlamlı düşüşe yol açtığını, çeşitler arasında iku20 çeşidinin kuraklıktan en az, P-3011w çeşidinin ise en fazla düzeyde etkilendiğini tespit etmişlerdir. Bu bağlamda, iku20 çeşidinin kuraklık stresine karşı daha yüksek tolerans gösterdiği ve kurak iklime sahip Meksika'nın kuzeydoğu bölgelerinde yetiştiriciliğe uygun bir aday olabileceği sonucuna varmışlardır.

Zhang vd. (2024), 285 mısır hattı üzerinde gerçekleştirdikleri çok yönlü istatistiksel analizler sonucunda, kuraklık stresinin tüm morfolojik ve fizyolojik özellikler üzerinde anlamlı etkiler yarattığını ortaya koymuş; özellikle CML323 hattının, yüksek yaprak oransal su içeriği (YOSİ), klorofil düzeyi, serbest prolin birikimi, askorbat peroksidaz (APX) ve peroksidaz (POD) aktivitesi gibi fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerde gösterdiği üstünlük ile kuraklığa karşı en dayanıklı hat olarak öne çıktığını, buna karşılık CB2-49-1 hattının en duyarlı genotip olduğunu saptamışlardır.

Kurt vd. (2025), mısırın gelişim sürecinde fide (V1-V3), çiçeklenme (R1-R2) ve tane dolum (R3-R6) dönemlerinin kuraklık stresine karşı en hassas olduğu dönemler olduğunu, kuraklık stresinin fide döneminde kök büyümesi ve yaprak gelişimini sınırlandırdığını, çiçeklenme döneminde polen canlılığını azaltarak verimi %80'e kadar düşürebildiğini, tane dolum döneminde ise koçan doluluğunun azaldığını ve dane kalitesinin düştüğünü bildirmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda, V1-V5 döneminde

yaşanan kuraklık stresinin, bitkinin morfolojik büyümesini yavaşlattığını ve vejetatif dönemin uzamasına neden olduğunu, morfolojik belirtiler arasında yapraklarda kıvrılma, yaprak alanında azalma, taze ve kuru ağırlıkta düşüşler olduğunu bildirmişlerdir. 8 gün boyunca kuraklık stresine maruz kalan farklı genotiplerde yaprak alanının %5,86 ila %16,59 arasında azaldığını, tam sulama uygulamalarının, kısıtlı sulamaya kıyasla tane veriminde %16,7, bin dane ağırlığında %14,3, koçan ağırlığında %11,6 gibi artışlar ile sonuçlandığını ifade etmişlerdir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Burada sunulan tez çalışmasında; Zea Gen Tohumculuk firması tarafından çeşit adayı olarak kullanılan ve sh2 genlerine sahip olan süper tatlı hibrit mısır çeşit adayları (23-SCH-03, 23-SCH-07, 23-SCH-08, 23-SCH-12 ve 23-SCH-23) materyal olarak kullanılmıştır (Anonim 2025).

3.2 Yöntem

Bu çalışma, farklı süper tatlı hibrit mısır (*Zea mays saccharata* Sturt.) çeşit adaylarının erken gelişim döneminde kuraklık stresi/su kısıtına karşı tolerans düzeylerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme, ana parsellerde dört farklı su kısıtı düzeyi (K1: %0 su kısıtı/kontrol, K2: %25 su kısıtı, K3: %50 su kısıtı, K4: %75 su kısıtı) ve alt parsellerde beş farklı süper tatlı hibrit mısır çeşit adayı (23-SCH-03, 23-SCH-07, 23-SCH-08, 23-SCH-12, 23-SCH-23) olacak şekilde kurulmuştur. Bitkiler, torf ve perlitin 2:1 oranında karıştırılmasıyla hazırlanan yetiştirme ortamında, 11 litre hacimli ve 0,09 m² yüzey alanına sahip plastik saksılarda yetiştirilmiştir. Araştırma, tesadüf parselleri bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak, 04 Temmuz 2024 tarihinden 02 Eylül 2024 tarihine kadar, toplam 61 günde, Çankırı Karatekin Üniversitesi Gıda ve Tarım Meslek Yüksekokulu Uluyazı Yerleşkesi Araştırma ve Uygulama Serasında gerçekleştirilmiştir.

3.2.1 Denemenin kurulum ve yürütülme aşamaları

Tatlı mısır çeşit adayları denemesinin kurulmasında kullanılacak saksılar 03/07/2024 tarihinde suyla doymuş olacak şekilde saksı kapasitesi dikkate alınarak yeterli miktarda sulanmıştır.

Tohum ekimi 04/07/2024'te plastik saksılara, her saksıda 10 bitki yer alacak biçimde ve 4–5 cm derinliğe yapılmıştır (Şekil 3.1). Ekim sonrası can suyu verilerek saksılar %100 saksı kapasitesine (SKP) ulaştırılmıştır. Bunu takiben saksılar, otomatik yağmurlama sistemiyle günde toplam 4 saat sulanmıştır (sabah 06:00-08:00, akşam 18:00-20:00). Çıkışlar 10/07/2024'te başlamış, 15/07/2024'te tüm saksılarda tamamlanmıştır. Bitkiler 2-4 gerçek yapraklı döneme ulaştığında, 22/07/2024'te tekleme yapılarak her saksıda 5 sağlıklı bitki bırakılmıştır.

Karahan vd. (2014), saksılarda alt toprak katmanları bulunmadığından tarla kapasitesi kavramının geçerli olmadığını, bunun yerine sulama sonrası drenajın durduğu anda toprakta tutulan su miktarını tanımlamak için Kirkham (2014) tarafından önerilen “saksı kapasitesi (SKP)” teriminin kullanılabileceğini belirtmiştir. Bu nedenle çalışmada, tarla kapasitesi yerine SKP ifadesi tercih edilmiştir.

Tekleme işlemini takiben, mısırın besin elementi gereksinimleri için standart besin çözeltisi ile hazırlanmış ve bu çözelti sulamalarda kullanılmıştır (Dasgan and Koc 2009, Kusvuran and Kusvuran 2019). Sulamada “drene olan çözelti/uygulanan çözelti” oranı dikkate alınmıştır (Schröder and Lieth 2002). Drene olan su miktarı sistemli olarak ölçülmüş, bitkilerin gelişimi göz önünde bulundurularak bu oran %30-35 düzeyinde yani saksı ağırlığının %65-70'i seviyesinde tutulmuştur. Stres uygulamaları başlamadan önce, tüm saksılardaki su düzeyi doyma noktası ile saksı kapasitesi arasında korunmuştur.



Şekil 3.1 Tatlı mısır çeşit adaylarının saksılara ekimleri

3.2.2 Kuraklık stresi (su kısıtı) uygulamaları

Çıkışların tamamlanmasının ve tekleme işleminin ardından bitkiler gelişimlerini sürdürmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Tatlı mısır çeşit adaylarında çıkışlar ve gelişim aşamaları (15/07/2024, 29/07/2024, 11/08/2024, 19/08/2024, 25/08/2024, 28/08/2024)

Tatlı mısır çeşit adaylarında kuraklık stresi/su kısıtı uygulamasına, bitkiler 4-6 gerçek yapraklı döneme ulaştıktan sonra 07/08/2024 tarihinde başlanmıştır. Bitkiler 07/08/2024, 09/08/2024 ve 11/08/2024 tarihlerinde kademeli olarak strese hazırlanmış, 13/08/2024'ten itibaren ise su kısıtı seviyeleri ölçek olarak alınmış ve stres uygulaması gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3).

Su kısıtı uygulamalarında %100 seviyesi kontrol kabul edilmiş ve diğer uygulamalar oranında sınırlamalar yapılarak sulamalar gerçekleştirilmiştir. Saksılar suya doyurulup drenaj sonrası tartılarak kapasite belirlenmiş, sulama öncesinde tekrar tartılarak fark üzerinden uygulanacak su miktarı hesaplanmıştır.

Sulama miktarı, belirlenen farkın katsayılarla çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Kuraklık uygulamaları kontrol bitkilerinin ihtiyacına göre iki günde bir yapılmış ve 13-31 Ağustos 2024 arasında toplam 10 kez uygulanmıştır.

Stres etkilerinin belirginleştiği 02/09/2024 tarihinde, yani ekimden 61 gün ve stres uygulamasının başlamasından 21 gün sonra deneme sonlandırılmıştır. Bu aşamada bitkiler çeşitli morfolojik ve fizyolojik özellikler bakımından değerlendirilmiştir.

Farklı tatlı mısır çeşit adaylarına ve uygulanan kuraklık düzeylerine ilişkin ayrıntılı bilgiler Çizelge 3.1’de sunulmuştur.

Çizelge 3.1 Su kısıtı/saksı kapasitesi (SKP) uygulamaları ve tatlı mısır çeşit adayları

Su Kısıtı/Saksı Kapasitesi (SKP) Uygulamaları	Tatlı Mısır Çeşit Adayları
K1 (%0 Su kısıtı /SKP/Kontrol)	23-SCH-03
	23-SCH-07
	23-SCH-08
	23-SCH-12
	23-SCH-23
K2 (%25 Su kısıtı/SKP)	23-SCH-03
	23-SCH-07
	23-SCH-08
	23-SCH-12
	23-SCH-23
K3 (%50 Su kısıtı /SKP)	23-SCH-03
	23-SCH-07
	23-SCH-08
	23-SCH-12
	23-SCH-23
K4 (%75 Su kısıtı /SKP)	23-SCH-03
	23-SCH-07
	23-SCH-08
	23-SCH-12
	23-SCH-23



Şekil 3.3 Tatlı mısır çeşit adaylarında su kısıtı/kuraklık stresi uygulamaları

3.2.3 Gözlemler ve hesaplamalar

Tez çalışmasında, burada belirtilen gözlemler ile hesaplamalar (Şekil 3.4) tespit edilmiştir.

3.2.3.1 Skala değerlendirmesi (0-5 Skalası)

Bitkilerde morfolojik zarar düzeyini belirlemek amacıyla, her bir saksıda Kuşvuran vd. (2011)'in bildirdiği yöntem doğrultusunda 0-5 arasında puanlanmıştır.

3.2.3.2 Bitki boyu (cm)

Hasadın ardından her saksıdan seçilen dört bitkide, toprak yüzeyinden tepe püskülüne kadar olan uzunluk ölçülmüş ve sonuçlar cm (± 0.1) hassasiyetinde kaydedilmiştir.

3.2.3.3 Sap kalınlığı (mm)

Hasadın ardından her saksıda seçilen dört bitkide, alt kısımdaki ikinci ve üçüncü boğum arasındaki mesafe dijital kumpas ile ölçülmüş ve sonuçlar mm ($\pm 0,1$) duyarlılıkla kaydedilmiştir.

3.2.3.4 Yaprak sayısı (adet bitki⁻¹)

Hasadın ardından her saksıda yer alan dört bitkide, tüm yapraklar tek tek sayılarak yaprak sayıları “adet bitki⁻¹” birimiyle kaydedilmiştir.

3.2.3.5 Yaprak ayası boyu (cm)

Hasadın ardından her saksıdaki dört bitkide, yaprak ayasının kınla birleştiği noktadan en uç kısmına kadar olan uzunluk ölçülmüş ve sonuçlar cm ($\pm 0,1$) duyarlılıkla kaydedilmiştir.

3.2.3.6 Yaprak ayası eni (cm)

Hasadın hemen sonrasında her bir saksıdan seçilen dört bitkide, yaprak ayasının tam orta noktasındaki genişlik ölçülmüş ve sonuçlar cm ($\pm 0,1$) duyarlılıkla kaydedilmiştir.

3.2.3.7 Bitki yaş ağırlığı (g bitki⁻¹)

Hasadın hemen sonrasında her bir saksıdan seçilen dört bitki hassas terazide ayrı ayrı tartılmış ve elde edilen yaş ağırlık değerleri g bitki⁻¹ ($\pm 0,1$) duyarlılıkla kaydedilmiştir.

3.2.3.8 Bitki kuru ağırlığı (g bitki⁻¹)

Yaş ağırlıkları ölçülen bitkiler, 65 °C sıcaklıktaki etüvde 48 saat süreyle sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuş, ardından hassas terazide tartılarak kuru ağırlıkları g bitki⁻¹ ($\pm 0,1$) hassasiyetle tespit edilmiştir.

3.2.3.9 Klorofil indeksi (SPAD) değeri

Hasadın hemen sonrasında her bir saksıdan seçilen dört bitkide, yaprakların klorofil içerikleri Minolta SPAD-502 Plus (Minolta, Japonya) klorofilmetre ile ölçülmüş ve değerler kaydedilmiştir.

3.2.3.10 Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%)

Stres uygulamasının sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin öncelikle taze ağırlıkları ölçülmüş, ardından dört saat saf suda bekletilerek turgor ağırlıkları kaydedilmiştir. Örnekler daha sonra 78 °C sıcaklıktaki etüvde 48 saat kurutulmuş ve kuru ağırlıkları gram cinsinden belirlenmiştir. Taze ve kuru ağırlıklardan elde edilen veriler, Denklem (3.1)'de verilen formül aracılığıyla oranlanarak % değerleri hesaplanmıştır (Sanchez *et al.* 2004, Turkan *et al.* 2005).

$$YOSİ (\%) = \frac{TA - KA}{TuA - KA} \times 100 \quad (3.1)$$

TA: Taze Ağırlık, KA: Kuru Ağırlık, TuA: Turgor Ağırlığı

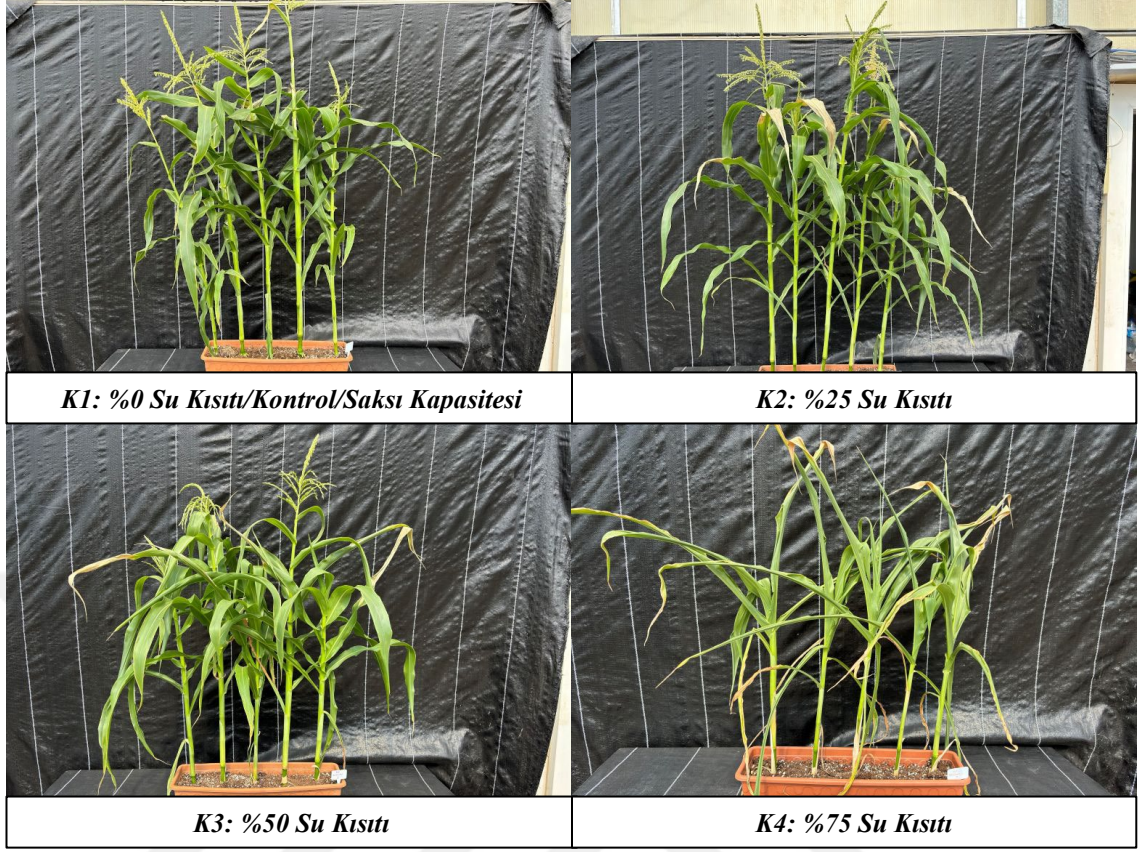
3.2 İstatistiksel Analizler

Veriler JMP 8.0 programında varyans analizine tabi tutulmuş, farklar LSD testi ile $p \leq 0,05$ düzeyinde harflendirme yöntemiyle belirlenmiştir.

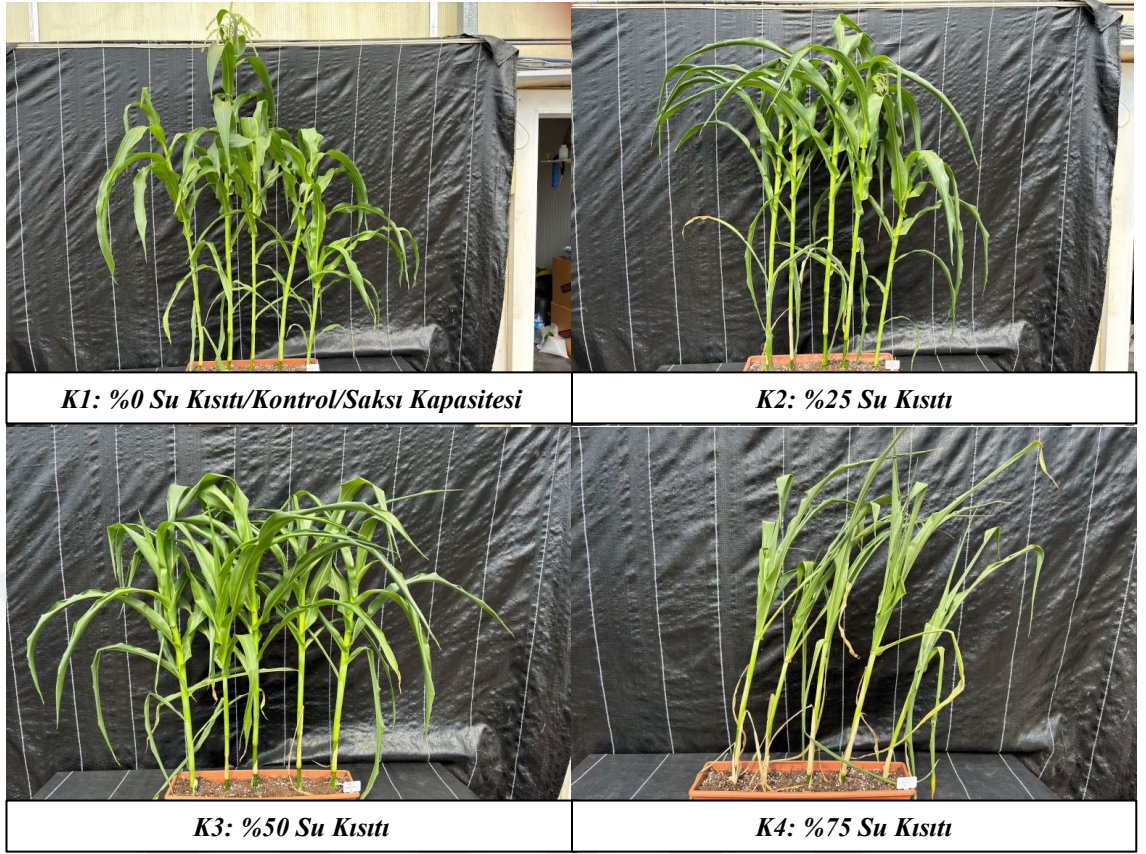


Şekil 3.4 Tatlı mısır çeşit adaylarında gerçekleştirilen gözlemler ve hesaplamalar

Farklı tatlı mısır çeşit adaylarının kuraklık stresine maruz kaldıklarında morfolojik özellikler açısından sergiledikleri değişimler, Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8 ve Şekil 3.9’da detaylandırılmıştır.



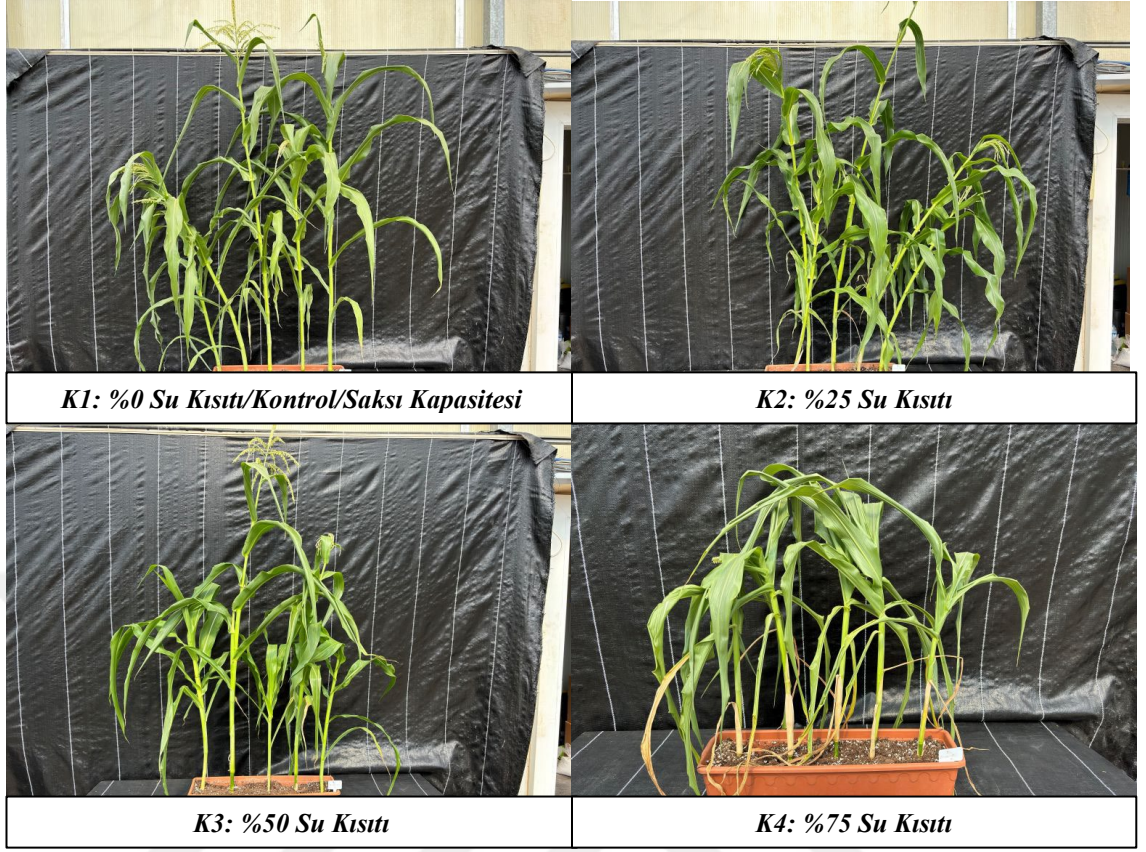
Şekil 3.5 23-SCH-03 nolu tatlı mısır çeşit adayının farklı su kısıtı/kuraklık stresi koşullarında performansı



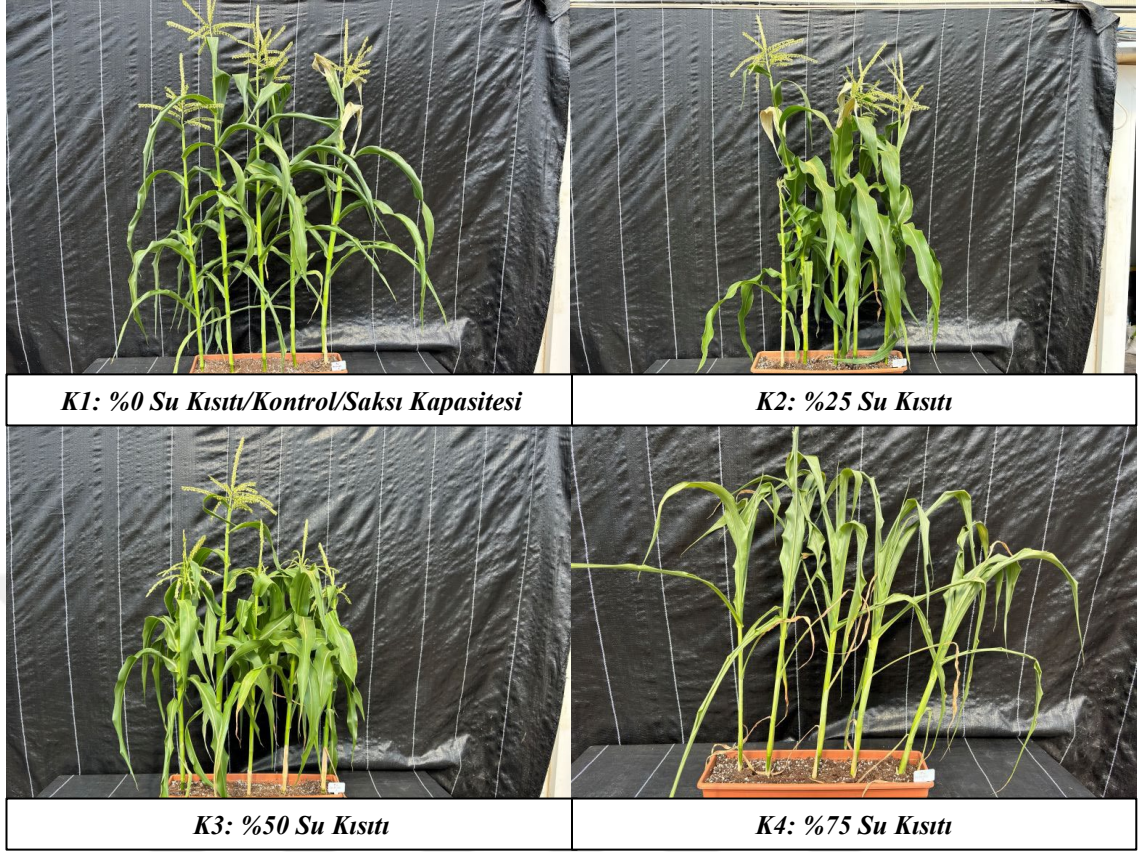
Şekil 3.6 23-SCH-07 nolu tatlı mısır çeşit adayının farklı su kısıtı/kuraklık stresi koşullarında performansı



Şekil 3.7 23-SCH-08 nolu tatlı mısır çeşit adayının farklı su kısıtı/kuraklık stresi koşullarında performansı



Şekil 3.8 23-SCH-12 nolu tatlı mısır çeşit adayının farklı su kısıtı/kuraklık stresi koşullarında performansı



Şekil 3.9 23-SCH-23 nolu tatlı mısır çeşit adayının farklı su kısıtı/kuraklık stresi koşullarında performansı

4. BULGULAR VE TARTIşMA

Bu çalışmada, farklı tatlı mısır çeşit adaylarının su kısıtı/kuraklık stresine karşı gösterdikleri yanıtlar incelenmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur.

4.1 Skala Değerleri (0-5 skalası)

Farklı su kısıtı seviyeleri, çeşit adayları ve su kısıtı $\times$ çeşit adayları etkileşimi açısından elde edilen ortalama skala değerleri incelendiğinde, bu faktörlerin tamamının istatistiki anlamda %1 anlamlılık seviyesinde farklılık oluşturduğu ve değerlerin 1,0 ile 3,7 aralığında olduğu belirlenmiştir.

Su kısıtı/kuraklık stresine karşı bitkilerde meydana gelen zarar seviyelerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen görsel skala değerlendirmesinde, en yüksek zararlanma K4 su kısıtı düzeyinde gözlenmiştir. Bu kapsamda, en yüksek skala değeri 23-SCH-07 eşidinde K4 düzeyinde 3,66 olarak kaydedilmiş; bu değeri yine K4 düzeyinde 23-SCH-03 ve 23-SCH-08 çeşit adayları 3,33 ile takip etmiştir. Öte yandan, en düşük stres düzeyi olan K1 (%0 su kısıtı) koşulunda ise 23-SCH-03, 23-SCH-08, 23-SCH-07 ve 23-SCH-23 çeşit adaylarının tamamında skala değeri “1” şeklinde tespit edilmiştir (izelge 4.1).

Çizelge 4.1 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının 0-5 skalası

Çeşit Adayları	Su Kısıtı/Kuraklık Dozları				Çeşit Adayları Ortalaması
	K1 (%0)	K2 (%25)	K3 (%50)	K4 (%75)	
23-SCH-03	1,00 g	2,00 d-f	2,67 b-d	3,33 ab	2,25 a
23-SCH-07	1,00 g	1,33 fg	2,33 c-e	3,67 a	2,08 ab
23-SCH-08	1,00 g	1,33 fg	2,33 c-e	3,33 ab	2,00 a-c
23-SCH-12	1,33 fg	1,33 fg	1,67 e-g	3,00 a-c	1,83 bc
23-SCH-23	1,33 fg	1,00 g	1,33 fg	3,00 a-c	1,67 c
Su Kısıtı (Kuraklık) Ortalaması	1,13 c	1,40 c	2,07 b	3,27 a	
LSD (0,05) ***	SK/K: 0,34 ^{**} , Ç: 0,38 [*] , SK/K × Ç: 0,77 [*]				

*: P≤0,05, **: P≤0,01, **Farklı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır. SK/K: Kuraklık, Ç: Çeşit, SK/K × Ç: İnteraksiyon, ÖD: Önemli değil

4.2 Bitki Boyu (cm)

Farklı su kısıtı/kuraklık dozu seviyeleri, çeşit adayları ve su kısıtı × çeşit adayları etkileşiminin bitki boyuna etkileri, istatistiki bakımdan %1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuş; bitki boyu değerlerinin 69,44 cm ile 180,78 cm arasında değiştiği belirlenmiştir.

Bitki boyu bakımından en yüksek ortalama değer K1 (%0 su kısıtı) düzeyinde elde edilmiş olup, bu düzeyde bitkiler 112,4 cm uzunluğa ulaşmıştır (Çizelge 4.2). Su kısıtına bağlı olarak ortaya çıkan kuraklık stresinin şiddeti arttıkça bitki boyunda azalma gözlenmiş ve en düşük ortalama bitki boyu 74,64 cm ile K4 kuraklık stresinde kaydedilmiştir. Çeşit adayları arasında yapılan değerlendirmede ise 23-SCH-12 çeşidi 142,78 cm'lik ortalama boy uzunluğu ile ön plana çıkmıştır.

Su kısıtı × çeşit adayları interaksiyonunun istatistiksel açıdan anlamlı olduğu belirlenen çalışmada, en yüksek bitki boyu K1 (%0 su kısıtı) uygulamasında 23-SCH-12 çeşidinde 180,78 cm olarak ölçülmüş; bunu 177,67 cm ile aynı çeşidin K2 uygulaması takip etmiştir. Diğer taraftan, en düşük bitki boyu değeri K4 uygulaması altında 23-SCH-03

çeşidinde 69,44 cm olarak belirlenmiş ve bu çeşit adayında kontrol koşullarına kıyasla %57,43 oranında bir azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 4.2 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının bitki boyundaki değişimler (cm)

Çeşit Adayları	Su Kısıtı/Kuraklık Dozları				Çeşit Adayları Ortalaması
	K1 (%0)	K2 (%25)	K3 (%50)	K4 (%75)	
23-SCH-03	163,11 cd	158,89 de	118,67 h	69,44 m	127,52 c
23-SCH-07	158,22 de	148,89 f	99,78 j	79,22 k	121,53 d
23-SCH-08	169,44 b	167,44 bc	112,33 i	76,33 kl	131,39 b
23-SCH-12	180,78 a	177,67 a	135,11 g	77,56 k	142,78 a
23-SCH-23	161,44 cd	152,89 ef	121,33 h	70,67 lm	126,58 c
Su Kısıtı (Kuraklık) Ortalaması	166,60 a	161,16 b	117,44 c	74,64 d	
LSD (0,05) ***	SK/K: 11,00 **, Ç:3,10 **, SK/K × Ç: 6,20 **				

*: $P \leq 0,05$, **: $P \leq 0,01$, **Farklı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır. SK/K: Kuraklık, Ç: Çeşit, SK/K × Ç: İnteraksiyon, ÖD: Önemli değil

4.3 Bitki Yaş Ağırlığı (g bitki⁻¹)

Su kısıtı/kuraklık stresine ilişkin uygulamalardan elde edilen ortalama yaş ağırlık verilerinin analizi sonucunda; su kısıtı düzeyleri, çeşit adayları ve su kısıtı × çeşit adayları etkileşimlerinin %1 anlamlılık seviyesinde farklılık yarattığı belirlenmiş, ortalama yaş ağırlıklar 70,00 g bitki⁻¹ ile 322,33 g bitki⁻¹ arasında değişim göstermiştir.

Bitki yaş ağırlığı bakımından en yüksek ortalama değer kontrol grubunu temsil eden K1 (%0 su kısıtı) uygulamasında 275,80 g bitki⁻¹ şeklinde saptanmıştır (Çizelge 4.3). Kuraklık stresinin şiddeti arttıkça yaş ağırlıkta önemli ölçüde azalma gözlenmiş ve en düşük ortalama değer K4 stres düzeyinde 81,18 g bitki⁻¹ olarak kaydedilmiştir. Çeşit adayları arasında yapılan değerlendirmede ise 23-SCH-08 çeşidi 222,42 g bitki⁻¹ ortalamasıyla öne çıkmıştır.

Çalışmada, en yüksek yaş ağırlık değeri 322,33 g bitki⁻¹ ile K1 (%0 su kısıtı) uygulamasında 23-SCH-08 çeşidinde belirlenmiş; bunu yine K1 (%0 su kısıtı) düzeyinde 23-SCH-07 çeşidi 294,00 g bitki⁻¹ ile takip etmiştir. En düşük yaş ağırlık değeri ise K4 uygulaması altında 70,00 g bitki⁻¹ ile 23-SCH-03 çeşit adayında ölçülmüş ve bu durum kontrol bitkilerine kıyasla %74 oranında bir azalmayı ifade etmiştir.

Çizelge 4.3 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının bitki yaş ağırlığındaki değişimler (g bitki⁻¹)

Çeşit Adayları	Su Kısıtı/Kuraklık Dozları				Çeşit Adayları Ortalaması
	K1 (%0)	K2 (%25)	K3 (%50)	K4 (%75)	
23-SCH-03	267,33 cd	236,78 e	219,11 fg	70,00 j	198,31 c
23-SCH-07	294,00 b	271,11 c	180,22 h	83,56 i	207,22 b
23-SCH-08	322,33 a	269,11 cd	216,22 g	82,00 i	222,42 a
23-SCH-12	267,11 cd	258,22 d	239,33 e	80,22 ij	211,22 b
23-SCH-23	228,22 ef	213,11 g	184,37 h	90,11 i	179,03 d
Su Kısıtı (Kuraklık) Ortalaması	275,80 a	249,67 b	207,91 c	81,18 d	
LSD (0,05)***	SK/K: 5,04**, Ç:5,63**, SK/K × Ç: 11,27**				

*: P≤0,05, **: P≤0,01, **Farklı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır. SK/K: Kuraklık, Ç: Çeşit, SK/K × Ç: İnteraksiyon, ÖD: Önemli değil

4.4 Bitki Kuru Ağırlığı (g bitki⁻¹)

Farklı su kısıtı seviyeleri, çeşit adayları ve su kısıtı x çeşit adayları etkileşiminden elde edilen ortalama kuru ağırlık (g bitki⁻¹) verilerinin analizi sonucunda; su kısıtı düzeyleri, çeşit adayları ve su kısıtı × çeşit adayları etkileşimlerinin %1 anlamlılık seviyesinde farklılık yarattığı belirlenmiş, ortalama kuru ağırlıklar 10,42 g bitki⁻¹ ile 66,27 g bitki⁻¹ arasında değişim göstermiştir.

Bitki kuru ağırlığı açısından en yüksek ortalama değer kontrol grubunu temsil eden K1 (%0 su kısıtı) uygulamasında 44,52 g bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Kuraklık stresinin artmasıyla birlikte bitki kuru ağırlığında belirgin bir azalma meydana gelmiş; en düşük ortalama kuru ağırlık 40,98 g bitki⁻¹ ile K4 kuraklık düzeyinde kaydedilmiştir. Çeşit adayları arasında yapılan değerlendirmede, en yüksek kuru ağırlık

değerleri 23-SCH-12 çeşidinde 44,52 g bitki⁻¹ ve aynı istatistiksel grupta yer alan 23-SCH-07 çeşidinde 43,64 g bitki⁻¹ olarak saptanmıştır.

Çalışmada su kısıtı × çeşit adayları etkileşimi de istatistiki açıdan anlamlı bulunmuş; 66,27 g bitki⁻¹ ile K1 (%0 su kısıtı) uygulamasında ve 23-SCH-08 çeşidinde kuru ağırlık değeri en yüksek seviyede kaydedilmiştir. Buna karşılık, en düşük kuru ağırlık değerleri K4 stres koşullarında sırasıyla 23-SCH-12 (10,42 g bitki⁻¹), 23-SCH-03 (10,66 g bitki⁻¹) ve 23-SCH-08 (11,10 g bitki⁻¹) çeşit adaylarında ölçülmüş olup, bu değerler kontrol koşullarına kıyasla ortalama %83 oranında bir azalmayı ifade etmektedir.

Çizelge 4.4 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının bitki kuru ağırlığındaki değişimler (g bitki⁻¹)

Çeşit Adayları	Su Kısıtı/Kuraklık Dozları				Çeşit Adayları Ortalaması
	K1 (%0)	K2 (%25)	K3 (%50)	K4 (%75)	
23-SCH-03	62,84 b	54,09 d	37,04 gh	10,66 j	41,16 b
23-SCH-07	61,39 b	60,62 bc	37,90 gh	14,67 i	43,64 a
23-SCH-08	66,27 a	49,87 e	36,67 h	11,10 j	40,97 b
23-SCH-12	62,68 b	61,80 b	43,19 f	10,42 j	44,52 a
23-SCH-23	58,41 c	55,13 d	39,56 g	13,76 i	41,71 b
Su Kısıtı (Kuraklık) Ortalaması	62,31 a	56,30 b	38,87 c	12,12 d	
LSD (0,05) ***	SK/K: 1,19 **, Ç:1,33 **, SK/K × Ç: 2,65 **				

*: P≤0,05, **: P≤0,01, **Farklı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır. SK/K: Kuraklık, Ç: Çeşit, SK/K × Ç: İnteraksiyon, ÖD: Önemli değil

4.5 Sap Kalınlığı (mm)

Su kısıtı/kuraklık stresi, çeşit adayları ve su kısıtı × çeşit adayları etkileşiminin sap kalınlığı üzerindeki etkileri incelendiğinde, bu faktörlerin ortalama sap kalınlığı açısından istatistiksel olarak %1 ve %5 önem düzeyinde anlamlı farklılık oluşturduğu belirlenmiştir. Ölçülen sap kalınlığı değerleri 11,92 mm ile 19,37 mm arasında değişim göstermiştir.

Kuraklık stresinin artışıyla birlikte sap kalınlığında dikkate değer azalmalar meydana gelmiş ve bu azalma özellikle K4 uygulamasında %30-35 oranında gerçekleşmiştir. En yüksek sap kalınlığı ortalama 18,64 mm ile kontrol grubunu temsil eden K1 (%0 su kısıtı) uygulamasında ölçülmüş; en düşük ortalama sap kalınlığı ise 12,35 mm olarak K4 stres düzeyinde kaydedilmiştir (Çizelge 4.5).

Çeşit adayları bazında değerlendirildiğinde, en yüksek sap kalınlığı değeri 16,93 mm ile 23-SCH-03 çeşidinde belirlenirken, en düşük değer 15,53 mm ile 23-SCH-12 çeşidinde saptanmıştır. Kuraklık $\times$ çeşit adayları interaksyonunun istatistiksel olarak anlamlı olduğu çalışmada, en yüksek sap kalınlığı K1 (%0 su kısıtı) uygulamasında 23-SCH-08 çeşidinde 19,37 mm olarak tespit edilmiş; bunu 23-SCH-03 çeşidi takip etmiştir. En düşük sap kalınlığı değeri ise K4 uygulamasında 11,92 mm ile 23-SCH-23 çeşidinde ölçülmüştür.

Çizelge 4.5 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının sap kalınlığındaki değişimler (mm)

Çeşit Adayları	Su Kısıtı/Kuraklık Dozları				Çeşit Adayları Ortalaması
	K1 (%0)	K2 (%25)	K3 (%50)	K4 (%75)	
23-SCH-03	19,32 a	18,1 cd	17,69 c-e	12,61 ij	16,93 a
23-SCH-07	18,93 ab	17,36 d-f	16,93 e-g	12,26ij	16,37 b
23-SCH-08	19,37 a	18,19 bc	16,53 gh	12,78 i	16,72 ab
23-SCH-12	17,27 e-g	16,84 fg	15,85 h	12,18 ij	15,53 c
23-SCH-23	18,34 bc	18,17 b-d	17,06 e-g	11,92 j	16,37 b
Su Kısıtı (Kuraklık) Ortalaması	18,64 a	17,73 b	16,81 c	12,35 d	
LSD (0,05)***	SK/K: 0,36**, Ç:0,41**, SK/K $\times$ Ç: 0,81*				

*: $P \leq 0,05$, **: $P \leq 0,01$, **Farklı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır. SK/K: Kuraklık, Ç: Çeşit, SK/K $\times$ Ç: İnteraksiyon, ÖD: Önemli değil

4.6 Yaprak Ayası Boyu (cm)

Yaprak ayası boyuna ilişkin değerlendirmelerde, su kısıtı/kuraklık stresi ve çeşit adayları arasında %1 anlamlılık seviyesinde farklılıkların ortaya çıktığı görülmüştür. Ancak su kısıtı $\times$ çeşit adayları etkileşimi yaprak ayası boyu üzerinde istatistiksel olarak

anlamli bulunmamıştır. Çalışmada ortalama yaprak ayası boyu değerleri 60,00 cm ile 77,22 cm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.6).

Yaprak ayası boyu açısından en yüksek ortalama değer, kontrol grubu bitkilerinde (K1) (%0 su kısıtı) 78,20 cm olarak ölçülmüştür. Kuraklık stresi uygulamaları ile birlikte yaprak ayası boyunda yaklaşık %10 oranında bir azalma meydana gelmiş ve K4 düzeyinde bu değer 70,00 cm'ye düşmüştür. Çeşit adayları açısından değerlendirildiğinde, en yüksek yaprak ayası boyu 80,02 cm ile 23-SCH-07 çeşidinde tespit edilirken, en düşük değer ise 67,02 cm ile 23-SCH-23 çeşidinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.6 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının yaprak ayası boyundaki değişimler (cm)

Çeşit Adayları	Su Kısıtı/Kuraklık Dozları				Çeşit Adayları Ortalaması
	K1 (%0)	K2 (%25)	K3 (%50)	K4 (%75)	
23-SCH-03	70,56	69,22	66,44	65,00	67,81 c
23-SCH-07	85,56	80,56	78,44	75,56	80,03 a
23-SCH-08	80,44	77,11	73,89	72,78	76,03 b
23-SCH-12	83,11	82,00	77,22	76,67	79,75 a
23-SCH-23	71,33	70,67	66,11	60,00	67,03 c
Su Kısıtı (Kuraklık) Ortalaması	78,20 a	75,91 b	72,42 c	70,00 d	
LSD (0,05) ***	SK/K: 1,94 **, Ç:2,17 **, SK/K × Ç: ÖD				

*: P≤0,05, **: P≤0,01, ***Farklı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır. SK/K: Kuraklık, Ç: Çeşit, SK/K × Ç: İnteraksiyon, ÖD: Önemli değil

4.7 Yaprak Ayası Eni (cm)

Su kısıtı/kuraklık stresinin etkilerinin değerlendirildiği bu çalışmada, yaprak ayası eni bakımından çeşit adayları ve kuraklık × çeşit adayları etkileşimi istatistiksel olarak %1 ve %5 önem düzeylerinde anlamlı farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.7). Elde edilen verilere göre yaprak eni değerleri ortalama olarak 4,73 ile 7,84 cm arasında değişim göstermiştir.

Yaprak ayası eni açısından en yüksek ortalama değer, 7,30 cm ile K1 (%0 su kısıtı) uygulamasındaki bitkilerde kaydedilmiştir. Kuraklık stresinin yaprak eni üzerinde olumsuz etki yarattığı belirlenmiş; özellikle K4 uygulamasında, yaprak eni değerleri kontrol grubuna kıyasla %23 oranında azalmış ve ortalama 5,62 cm'ye düşmüştür.

Çeşit adayları arasındaki karşılaştırmada da anlamlı farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda, en yüksek yaprak eni değeri 7,31 cm ile 23-SCH-23 çeşidinde belirlenmişken, en düşük değer 5,97 cm ile 23-SCH-03 çeşidinde gözlenmiştir.

Su kısıtı $\times$ çeşit adayları etkileşimi bakımından istatistiksel olarak %5 düzeyinde anlamlı farklılık tespit edilen çalışmada, en yüksek yaprak ayası eni 7,84 cm ile K1 (%0 su kısıtı) $\times$ 23-SCH-23 kombinasyonunda elde edilmiştir. Buna karşılık en düşük yaprak eni değerleri, 4,73 cm ile K4 uygulamasındaki 23-SCH-03 çeşidinde ve 5,43 cm ile K4 uygulamasındaki 23-SCH-12 çeşidinde ölçülmüştür.

Çizelge 4.7 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının yaprak ayası enindeki değişimler (cm)

Çeşit Adayları	Su Kısıtı/Kuraklık Dozları				Çeşit Adayları Ortalaması
	K1 (%0)	K2 (%25)	K3 (%50)	K4 (%75)	
23-SCH-03	6,79 e-g	6,42 g-i	5,94 jk	4,73 m	5,97 d
23-SCH-07	7,38 b-d	6,73 e-g	6,64 f-h	6,27 h-j	6,76 b
23-SCH-08	7,30 b-d	7,00 d-f	6,93 d-f	5,56 kl	6,70 bc
23-SCH-12	7,19 c-e	6,80 e-g	6,58 f-h	5,43 l	6,50 c
23-SCH-23	7,84 a	7,67 ab	7,63 a-c	6,10 ij	7,31 a
Su Kısıtı (Kuraklık) Ortalaması	7,30 a	6,92 b	6,75 b	5,62 c	
LSD (0,05) ***	SK/K: 0,21 **, Ç:0,23 **, SK/K $\times$ Ç: 0,46 *				

*: $P \leq 0,05$, **: $P \leq 0,01$, **Farklı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır. SK/K: Kuraklık, Ç: Çeşit, SK/K $\times$ Ç: İnteraksiyon, ÖD: Önemli değil

4.8 Yaprak Sayısı (adet bitki⁻¹)

Su kısıtı/kuraklık stres düzeyleri ile çeşit adaylarının ortalamaları dikkate alındığında yaprak sayısı verilerinde %1 ve %5 önem düzeylerinde anlamlı farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir. Ancak, su kısıtı × çeşit adayları etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Elde edilen bulgular, yaprak sayısının genotip ve uygulama düzeyine bağlı olarak 7,67 ile 11,18 adet bitki⁻¹ arasında değiştiğini ortaya koymuştur (Çizelge 4.8).

Kuraklık stresinin yaprak sayısı üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama değer 10,57 adet bitki⁻¹ ile K1 (%0 su kısıtı) uygulamasında gözlenmiştir. Kuraklık düzeyinin şiddetlenmesi yaprak sayısını azaltmış; en düşük değer ise K4 uygulamasında 7,82 adet bitki⁻¹ olarak kaydedilmiştir.

Çeşit adayları arasında yapılan değerlendirmede, yaprak sayısı en yüksek 23-SCH-12’de 10,07 adet bitki⁻¹, en düşük ise 23-SCH-23’te 9,28 adet bitki⁻¹ şeklinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.8 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının yaprak sayısındaki değişimler (adet bitki⁻¹)

Çeşit Adayları	Su Kısıtı/Kuraklık Dozları				Çeşit Adayları Ortalaması
	K1 (%0)	K2 (%25)	K3 (%50)	K4 (%75)	
23-SCH-03	10,22	10,22	10,11	7,89	9,61 bc
23-SCH-07	10,89	10,67	10,56	7,78	9,83 ab
23-SCH-08	10,67	10,11	10,00	7,89	9,81 ab
23-SCH-12	11,18	11,00	10,44	7,67	10,07 a
23-SCH-23	9,86	9,78	9,56	7,89	9,28 c
Su Kısıtı (Kuraklık) Ortalaması	10,57 a	10,36 ab	10,13 b	7,82 c	
LSD (0,05) ***	SK/K: 0,33 **, Ç:0,37*, SK/K × Ç: ÖD				

*: P≤0,05, **: P≤0,01, ***Farklı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır. SK/K: Kuraklık, Ç: Çeşit, SK/K × Ç: İnteraksiyon, ÖD: Önemli değil

4.9 Klorofil İçeriği (SPAD)

Araştırma bulgularına göre SPAD değeri bakımından su kısıtı stresi, çeşit adayları ve su kısıtı $\times$ çeşit adayı interaksyonu %1 anlamlılık düzeyinde farklılık göstermiş, SPAD ölçümlerinin 28,55 ile 47,54 arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.9).

SPAD değeri bakımından en yüksek değerler ortalama 44,60 ile K1 (%0 su kısıtı) bitkilerinde belirlenmiştir. Kuraklık stresi ile SPAD değerinde azalma meydana gelmiş, K4 kuraklık seviyesinde 31,19 olarak tespit edilmiştir. Çeşit adayları bakımından, 41,05 ile 23-SCH-23 çeşidinde en yüksek sayısal değer belirlenmişken, en düşük değer 38,34 ile 23-SCH-12 çeşidinde gözlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre su kısıtı $\times$ çeşit adayı etkileşimi istatistiki açıdan anlamlılık göstermiştir. En yüksek SPAD değeri ise 47,54 ile K1 (%0 su kısıtı) $\times$ 23-SCH-23 kombinasyonunda kaydedilmiştir. Buna karşılık en düşük SPAD değerleri, 28,55 ile K4 uygulamasındaki 23-SCH-03 çeşidinde tespit edilmiş, bu çeşidi sırasıyla yine K4 uygulamasında 23-SCH-08 (30,00) ve 23-SCH-23 (30,23) izlemiştir.

Çizelge 4.9 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının SPAD değerlerindeki değişimler

Çeşit Adayları	Su Kısıtı/Kuraklık Dozları				Çeşit Adayları Ortalaması
	K1 (%0)	K2 (%25)	K3 (%50)	K4 (%75)	
23-SCH-03	44,78 bc	43,70 b-d	42,58 c-e	28,55 k	39,90 ab
23-SCH-07	45,14 b	40,52 e-g	38,19 gh	35,83 i	39,92 ab
23-SCH-08	44,19 bc	43,69 b-d	37,33 hi	30,00 jk	38,80 bc
23-SCH-12	41,33 ef	40,57 ef	40,14 fg	31,34 j	38,34 c
23-SCH-23	47,54 a	44,79 bc	41,63 d-f	30,23 jk	41,05 a
Su Kısıtı (Kuraklık) Ortalaması	44,60 a	42,65 b	39,98 c	31,19 d	
LSD (0,05)***	SK/K: 1,05**, Ç:1,17**, SK/K $\times$ Ç: 2,35*				

*: $P \leq 0,05$, **: $P \leq 0,01$, **Farklı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır. SK/K: Kuraklık, Ç: Çeşit, SK/K $\times$ Ç: İnteraksiyon, ÖD: Önemli değil

4.10 Yaprak Oransal Su İçeriği (YOSİ)

Ortalama YOSİ değerleri, farklı su kısıtı seviyeleri ve çeşit adayları açısından incelendiğinde %1 ve %5 anlamlılık düzeylerinde farklılıkların bulunduğu, buna karşın su kısıtı $\times$ çeşit adayı interaksyonunun istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir. YOSİ değerleri genel olarak %25,52 ile %86,50 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.10).

Kuraklık düzeyleri incelendiğinde, YOSİ açısından en yüksek değer %82,44 ile K1 (%0 su kısıtı) bitkilerinde elde edilmiştir. Kuraklık şiddetinin artmasıyla YOSİ değerlerinde düşüş görülmüş, K4 düzeyinde bu oran %39,79'a kadar gerilemiştir. Çeşit adayları arasında yapılan değerlendirmede ise en yüksek YOSİ %69,29 ile 23-SCH-07'de, en düşük değer ise %55,45 ile 23-SCH-03'te belirlenmiştir.

Çizelge 4.10 Su kısıtı/kuraklık dozlarına bağlı olarak tatlı mısır çeşit adaylarının YOSİ değerlerindeki değişimler (%)

Çeşit Adayları	Su Kısıtı/Kuraklık Dozları				Çeşit Adayları Ortalaması
	K1 (%0)	K2 (%25)	K3 (%50)	K4 (%75)	
23-SCH-03	82,97	65,52	47,78	25,52	55,45 b
23-SCH-07	79,08	73,13	65,00	59,96	69,29 a
23-SCH-08	82,49	76,29	64,16	39,70	65,66 ab
23-SCH-12	86,51	69,86	45,18	29,79	57,84 b
23-SCH-23	81,17	66,16	44,86	43,96	59,04 ab
Su Kısıtı (Kuraklık) Ortalaması	82,44 a	70,19 b	53,40 c	39,79 d	
LSD (0,05) ***	SK/K: 9,51 **, Ç:10,63 **, SK/K $\times$ Ç: ÖD				

*: $P \leq 0,05$, **: $P \leq 0,01$, **Farklı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklıdır. SK/K: Kuraklık, Ç: Çeşit, SK/K $\times$ Ç: İteraksiyon, ÖD: Önemli değil

İklim değışikliğinin etkisiyle artan sıcaklık dalgalanmaları ve yağış düzensizlikleri küresel ölçekte etkisini hissettiren iklimsel düzensizliklerin başlıca göstergeleridir (Santander *et al.* 2024). Bu çevresel değışiklikler, en çok tarımsal üretim süreçlerini olumsuz yönde etkilemekte ve özellikle bitkisel üretim sistemlerinde sürdürülebilirliği tehdit etmektedir. İklim değışikliğine bağılı olarak abiyotik stres faktörlerinin sıklığı ve şiddeti artmakta; bu durum, bitkilerin büyüme ve gelişme koşullarını zorlaştırmaktadır. Kuraklık, bu stres etmenleri arasında en yaygın ve tarımsal üretim üzerinde en fazla olumsuz etkiye sahip olanıdır (Jacques *et al.* 2021). Su yetersizliğine bağılı olarak bitkilerde moleküler, biyokimyasal, fizyolojik ve morfolojik düzeylerde çeşitli bozulmalar meydana gelmekte, bu da büyüme ve gelişim süreçlerinde ciddi aksamalara neden olmaktadır. Kuraklık koşullarında, bitki verimi ve ürün kalitesi azalma eğilimi göstermekte; bu etkilerin şiddeti ise bitkinin gelişim evresi, tür farklılıkları, yaş, kuraklık süresi, yoğunluğu ve benzeri etkenler nedeniyle değışkenliğe neden olmaktadır (Seleiman *et al.* 2021). Kuraklık kaynaklı verim kayıplarını azaltmak ve üretim sürekliliğini sağlamak adına geliştirilen stratejiler arasında, bitkilerin kuraklık stresine tolerans düzeyini artırmaya yönelik yaklaşımlar, günümüzde en etkili çözüm yolları arasında yer almaktadır (Agliassa *et al.* 2021).

Bu çalışmada, dört farklı su kısıtı düzeyinde beş farklı tatlı mısır (*Zea mays saccharata* Sturt.) çeşit adayının büyüme ve gelişme parametreleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, kuraklık stresinin incelenen tüm morfolojik özelliklerde gerilemeye neden olduğunu ve özellikle %75 su kısıtı düzeyini temsil eden K4 uygulamasında bu etkinin daha belirgin hâle geldiğini ortaya koymuştur. Kuraklık stresinin şiddetini görsel olarak değerlendirmek amacıyla bitkiler, 0 (zarar yok) ile 5 (çok şiddetli zarar) arasında derecelendirilen bir skala üzerinden puanlanmıştır. %100 sulama (K1: %0 su kısıtı) koşullarında bitkiler “1,00–2,00” aralığında düşük skala değerleriyle değerlendirilmiş; ancak stres düzeyi arttıkça bu değerlerde yükselme kaydedilmiştir. Nitekim Çizelge 4.1'de de görüldüğü üzere, %75 su kısıtı düzeyinde (K4) ortalama skala değeri 3,27 olarak belirlenmiştir. Çeşitler arasında yapılan karşılaştırmada da anlamlı farklılıklar ortaya çıkmış; özellikle 23-SCH-07 çeşidi, 3,67 skala değeri ile kuraklık stresine karşı en duyarlı çeşit olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde Kuşvuran vd. (2008) bamya bitkisinde ve Kuşvuran vd. (2011) kavun üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında, 0-

5 aralığında uygulanan görsel skala değerlendirmeleri doğrultusunda genotiplerin stres koşullarına farklı tepkiler verdiğini ve değişen skala puanlarıyla bu farklılıkların yansıtılabildiğini rapor etmişlerdir.

Kuraklık stresi, bitkilerin gelişim süreçlerini olumsuz yönde etkilemekte ve morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal düzeyde bazı farklılıklara neden olmaktadır. Araştırmada uygulanan farklı kuraklık düzeyleri bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları, boyları, sap kalınlıkları, yaprak sayıları ve yaprak ayası boyutlarında dikkate değer azalışlara yol açmıştır. Bu azalma oranları %2 ile %80 arasında değişim göstermiştir. Daha önce yapılan çalışmalar da kuraklık seviyelerinde artışa bağlı olarak bitki büyüme ve gelişimini ciddi biçimde sınırlamalara neden olduğunu ortaya koymuştur (Mazhar et al. 2020; Azeem et al. 2022; Luqman et al. 2023; Shah et al. 2023). Sarshad vd. (2021), ise mısırdaki kuraklık stresinin morfolojik özellikleri olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, çeşitlerin, kuraklık stresinin neden olduğu olumsuz etkilere karşı göstermiş oldukları tepkiler de farklılık görülmüştür. Özellikle K4 düzeyinde ortalama olarak tüm morfolojik parametreler bakımından kontrol bitkilerine oranla 23-SCH-03 çeşidinde %44,29, 23-SCH-07 çeşidinde %41,16, 23-SCH-08 çeşidinde %43,74, 23-SCH-12 çeşidinde %43,36 ve 23-SCH-23 çeşidinde %40,89 düzeyinde gerçekleşmiştir. On farklı mısır çeşidinin stres koşullarındaki tepkileri incelenmiş, yaprak sayısı (%6,7-9,1), bitki boyu (%16,3-48,9), kuru madde üretimi ve verim (%22,7-28,1) gibi parametrelerde azalma meydana geldiği, çeşitler arasında kuraklık stresine tepkilerin farklılık gösterdiği ifade edilmiştir (Gano et al. 2021). Kuraklık stresinin, mısırdaki biyokütle ve yaprak alanı miktarı ve yapraklardaki klorofil miktarını azaltarak fotosentetik solunum hızını düşürdüğü, tüm bu etkiler sonucunda, mısır veriminde bir azalmaya yol açtığını ifade eden Zhang et al. (2024), kuraklık stresi altındaki 285 kendilenmiş mısır hattının morfolojik performansını inceledikleri çalışmalarında hatların stres karşısında gösterdikleri tepkilerin farklılık ortaya koyduğu ifade edilmiş, incelenen morfolojik parametreler bakımından kontrol bitkilerine oranla azalma meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Klorofil, fotosentez sürecinde ışık enerjisinin yakalanarak kimyasal enerjiye dönüştürülmesini sağlayan temel kloroplast pigmentlerinden biridir. Kuraklık stresi,

klorofil içeriğini azaltarak pigment fotooksidasyonunu ve yapısal bozulmaları tetiklemektedir. Bu bozulmalar, stresin şiddeti ve maruz kalma zamanına göre değişir (Rahdari and Hoseini 2012). Burada sunulan tez çalışmasında uygulanan su kısıtı stresi değerlendirmeye alınmış ve stresin yükselmesine bağlı olarak klorofil içeriklerinde de azalışlar kaydedilmiştir. Elde edilen verilere göre SPAD değerlerindeki azalma oranı %2 ila %36 arasında değişmiş; bu bağlamda en belirgin düşüş, en yüksek stres düzeyi olan K4 uygulamasında gözlenmiştir. Çeşit bazında yapılan değerlendirmelerde, K4 uygulamasında kontrol bitkilerine göre en az SPAD değeri kaybı %20,62 oranı ile 23-SCH-07 çeşidinde, en fazla kayıp ise %36,24 ile 23-SCH-03 çeşidinde tespit edilmiştir. Azeem vd. (2022), yaptıkları araştırmalarda su kısıtı koşullarının mısırdaki klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid içeriklerinde düşüşler meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte, Luqman vd. (2023), HY-1898 ve FH-1046 çeşitleriyle yürüttükleri çalışmalarda, kuraklık stresinin fotosentetik pigment düzeylerini düşürdüğünü bildirmiştir. Vijayalakshmi vd. (2024), klorofil değerinin yaprakların fotosentetik kapasitesini yansıtan temel göstergelerden biri olduğunu vurgulamış; ayrıca kuraklığa bağlı olarak klorofil düzeylerinde, yaprak alanında ve fotosentez seviyesinde olumsuzlara neden olduğunu bildirmişlerdir.

Bitkilerin kuraklık stresine verdikleri fizyolojik yanıtların belirlenmesinde, YOSİ kritik bir gösterge olarak değerlendirilmektedir. Hücre hacmi ile doğrudan ilişkili olan YOSİ, yapraklardan gerçekleşen su kaybı (transpirasyon) ile bitkiye sağlanan su arasındaki dengeyi yansıtmakta ve bu yönüyle bitkinin su durumunu ifade eden hassas bir göstergedir. Bu doğrultuda, su alımı daha etkin olan bitkilerin kuraklık koşullarında stresin olumsuz etkilerine karşı daha dirençli olduğu kabul edilmektedir (Dhanda and Sethi 2002).

Yaprak oransal su içeriğinde (YOSİ) meydana gelen azalma çoğunlukla turgor kaybı ile ilişkilidir; bu durum hücre genişlemesini kısıtlamakta ve sonuç olarak bitki büyümesinde gerilemeye yol açmaktadır (Castillo *et al.* 2013). Okunlola vd. (2017), YOSİ'yi kuraklık toleransının tespitinde temel fizyolojik göstergelerden birisi şeklinde vurgulamış ve su kısıtına bağlı olarak ortaya çıkan olumsuzluğun YOSİ seviyelerini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Bu çalışmada, uygulanan farklı kuraklık düzeyleri altında

YOSİ değerlerinde %8 ila %69 arasında değişen oranlarda azalma gözlenmiş; bu düşüşün çeşitler arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle K4 düzeyinde, kontrol bitkilerine kıyasla en düşük oranda azalma %24,18 ile 23-SCH-07  eşidinde tespit edilirken, en yüksek azalma ise %69,24 ile 23-SCH-03  eşidinde gerçekleşmiştir. Nxele vd. (2017), yaprak oransal su içeriğinin su kısıtını değerlendirmek amacıyla kullanılan oldukça pratik ve önemli bir morfolojik göstergelerden birisi olarak bildirmişlerdir. Bununla birlikte, Santander vd. (2024), YOSİ'yi bitkilerin kısıtlı suya karşı gösterdiği toleransın güvenilir bir göstergesi olarak tanımlamış; kuraklık şiddeti arttıkça YOSİ düzeylerindeki azalmanın da belirginleştiğini ifade etmişlerdir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada farklı tatlı mısır çeşit adaylarının kuraklık stresine verdikleri yanıtlar incelenmiştir. Bulgular, su kısıtı seviyelerinin büyüme, gelişme, SPAD ve YOSİ gibi özellikler bakımından önemli etkiler yaptığını göstermiş ve bu etkinin %75 su kısıtı (K4) seviyesinde daha da belirginleştiğini ortaya koymuştur. Skala ölçümleri çeşitler arasında farklılık göstermiştir. Su kısıtı stresine bağlı olarak, çeşit adaylarının büyüme parametrelerinde farklı oranlarda kayıplara neden olduğu, incelenen çeşitler içinde ise 23-SCH-23 ve 23-SCH-12 adayının diğerlerine göre daha yüksek tolerans düzeyi sergilediği, ancak 23-SCH-23 çeşit adayının biraz daha ön planda olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Agliassa, C., Mannino, G., Molino, D., Cavalletto, S., Contartese, V., Berte, C. M. and Secchi, F. 2021. A new protein hydrolysate-based biostimulant applied by fertigation promotes relief from drought stress in *Capsicum annuum* L. Plant Physiol. Biochem., 166: 1076-1086.
- Anonim, 2025. Tatlı mısır çeşit adayları. <https://zeagen.com.tr/tr/urunler/tatli-misir> Erişim Tarihi: 20.07.2025
- Azeem, M., Haider, M. Z., Javed, S., Saleem, M. H. and Alatawi, A. 2022. Drought stress amelioration in maize (*Zea mays* L.) by inoculation of *Bacillus* spp. strains under sterile soil conditions. Agric., 12(1): 50.
- Balbua, M. G., Osman, H. T., Kandil, E. E., Javed, T., Lamlo, S. F., Ali, H. M., Kalaji, H. M., Wrobel, J., Telesinski, A., Brysiewicz, A., Ghareeb, R. Y., Ader, Abdelsalam, N. R. and Abdelghany, A. M. 2022. Determination of morpho-physiological and yield traits of maize inbred lines (*Zea mays* L.) under optimal and drought stress conditions. Front. Plant Sci., 13: 959203.
- Bheemanahalli, R., Vennam, R. R., Ramamoorthy, P. and Reddy, K. R. 2022. Effects of post-flowering heat and drought stresses on physiology, yield, and quality in maize (*Zea mays* L.). Plant Stress, 6: 100106.
- Boztepe, A. 2022. Harran ovası koşullarında tatlı mısırdaki (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.) farklı azot dozlarının ve sıra üzeri mesafelerinin verim ve verim özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 65 sayfa, Şanlıurfa.
- Castillo, G., Cruz, L. L., Hernandez-Cumplido, J., Oyama, K., Flores-Ortiz, C. M., Fornoni, J. and Nunez-Farfan, J. 2013. Geographic association and temporal variation of chemical and physical defense and leaf damage in *Datura stramonium*. Ecol. Res., 28: 663-672.
- Dasgan, H. Y. and Koc, S. 2009. Evaluation of salt tolerance in common bean genotypes by ion regulation and searching for screening parameters. J. Food. Agric. Environ., 7(2): 363-372.

- Demir, M., Sariyev, A., Acar, M., Sesveren, S. ve Wahab, T. S. 2021. Kısıntılı sulama altında hibrit mısır çeşitlerinin bazı büyüme parametreleri üzerine bir sera çalışması. Çukurova Tarım Gıda Bil. Der., 36(2): 391-404.
- Dhanda, S. S. and Sethi, G. S. 2002. Tolerance to drought stress among selected Indian wheat cultivars. J. Agric. Sci., 139(3): 319-326.
- FAO 2021. FAOSTAT Statistical Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat> Erişim Tarihi: 10.03.2025
- Gano, B., Dembele, J. S. B., Tovignan, T. K., Sine, B., Vadez, V., Diouf, D. and Audebert, A. 2021. Adaptation responses to early drought stress of West Africa sorghum varieties. Agron., 11(3): 443.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Alam, M. M., Roychowdhury, R. and Fujita, M. 2013. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. Int. J. Mol. Sci., 14(5): 9643- 9684.
- Hirich, A., Fatnassi, H., Ragab, R. and Choukr-Allah, R. 2016. Prediction of climate change impact on corn grown in the south of Morocco using the SALTMED model. Irrig. Drain., 65(1): 9-18.
- Jacques, C., Salon, C., Barnard, R. L., Vernoud, V. and Prudent, M. 2021. Drought stress memory at the plant cycle level: A review. Plants, 10(9): 1873.
- Jaleel, C.A., Gopi, R., Sankar, B., Gomathinayagam, M. and Panneerselvam, R. 2008. Differential responses in water use efficiency in two varieties of *Catharanthus roseus* under drought stress. C. R. Biol., 331(1): 42-47.
- Karahan, G., Erşahin, S. ve Öztürk, H. S. 2014. Toprak koşullarına bağlı olarak tarla kapasitesi dinamiği. Gaziosmanpaşa Üniv. Zir. Fak. Derg., 30(1): 1-11.
- Karakuş, İ. 2021. Şeker mısırında (*Zea mays saccharata* Sturt.) farklı sulama ve azot seviyelerinin taze koçan verimi ile verim öğeleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, 89 sayfa, Bursa.
- Khatibi, A., Omrani, S., Omrani, A., Shojaei, S. H., Mousavi, S. M. N., Illes, A., Bojtor, C. and Nagy, J. 2022. Response of maize hybrids in drought-stress using drought tolerance indices. Water, 14(7): 1012.
- Kim, K. H. and Lee, B. M. 2023. Effects of climate change and drought tolerance on maize growth. Plants, 12(20): 3548.

- Kirkham, M. B. 2014. Principles of soil and plant water relations, Second Edition, Elsevier Academic Press, 598 page, Boston.
- Kurt, B., Sezer, İ., Akay, H. ve Öztürk Ay, E. 2025. Mısır bitkisinde bazı abiyotik stres faktörleri ve etkileri. Tarımda inovasyon ve sürdürülebilirlik: Güncel yaklaşımlar ve uygulamalar. Özdüven, F. F. ve Kahya, (editörler), İksad Yayınevi, ss. 89-103, Ankara
- Kusvuran, A. and Kusvuran, S., 2019. Using of microbial fertilizer as biostimulant alleviates damage from drought stress in guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) seedlings. Int. Lett. Nat. Sci., 76: 147-157.
- Kusvuran, A. and Kusvuran, S. 2020. The defensive role of amino acid in guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) against stress condition induced by drought. Fresenius Env. Bull., 29(6): 4302-4308.
- Kuşvuran, Ş., Daşgan, H.Y. ve Abak, K., 2008. Bamya genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos 2008, Yalova, 329-333.
- Kuşvuran, Ş, Daşgan H. Y. ve Abak, K. 2011. Farklı kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. Yüzüncü Yıl Üniv. Tarım Bil. Derg., 21(3): 209-219.
- Li, W., Zhang, X. L., Ashraf, U., Mo, Z. W., Suo, H. C. and Li, G. K. 2017. Dynamics of seed germination and physiological responses of sweet corn under PEG-induced stress. Pak. J. Bot., 49: 639-646.
- Luqman, M., Shahbaz, M., Maqsood, M. F., Farhat, F., Zulfiqar, U., Siddiqui, M. H. and Haider, F. U. 2023. Effect of strigolactone on growth, photosynthetic efficiency, antioxidant activity, and osmolytes accumulation in different maize (*Zea mays* L.) hybrids grown under drought stress. Plant Signal. Behav., 18(1): 2262795.
- Mazhar, T., Ali, Q. and Malik, M. S. R. A. 2020. Effects of salt and drought stress on growth traits of *Zea mays* seedlings. Life Sci. J., 17(7): 48-54.
- Nxele, X., Klein, A. and Ndimba, B. K. 2017. Drought and salinity stress alters ROS accumulation, water retention, and osmolyte content in sorghum plants. S. Afr. J. Bot., 108: 261-266.
- Okunlola, A. I., Ogungbite, O. C. and Hassan, G. F. 2017. Growth and nutritional qualities of three ocimum species as affected by methods of propagation. E. Afri. Agric. For. J., 82(1): 36-46.

- Peer, T., Naz, R., Saqib, M., Ahmad, A. and Iqbal, M. 2025. Genotype-dependent resilience mediated by melatonin in sweet corn under drought stress. *Plant Physiol. Biochem.*, 205: 107507.
- Pokhrel, S. 2021. Effects of drought stress on the physiology and yield of the maize: A review. *Food Agri Econ. Rev.*, 1(1): 36-40.
- Revilla, P., Anibas, C. M. and Tracy, W. F. 2021. Sweet corn research around the world 2015-2020. *Agron.*, 11(3): 534.
- Rahdari, P. and Hoseini, S. M. 2012. Drought stress: a review. *Int. J. Agron. Plant Prod.*, 3(10): 443-446.
- Sanchez, F.J., Andres, E.F., Tenorio, J.L. and Ayerbe, L. 2004. Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjected to water stress. *Field Crops Res.*, 86: 81-90.
- Santander, C., González, F., Pérez, U., Ruiz, A., Aroca, R., Santos, C. and Vidal, G. 2024. Enhancing water status and nutrient uptake in drought-stressed lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) via inoculation with different *Bacillus* spp. isolated from the Atacama desert. *Plants*, 13(2): 158.
- Sarshad, A., Talei, D., Torabi, M., Rafiei, F. and Nejatkhah, P. 2021. Morphological and biochemical responses of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. under drought stress. *SN Applied Sciences*, 3(1): 81.
- Sathish, S., Yuvaraj, M., Muthusamy, S. and Vinayan, M. T. 2022a. Physiological and molecular basis of drought tolerance in maize. *Front. Plant Sci.*, 13: 872566.
- Sathish, P., Vanaja, M., Lakshmi, N. J., Sarkar, B., Kumar, G. V., Vagheera, P., Mohan, C. H. and Maheswari, M. 2022b. Impact of water deficit stress on traits influencing the drought tolerance and yield of maize (*Zea mays* L.) genotypes. *Plant Physiol. Rep.*, 27(1): 109-118.
- Seleiman, M. F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Abdul Wajid H. H. and Battaglia, M. L. 2021. Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. *Plants*, 10(2): 259.
- Schröder, F. G. and Lieth, J. H. 2002. Irrigation control in hydroponics. In: *Hydroponic production of vegetables and ornamentals*. Savvas, D. and Passam, P. (eds), Embryo Publications. pp. 263-269, Athens.

- Shah, M. N., Wright, D. L., Hussain, S., Koutroubas, S. D., Seepaul, R., George, S. and Eswaramoorthy, R. 2023. Organic fertilizer sources improve the yield and quality attributes of maize (*Zea mays* L.) hybrids by improving soil properties and nutrient uptake under drought stress. J. King Saud. Univ. Sci., 35(4): 102570.
- Sheoran, S., Kaur, Y., Kumar, S., Shukla, S., Rakshit, S. and Kumar, R. 2022. Recent advances for drought stress tolerance in maize (*Zea mays* L.): Present status and future prospects. Front. Plant Sci., 13: 872566.
- Shiferaw, B., Prasanna, B. M., Hellin, J. and Marianne, B. 2011. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. Food Sec. 3: 307-327.
- Singh, A., Pandey, H., Pandey, S., Lal, D., Chauhan, D., Aparna, A., Antre, S. H., Santhosh, B. and Kumar, A. 2023a. Drought stress in maize: Stress perception to molecular response and strategies for its improvement. Funct. Integr. Genomics, 23: 296.
- Singh, B. D., Kumar, A. and Singh, R. K. 2023b. Anthesis-silking interval and kernel development as indicators of drought tolerance in sweet corn. Agric. Water Manag., 278: 108123.
- TÜİK 2025. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim Tarihi: 17.07.2025
- Turkan, I., Bor, M., Ozdemir, F. and Koca, H. 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. Acutifolius* gray and drought sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediates water stress. Plant Science, 168: 223-231.
- Vijayalakshmi, D., Jeevitha, R., Gowsiga, S., Vinitha, A. and Soumya, R. 2024. Evaluation of chlorophyll index as indicators to screen sorghum genotypes for drought stress tolerance. Cereal Res. Comm., 1-15.
- Yadav, P. K., Singh, A. K., Tripathi, M. K., Tiwari, S. and Rathore, J. 2022. Morpho-physiological characterization of maize (*Zea mays* L.) genotypes against drought. Biol. Forum, 14(2): 573-581.
- Yasin, A., Salazar, M. I. and García, M. G. 2024a. Morpho-physiological characterization of drought stress tolerance in sweet corn genotypes. BMC Plant Biol., 24: 122.

- Yasin, S., Zavala-Garcia, F., Nino-Medina, G., Rodríguez-Salinas, P. A., Gutierrez-Diez, A., Sinagawa-García, S. R. and Lugo-Cruz, E. 2024b. Morphological and physiological response of maize (*Zea mays* L.) to drought stress during reproductive stage. *Agron.*, 14(8): 1718.
- Zhang, Z., Xie, X., Naseer, M. A., Zhou, H., Cheng, W., Xie, H., Qin, L., Yang, X., Jiang, Y. and Zhou, X. 2024. Screening and Physiological Responses of Maize Inbred Lines to Drought Stress in South China. *Sustainability*, 16(17): 7366.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Zeliha Dinlemez

Eğitim

Yüksek Lisans Çankırı Karatekin Üniversitesi 2022-2025
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı

