

Farklı Abiyotik Stres Koşullarında Çörek Otu Genotiplerinin Çimlenme ve Çıkış
Performanslarının İncelenmesi

Büşra Yurgiden

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Mayıs 2019

Investigation of Germination and Emergence Performance of Black Cumin Genotypes
under Different Abiotic Stress Conditions

Büşra Yurgiden

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Field Crops

May 2019

Farklı Abiyotik Stres Koşullarında Çörek otu Genotiplerinin Çimlenme ve Çıkış
Performanslarının İncelenmesi

Büşra Yurgiden

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Tarla Bitkileri Anabilim Dalında
Endüstri Bitkileri Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof.Dr. Mehmet Demir KAYA

Mayıs 2019

ONAY

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Büşra Yurgiden'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Farklı Abiyotik Stres Koşullarında Çörek otu Genotiplerinin Çimlenme ve Çıkış Performanslarının İncelenmesi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oy birliği ile kabul edilmiştir.

Danışman : Prof.Dr. Mehmet Demir KAYA

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Prof.Dr. Mehmet Demir KAYA

Üye : Doç.Dr. Emel SÖZEN

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Zehra AYTAÇ

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hürriyet ERŞAHAN
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof.Dr. Mehmet Demir KAYA danışmanlığında hazırlamış olduğum “Farklı Abiyotik Stres Koşullarında Çörek Otu Genotiplerinin Çimlenme ve Çıkış Performanslarının İncelenmesi” başlıklı tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 13/05/2019

Büşra Yurgiden

ÖZET

Bu çalışmada, farklı abiyotik stres koşullarında bazı çörek otu (*Nigella sativa* L.) genotiplerinin (Çameli, Pop.1, Pop.2, Pop.3, Pop.4, Pop.5, Pop.6, Pop.7 ve Pop.8) çimlenme, çıkış ve fide gelişim performanslarını belirlemek amaçlanmıştır. Çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tohum Bilimi ve Teknolojisi laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada farklı tuz stresleri (0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m) sodyum klorür (NaCl) ve kuraklık stresleri (-2, -4 ve -6 bar) polietilen glikol (PEG-6000) kullanılarak oluşturulmuştur. Ayrıca, çörek otu genotiplerinin düşük sıcaklık streslerine (10, 15 ve 18°C) tepkileri de incelenmiştir. Araştırmada çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, çimlenme stres tolerans indeksi, fide boyu, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, çıkış yüzdesi, ortalama çıkış süresi ve çıkış indeksi incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesi ve fide gelişimi artan tuz dozlarıyla azalmıştır. Tuz stresinde en yüksek çimlenme ve fide gelişimi Çameli çeşidinden elde edilmiştir. En yüksek çıkış yüzdesi Pop.6'da belirlenirken, fide gelişimi tuz stresinden en az etkilenen genotip Pop.8 olmuştur. Kuraklık stresinde, Çameli çeşidinden en yüksek çimlenme yüzdesi, çimlenme stres tolerans indeksi ve en düşük çimlenme süresi elde edilmiştir. Pop.5 ve Pop.6'nın fide gelişimi artan kuraklık streslerinden daha az etkilenmiştir. Düşük sıcaklıklarda ise Pop.5 ve Pop.6'nın çimlenme özellikleri, Pop.8 ve Pop.5'nin fide gelişim özellikleri bakımından daha yüksek performans gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, çimlenme ve erken fide gelişim dönemlerinde çörek otu genotiplerinin abiyotik streslere farklı tepkiler verdiği belirlenmiş, tuz stresine Pop.8 ve Pop.5, kuraklık stresine Pop.5 ve Pop.6 toleranslı bulunurken, düşük sıcaklığa Pop.7 ve Pop.1 daha toleranslı olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: *Nigella sativa* L., genotip, tuzluluk, kuraklık, düşük sıcaklık

SUMMARY

This research aimed to determine the performance of germination, emergence and early seedling development of some black cumin (*Nigella sativa* L.) genotypes (Çameli, Pop.1, Pop.2, Pop.3, Pop.4, Pop.5, Pop.6, Pop.7 and Pop.8) under different abiotic stress conditions. The study was conducted at the Seed Science and Technology Laboratory of Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Eskişehir Osmangazi University. Different salinity levels (0, 5, 10, 15 and 20 dS/m) and drought stresses (-2, -4 and -6 bar) were constituted by using sodium chloride (NaCl) and polyethylene glycol (PEG-6000), respectively. In addition, the response of black cumin genotypes to low temperature stresses (10, 15 and 18°C) were determined. Germination percentage, mean germination time, germination index, germination stress tolerance index, seedling length, seedling fresh and dry weight, emergence percentage, mean emergence time and emergence index were investigated. The results showed that germination percentage and seedling growth of black cumin genotypes decreased with increasing salt doses. The highest germination and seedling growth were obtained from Çameli. Pop.8 was the least affected genotype by salinity during seedling growth while the greatest emergence percentage was observed in Pop.6. In drought stress, the highest germination percentage, germination stress tolerance index and the lowest germination time were obtained from cv. Çameli. The seedling development of Pop.5 and Pop.6 was less influenced by increasing drought stresses. Higher germination characteristics of Pop.5 and Pop.6, and greater seedling growth properties of Pop.8 and Pop.5 were determined in low temperatures. It was concluded that black cumin genotypes showed different responses to each abiotic stress, Pop.8 and Pop.5 under salt stress, Pop.5 and Pop.6 in drought stress were found to be tolerant, whereas Pop.7 and Pop.1 gave the highest tolerance to low temperatures during germination and early seedling development.

Keywords: *Nigella sativa* L., genotype, salinity, drought, low temperature

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, iki yıl boyunca değerli bilgilerini benimle paylaşan, her aşamasında yönlendirici katkılarını ve değerli yardımları için saygıdeğer danışman hocam; Prof.Dr. Mehmet Demir KAYA'ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Çörek otu materyallerini kullanmama izin veren ve tohumlarını temin eden sayın hocam Dr.Öğr.Üyesi Zehra AYTAÇ'a ve denemelerin yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Doç.Dr. Süleyman AVCI'ya ayrıca teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Arş.Gör. Engin Gökhan KULAN'a, laboratuvarında kurulan denemelerimde yardımlarını esirgemeyen Ziraat Mühendisi arkadaşlarım Pınar HARMANCI, Gözde ERCAN, Şaban Özgür ÇETİN, Ali SARI, Musa SAYLAN ve Muhammed Fatih KAYA'ya teşekkür ederim.

Tez çalışma dönemimde motivasyonumu yüksek tutan ve teze daha çok sarılmama sağlayan Mimar arkadaşım Gülşah Pınar MADEN'e sonsuz teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Emine YURGİDEN, babam Kutbeddin YURGİDEN ve ablam Kübra CEYLAN başta olmak üzere aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, yüksek lisans tezimin başından itibaren her konuda bilgisiyle beni maddi ve manevi olarak destekleyen dayım Hatip YURGİDEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Büşra Yurgiden

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Materyal.....	10
3.2. Yöntem.....	11
3.3. Verilerin Elde Edilmesi.....	19
3.3.1. Çimlenme yüzdesi (%).....	19
3.3.2. Ortalama çimlenme süresi (gün).....	19
3.3.3. Çimlenme indeksi.....	19
3.3.4. Çimlenme stres tolerans indeksi.....	19
3.3.5. Fide uzunluğu (cm).....	20
3.3.6. Fide yaş ağırlığı (mg/bitki).....	20
3.3.7. Fide kuru ağırlığı (mg/bitki).....	20
3.3.8. Yüzde azalma (%).....	20
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi.....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1. Tuz Stresi.....	21
4.1.1. Çimlenme yüzdesi.....	21
4.1.2. Ortalama çimlenme süresi.....	22
4.1.3. Çimlenme indeksi.....	24
4.1.4. Çimlenme stres tolerans indeksi.....	25

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.1.5. Fide boyu	27
4.1.6. Fide yaş ağırlığı.....	28
4.1.7. Fide kuru ağırlığı.....	30
4.1.8. Çıkış yüzdesi.....	31
4.1.9. Ortalama çıkış süresi	33
4.1.10. Çıkış indeksi	34
4.2. Kuraklık Stresi.....	36
4.2.1. Çimlenme yüzdesi.....	36
4.2.2. Ortalama çimlenme süresi	37
4.2.3. Çimlenme indeksi	39
4.2.4. Çimlenme stres tolerans indeksi	40
4.2.5. Fide boyu	42
4.2.6. Fide yaş ağırlığı.....	43
4.2.7. Fide kuru ağırlığı.....	45
4.3. Düşük sıcaklık stresi.....	46
4.3.1. Çimlenme yüzdesi.....	46
4.3.2. Ortalama çimlenme süresi	48
4.3.3. Çimlenme indeksi	49
4.3.4. Çimlenme stres tolerans indeksi	51
4.3.5. Fide boyu	52
4.3.6. Fide yaş ağırlığı.....	54
4.3.7. Fide kuru ağırlığı.....	55
4.3.8. Çıkış yüzdesi.....	56
4.3.9. Ortalama çıkış süresi	57
4.3.10. Çıkış indeksi	58
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Farklı tuz konsantrasyonlarındaki Çameli, Pop.1 ve Pop.2'nin çıkış denemesinden görüntü.....	13
3.2. Farklı tuz konsantrasyonlarındaki Pop.3, Pop.4 ve Pop.5'in çıkış denemesinden görüntü.....	14
3.3. Farklı tuz konsantrasyonlarındaki Pop.6, Pop.7 ve Pop.8'in çıkış denemesinden görüntü.....	15
3.4. Kontrol ve düşük sıcaklıkta (15°C) Çameli, Pop.1 ve Pop.2'nin çıkış denemesinden görüntü.....	16
3.5. Kontrol ve düşük sıcaklıkta (15°C) Pop.3, Pop.4 ve Pop.5'in çıkış denemesinden görüntü.....	17
3.6. Kontrol ve düşük sıcaklıkta (15°C) Pop.6, Pop.7 ve Pop.8'in çıkış denemesinden görüntü.....	18

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Denemede kullanılan çörek otu popülasyonlarının orijinleri	11
4.1. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi	21
4.2. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları	22
4.3. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analizi.....	23
4.4. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları.....	23
4.5. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksine ilişkin varyans analizi	24
4.6. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksi ortalamaları	25
4.7. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksine ilişkin varyans analizi	26
4.8. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksi ortalamaları.....	26
4.9. Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı çörek otu genotiplerinin fide boyu ortalamalarına ilişkin varyans analizi.....	27
4.10. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin fide boyu (cm) ortalamaları.....	28
4.11. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi	29
4.12. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları.....	29
4.13. Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi	30

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.14. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları	31
4.15. Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı çörek otu genotiplerinin çıkış yüzdesine ait varyans analizi	32
4.16. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çıkış yüzdesi (%) ortalamaları.....	32
4.17. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin ortalama çıkış süresine ilişkin varyans analizi	33
4.18. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin ortalama çıkış süresi (gün) ortalamaları.....	34
4.19. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çıkış indeksine ilişkin varyans analizi	35
4.20. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çıkış indeksi ortalamaları.....	35
4.21. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi	36
4.22. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.....	37
4.23. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresine ait varyans analizi	38
4.24. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme süresi (gün) ortalamaları.....	38
4.25. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksine ilişkin varyans analizi	39
4.26. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksi ortalamaları.....	40
4.27. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksine ilişkin varyans analizi.....	41

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.28. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksi ortalamaları.....	41
4.29. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide boyuna ilişkin varyans analizi	42
4.30. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide boyu (cm) ortalamaları...43	
4.31. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığı ortalamalarına ilişkin varyans analizi	44
4.32. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlık (mg/bitki) ortalamaları.....	44
4.33. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi	45
4.34. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlık (mg/bitki) ortalamaları.....	46
4.35. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi	47
4.36. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.....	47
4.37. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analizi	48
4.38. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme süresi (gün) ortalamaları.....	49
4.39. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksine ilişkin varyans analizi	50
4.40. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksi ortalamaları50	
4.41. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksine ilişkin varyans analizi	51
4.42. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksi ortalamaları.....	52

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.43. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin fide boyuna ilişkin varyans analizi	53
4.44. Düşük sıcaklık streslerinde çörek otu genotiplerinin fide boyu (cm) ortalamaları	53
4.45. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi	54
4.46. Düşük sıcaklık streslerinde çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları.....	54
4.47. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi	55
4.48. Düşük sıcaklık streslerinde çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları.....	56
4.49. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çıkış yüzdesine ilişkin varyans analizi	56
4.50. Düşük sıcaklıkta çörek otu genotiplerinin çıkış yüzdesi (%) ortalamaları	57
4.51. Düşük sıcaklıkta çörek otu genotiplerinin ortalama çıkış süresine ilişkin varyans analizi	57
4.52. Düşük sıcaklıklarda çörek otu genotiplerinin ortalama çıkış süresine (gün) ilişkin ortalamaları.....	58
4.53. Düşük sıcaklıkta çörek otu genotiplerinin çıkış indeksine ilişkin varyans analizi	59
4.54. Düşük sıcaklıkta çörek otu genotiplerinin çıkış indeksine ilişkin ortalamaları	59

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

CuSO₄CaCl₂KNO₃

EC

%

H₂O₂

NaCl

ZnSO₄

KIN

Na₂SO₄GA₃

PEG

Açıklama

Bakır(II) sülfat

Kalsiyum klorür

Potasyum nitrat

Elektriksel iletkenlik

Yüzde

Hidroksiperoksit

Sodyum Klorür

Çinko sülfat

Kinetin

Sodyum sülfat

Gibberellik asid

Polietilen glikol

Kısaltmalar

ET

ky

RWC

ppm

ml

Mpa

kg

g

ton

m

cm

mm

da

ha

mM

Açıklama

Su tüketimi

Tepki etmeni

Nispi su içeriği

Milyonda bir

Mililitre

Mega Pascal

Kilogram

Gram

Bin Kilogram

Metre

Santimetre

Milimetre

Dekar

Hektar

Milimolar

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
VK	Varyasyon Kaynakları
°C	Santigrat derece
vd.	Ve diğerleri
mg	Miligram
µM	Mikromol
dS	desiSimens
bar	Basınç birimi
Et	Evapotranspirasyon

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Çörek otu, *Ranunculaceae* familyasından *Nigella* cinsinin 20 türünden biri olan *Nigella sativa* L. türüne ait zengin tarihsel geçmişe sahip bir bitkidir. Uzun yıllar yiyeceklere koruyucu olarak ve lezzet vermek amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Ceylan, 1983; Gün, 2012). Botanik olarak tek yıllık ve otsu yapıda olan çörek otunun, günümüzde başta Doğu Akdeniz ülkeleri olmak üzere birçok ülkede yaygın olarak tarımı yapılmaktadır (Baytop, 1984). Tohumunda sabit ve uçucu yağlar ile acı madde ve saponin içermekte, iştah açıcı, idrar ve adet söktürücü olarak kullanılmaktadır (Er, 1994). Tohumlarının sıkılmasıyla elde edilen yağı, saç dökülmesini ve saç kepeğini önlemek amacıyla değerlendirilmektedir. Bunların yanı sıra, antioksidan özelliğinden dolayı kolesterol düşürücü ve tansiyon tedavisinde de kullanılmaktadır (Morsi, 2000; Al-Jishi ve Abuo Hozafa, 2003). Çörek otu tohumlarından ekmek, çörek ve hamur işleri ile şekerlemelerde yararlanılmaktadır. Tohumlarının baharat olarak kullanılmasının yanında, gıda sanayinde unlu mamulleri süslemede kullanılmaktadır (Özel vd., 2009). Mavi renkli çiçekleri nedeniyle süs bitkisi olarak da değerlendirmektedir. Tohumlarından çıkarılan çilek kokusundaki uçucu yağı, parfümeride kullanılmaktadır. Son yıllarda modern tıpta çörek otunun sabit ve uçucu yağının antibakteriyel, antitümör, sakinleştirici, yatıştırıcı, ağrı kesici, kan şekeri düşürücü ve kas gevşetici etkilerinden yoğun bir şekilde yararlandığı belirtilmiştir (Nickavar vd., 2003). Ünlü Yunan hekimi Dioscorides çörek otunu baş ve diş ağrıları için önermiştir. Ayrıca, Hipokrat ve İbn-i Sina'nın reçetelerinde de çörek otuna özel bir önem verilmiştir (Turan, 2014). Özellikle Tıbbi Nebevi'de geçtiği için, İslam ülkelerinde kutsanmış tohum olarak değer görmüş; ölüm dışında her hastalığın şifasına sahip bir bitki olarak ifade edilmiştir (Baydar, 2005).

Dünyada çörek otu üretimi başta Güney Avrupa, Suriye, Pakistan, Hindistan, Mısır, Suudi Arabistan ve İran'da yaygın olarak yapılmaktadır (Tonçer ve Kızıl, 2004; Akgören, 2011). Ülkemizde ise 2018 yılında Burdur, Konya, Afyon, Uşak, Çorum, Kütahya ve Antalya en çok çörek otu üretimi yapılan iller olmuştur (Anonim, 2019). Çörek otunun ülkemizdeki son beş yıl içerisindeki ekim alanı ve üretim miktarları değerlendirildiğinde, 2014 yılında ekim alanı 1.717 da, üretimi 140 ton olarak gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, çörek otunun 2018 yılında ekim alanı 33.864 da'a, üretim miktarı ise 3.322 ton'a

yükselmiştir (Anonim, 2019). Üretimdeki bu artışta T.C. Tarım ve Orman Bakanlığının 2015 yılında tıbbi ve aromatik bitkileri destekleme kapsamına almasının önemli katkısı olmuştur.

Çörek otu bitkisinin çok kuvvetli olmayan kökleri bulunmaktadır. Bitki, iklim ve toprak koşullarına göre 20-60 cm boylanmaktadır. Bitki üst kısımlarından dallanmakta ve dallarının ucunda mavi renkli çiçekler açmaktadır. Tohumları küçük, siyah renkte, bin dane ağırlığı 2-3 g kadardır (Er, 1994). Farklı kullanım alanları bulunan çörek otunun dünyada ve Türkiye'deki tüketiminin çok olmasına karşın, bitkinin yetiştiriciliğinde özellikle bölgesel popülasyonlardan faydaniılmaktadır. Genel olarak üreticiler bir önceki yıl hasat ettikleri üründen veya diğer üreticilerden sağladıkları tohumlukları kullanmaktadır. Bu durum, standart veya istenilen özelliklerde ürün üretilmesini zorlaştırmaktadır. Ülkemizde sadece bir adet tescilli çörek otu çeşidinin bulunması, tohumluk üretim, dağıtım ve yayım çalışmalarının yeterince yapılamaması nedeniyle istenilen kullanım oranını sağlayamamıştır (Kılıç ve Arabacı, 2016). Bu nedenle yüksek tohum ve yağ verimine sahip, kuraklık, sıcaklık ve tuzluluk gibi farklı stres koşullarına toleransı yüksek yeni çeşitlerin ıslah edilmesi gerekmektedir.

Kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklık, tuzluluk ve aşırı yağış gibi abiyotik stres koşullarında bitkiler, büyüme ve gelişmelerini minimum düzeyde etkilenecek şekilde fizyolojik ve metabolik değişikliklerle tepki vermektedirler (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Toleranslı veya dayanıklı çeşit geliştirmek amacıyla uzun yıllar çalışılmasına rağmen bitkilerin abiyotik stres faktörlerine dayanıklılık mekanizmaları tam olarak belirlenememiştir (Öz ve Ekinci, 2015). Çünkü, abiyotik stres faktörleri üzerine sadece genetik faktörler etkili olmayıp, bitkinin hangi gelişme döneminde strese maruz kaldığı da önem kazanmaktadır. Bitkilerin tüm gelişme dönemleri arasında çimlenme ve fide gelişim dönemleri strese en hassas oldukları dönemdir (Almansouri vd., 2001; Çulha ve Çakırlar, 2011). Tohumun çimlenmesi, uygun koşullarda suyun alımıyla başlamaktadır (Şehirali, 1997). Ancak toprakta suyun tohum tarafından alınmasını engelleyen, tuzluluk, düşük sıcaklık ve kuraklık gibi bir çok faktör bulunmaktadır. Tuzluluğun çimlenme üzerine olumsuz etkisi iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Bunlardan birincisi, tuzlar suyun osmotik potansiyelini yükselterek, suyun tohum veya bitki tarafından alınamamasına neden olmaktadır. İkincisi ise, sodyum (Na^+), kalsiyum (Ca^{+2}), klor (Cl^-) ve sülfat (SO_4^-) gibi

iyonların çimlenmekte tohumlara toksik etki yapmasından dolayı çimlenme gerçekleşmemektedir (Murillo-Amador vd., 2002; Okçu vd., 2005; Kaya, 2009). Tuzluluğun çörek otunun çimlenme ve fide gelişimini olumsuz etkilediği, verimini azalttığı ve yağ kalitesini etkilediği belirlenmiş olmasına rağmen, çörek otunun tuza toleranslı bir bitki olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir (Hajar vd., 1996; Bourgou vd., 2010; Bourgou vd., 2012; Fazeli vd., 2017). Kuraklık stresinde, tohumlar yeterli suyu alamadıkları için çimlenememekte veya çimlenme süreleri uzamaktadır. Çörek otu genotiplerinin kuraklık stresine farklı tepkiler vermesine rağmen kısıtlı sulamaları tolere edebildiği (Ghamarnia vd., 2010; Bardideh vd., 2013), çiçeklenme döneminde kuraklığa hassas olduğu bildirilmektedir (El-Mekawy, 2012). Düşük sıcaklıkta ise, tohumun fizyolojik aktiviteleri yavaşladığı için ortamda yeterli miktarda su bulursa da, suyun tohum tarafından alınması yavaşlamakta veya tamamen engellenmektedir. Düşük sıcaklıkta çörek otu tohumlarının çimlenme süresinin uzadığı Papastylianou vd. (2018) tarafından belirlenmiştir.

Çörek otunda yapılacak ıslah çalışmalarında tane verimi ve yağ oranını arttırmak, yağ kalitesini ve uçucu yağ kalitesi iyileştirmek amaçlanmaktadır. Bunun yanında tane verimini arttırmak için özellikle düşük sıcaklıklara toleransı yüksek, kuraklıktan asgari düzeyde etkilenen yeni çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, tuzluluk problemi olan alanların tarıma kazandırılması bakımından yapılacak çalışmalarda çörek otunun da değerlendirilebilmesi, tuza toleranslı çeşitlerin ıslah edilmesiyle mümkün olabilecektir.

Bu çalışma, tescilli çörek otu çeşidi olan Çameli ile bazı çörek otu popülasyonlarının kuraklık, tuzluluk ve düşük sıcaklık streslerinde çimlenme, çıkış ve fide gelişim dönemlerindeki performanslarını karşılaştırmak amacıyla yürütülmüştür.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çörek otu bitkisinde tuzluluk, kuraklık ve sıcaklık stresleri ile ilgili dünyada ve ülkemizde yapılan araştırmaların özetleri sırasıyla sunulmuştur.

Hajar vd. (1996), farklı tuzluluk düzeylerinin (300 mM NaCl'ye kadar) çimlenme, büyüme ve çörek otunun bazı metabolik parametreleri üzerine etkisi inceledikleri çalışmalarında, çimlenme sırasında bitkinin, 150 mM tuzluluk seviyesine kadar iyi bir tolerans gösterdiği, sürgün ve köklerin taze ve kuru ağırlıkları, fotosentetik pigmentler ve yaprak alanı 150 mM'den yüksek tuz seviyesinde azalmıştır. Araştırma sonuçları, çörek otunun tuza toleranslı bir bitki olduğu ve bir glükofit olarak düşünülebileceğini göstermiştir.

Bourgou vd. (2010), tuzlu koşulların çörek otunun meyve verimi, yağ asitleri, uçucu yağ bileşenleri ve fenolik içeriği üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, NaCl seviyelerinin 60 mM'ye yükseltilmesi, meyve verimini %58, toplam yağ asitleri miktarını ise %35 oranında düşürmüştür. Yağ asitlerinin analizinde, linoleik asidin ana yağ asidi (%58,1) olduğunu, ardından oleik asit (%19,2) ve palmitik asitlerin (%14,77) varlığı belirlenmiştir. Tuzluluk, linoleik asit yüzdesini arttırmıştır, ancak yağ asitleri havuzunun doymamışlığını ve dolayısıyla yağ kalitesini etkilememiştir. Uçucu yağ verimi (%0,39) 20, 40 ve 60 mM NaCl'de sırasıyla %0,53, %0,56 ve %0,72'ye yükselmiştir. Tuzluluk, uçucu yağ bileşimini kontrollerdeki p-simenden gamma-terpinene / p-simen'e dönüşmesine neden olmuştur. Elde edilen sonuçlar, tuz muamelesinin çörek otu meyvelerindeki biyoaktif bileşiklerin üretimini düzenleyebileceğini ve bunların beslenme ve endüstriyel değerlerini etkilediğini ortaya koymaktadır.

Ghamarnia vd. (2010), damla sulama ve karık sulama yöntemlerinin normal ve su kısıntısı uygulanarak yapıldığı çalışmada, çörek otunun su kullanım etkinliği ile çeşitli bitki parametreleri ve yağ oranı üzerine etkileri incelenmiştir. Sulama uygulamaları damla sulamada evapotranspirasyonun (Et) %50, %75 ve %100'ü miktarında sulama yapılmış, salma sulamada ise evapotranspirasyon %100 uygulanarak sulama miktarları ayarlanmıştır. En yüksek su kullanım etkinliği (1,39 kg/ha/mm) damla sulama + %50 Et uygulamasından

elde edilirken, en düşük su kullanım etkinliği (0,492 kg/ha/mm) salma sulamadan elde edilmiştir. Tohum verimi ve hasat indeksi sulama uygulamalarından önemli şekilde etkilenmiştir. Yüksek su kullanım etkinliği ve yağ oranı elde etmek için Et'nin %50'si olacak şekilde damla sulama yönteminin uygulanması uygun bulunmuş, ayrıca çörek otunun su kısıntısını tolere edebildiği sonucuna varılmıştır.

Muhammad ve Hussain (2010), *Lepidium sativum* L., *Linum usitatissimum* L., *Nigella sativa* L., *Plantago ovata* Forssk ve *Trigonella foenum-graecum* L. türlerinin tuzluluk toleransını belirlemek amacıyla farklı NaCl konsantrasyonuna (0,21 (Kontrol), 5,0, 7,5, 10,0, 12,5 veya 15,0 dS/m) sahip solüsyonlarla tınlı toprak içeren kaplarda yetiştirilmiştir. Tuz konsantrasyonlarının bitki boyu, dal sayısı, yaş ve kuru ağırlık, kök yaş ve kuru ağırlık ve kök nemi içeriği üzerinde önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yaprak sayısı da önemli ölçüde azalmıştır. İncelenen tüm parametreler bakımından türler arasında oldukça önemli farklılıklar belirlenmiştir. Bulgular, bu türlerin orta derecede tuzluluğa, yani 7,5 dS/m'ye toleranslı olduğunu ve biyokütle elde etmek için tuzlu topraklarda denenebileceğini göstermektedir.

Shah (2011), tuz stresindeki çörek otu bitkilerinde yapraktan kinetin (KIN) uygulaması ile büyüme, fotosentez, oksidan madde H₂O₂ birikimi ve antioksidan enzim aktiviteleri incelenmiştir. Çimlenmeden itibaren 75 veya 150 mM NaCl ile muamele edilen bitkilerde 25 gün sonra su veya 10 uM KIN püskürtülmüştür. Tuz stresinin, özellikle yüksek NaCl konsantrasyonunda, yaprak nispi su içeriğinde ve daha sonra yaprak alanı ve stomatal iletkenlikte önemli bir düşüše neden olduğu bulunmuştur. Klorofil içeriği ve delta-aminolevulinik asit dehidrataz (ALA-D) aktivitesi de etkilenerek net fotosentetik hız ve kuru madde üretimi daha düşük bulunmuştur. Ayrıca H₂O₂ içeriği, tuzla muamele edilen bitkilerde, süperoksit dismutaz ve peroksidaz aktivitelerinde bir artış ile birlikte artmış, katalaz aktivitesi azalmıştır. Bu arada KIN'nin, antioksidan enzim aktivitelerini modüle edici olmasının yanı sıra test bitkilerindeki oksidatif stresin hafifletilmesinin yanı sıra, tuzluluğun olumsuz etkilerini önemli ölçüde azalttığı ve işlenmemiş stresli bitkilerle karşılaştırıldığında daha yüksek bir verim elde edilmiştir. Genel olarak, sonuçlar KIN tarafından antioksidan savunma mekanizmaları ve fizyolojik süreçlerin optimizasyonunu ve eksojen fitohormonların tuz toleransını vermede önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Bourgou vd. (2012), çörek otunun farklı tuz seviyelerine tepkilerini inceledikleri çalışmada, bitki gelişimi, yağ asidi bileşimi, fenol içeriği ve antioksidan aktiviteye olan etkisini araştırmışlardır. Bitkiler 0, 20, 40 ve 60 mM NaCl solüsyonlarında hidroponik ortamda yetiştirmişlerdir. Sonuçlar, tuzluluğun çörek otunun büyümesini engellediğini, yapraklardaki toplam yağ asidi (TFA) içeriği, 60 mM NaCl'de azalırken, kökte TFA, 20 ve 40 mM NaCl'de artmıştır. Ayrıca yağ asidi bileşimi NaCl'den etkilenmiş, 60 mM NaCl'de linolenik asit seviyesi %14 azalmıştır. Tuz stresi, sürgünlerde toplam polifenol ve fenol içeriğini artırmıştır. Bununla birlikte, köklerde toplam polifenol içeriği ve antioksidan aktivite, artan NaCl dozları ile keskin bir şekilde azalmıştır.

El-Mekawy (2012), sulama programlarının çörek otu verimi üzerine etkisini incelemek amacıyla çiçeklenme öncesi ve sonrasında her 2, 4 ve 6 günde bir sulama yapılmıştır. Üç ekim tarihinde (10, 30 Ekim ve 10 Kasım) ekilen bitkilerde büyüme ve verim parametreleri, sulama aralıklarının artırılmasından olumsuz etkilenmiştir. En yüksek değerler, büyüme mevsimi boyunca her 2 günde bir sulama yoluyla, minimum değerler ise çiçeklenme aşamasından önce her 6 günde bir sulama ile elde edilmiştir. Erken ekim, büyüme ve verim parametrelerini önemli ölçüde arttırırken, geç ekim tarihi ise bunları azaltmıştır. Sonuç olarak erken ekim ve iki günde bir sulama yapmanın çörek otu bitkisi için en uygun kombinasyon olduğu belirlenmiştir.

Bardideh vd. (2013), bazı çörek otu çeşitlerinin agronomik özelliklerini inceledikleri çalışmada, üç çeşit (Varzaneh, Semirom ve Mobarakeh) üç farklı sulama (normal sulama, çiçeklenme öncesi ve sonrası kuraklık stresi) koşullarında incelenmiştir. Normal ve anormal sulama koşullarında, tohum verimi ile biyolojik verim, bitkide kapsül sayısı ve bin tane ağırlığı arasında yüksek pozitif bir ilişki; verim ile dal sayısı arasında ise pozitif ve önemli ($p \leq 0.01$) bir ilişki bulunmuştur.

Ghamarnia ve Jalili (2013), çörek otu genotiplerinin farklı su stresi uygulamalarına tepkilerini inceledikleri çalışmada %40, %60, %80 ve %100 su ihtiyacını karşılayacak şekilde sulama planlaması yapmışlardır. Araştırma sonuçları su stresi arttıkça, çörek otunun tohum verimi, yağ verimi ve su kullanım verimliliğinin önemli ölçüde azaldığını göstermiştir. Su kullanım etkinliği, kontrol ve işlemlere kıyasla %40, %60 ve %80 oranında su stresi olan farklı işlemlerde tohum ve yağ verimine bağlı olarak azalmış,

yaklaşık olarak sırasıyla (97,5 ve 99,5), (84 ve 95) ve (54 ve 70) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, çörek otunun su stresine duyarlı bir bitki olduğunu göstermiştir. Çörek otu için su kısıntısı eşik değeri %80 su gereksiniminde belirlenmiştir.

Gogue (2013), iki çörek otu türünün (*N. damascena* ve *N. sativa*), tuzlu koşullarda meyve ve tohumlarının bazı biyometrik özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, incelenen özellikler bakımından *N. damascena* türünün tuz stresine daha toleranslı olduğu belirlenmiştir.

Ahmadian vd. (2015), farklı tuz streslerinde çörek otu tohumlarına yapılan bazı priming uygulamalarının (kontrol, hidropriming ve $ZnSO_4$) etkileri incelenmiştir. Uygulama yapılan tohumlar 0,0, -0,3, -0,6, -0,9 ve -1,2 MPa su potansiyeline sahip tuz ($NaCl$ ve Na_2SO_4) koşullarında çimlendirilmiştir. $NaCl$ çözeltilerinin elektriksel iletkenlik (EC) değerleri sırasıyla 0,0, 6,5, 12,7, 18,4 ve 23,5 dS/m olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, hidropriming uygulamasının tuz stresinde çörek otunun çimlenme ve fide büyümesini arttırdığı görülmüştür. Çimlenme, her iki tuz çözeltisinde de gecikmiştir. $NaCl$ stresinde çimlenme yüzdesi, kök ve sürgün ağırlığı, sürgün ve kök uzunluğu daha yüksek olmakla birlikte, ortalama çimlenme süresi ve anormal çimlenme yüzdesi, aynı su potansiyelinde, Na_2SO_4 'ten daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Kök / sürgün ağırlığı ve kök / sürgün uzunluğu ozmotik potansiyel artışı ile artmıştır. $NaCl$ ve Na_2SO_4 'ün aynı su potansiyelinde çimlenme inhibisyonunun ozmotik etkiden kaynaklanmadığı, tuz toksitesinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Gholami vd. (2015), tuz ile priming yapılarak, tuzluluğun çörek otu tohumlarının çimlenme üzerine etkisini azaltmak amacıyla yaptığı çalışmada, tohumlar 24 saat 25°C'de distile su (kontrol) veya %1 ve %2'lik KNO_3 , $CaCl_2$, $NaCl$, $ZnSO_4$ ve $CuSO_4$ içerisinde bekletilmiştir. Uygulamalardan sonra, tohumlar saf su ile yıkanmış ve ekilmiştir. Tüm priming uygulamalarından, çimlenme aşamasında tuz stresi ile tohum uygulamasının olumsuz etkilerini hafifletme de etkili olmasına rağmen, $NaCl$ 'nin en etkili yöntem olduğu belirlenmiştir. $NaCl$ 'nin yanında, KNO_3 , $CaCl_2$ ve $ZnSO_4$ 'de çimlenmeyi ve tuzlu koşullar altında erken büyümeyi teşvik etmede etkili bulunmuştur.

Şenyiğit ve Arslan (2018), buharlaşma kabı ve toprak nem dengesine göre elde edilen farklı sulama programlarının çörek otu bitkisinin verim ve vejetatif özellikleri ile su tüketimine etkisini belirlemek amacıyla 2013-2014 yetiştirme sezonlarında, Afyonkarahisar İli Çobanlar İlçesi merkezinde yürütülmüştür. Çalışmada, sulama konuları 3 farklı sulama aralığı (SA3: 3 gün, SA5: 5 gün ve SA10: 10 gün) ve ilk yıl A sınıfı buharlaşma kabında ölçülen buharlaşma miktarının, ikinci yıl ise 60 cm toprak derinliğindeki mevcut nemi tarla kapasitesine çıkarmak için gerekli olan sulama suyu miktarının %0 (I0: sulama yapılmayan), %50, %75 (I50, I75: kısıntılı sulama) ve %100 (I100: tam sulama)'ünün uygulandığı 4 farklı sulama suyu düzeyi konularından oluşturulmuştur. En yüksek ve düşük bitki su tüketimi (ET) değerleri sırasıyla, SA3-I100 konusundan 387 mm ve I0 konusundan 167 mm olarak saptanmıştır. Çalışmada, en yüksek tohum verimi 1700 kg/ha ile SA5-I100 konusundan elde edilirken, en düşük 722 kg/ha ile I0 konusundan elde edilmiştir. Verim tepki etmeni (ky) değerleri farklı sulama aralığı konularından 0,75 (SA3), 0,80 (SA5) ve 0,50 (SA10) olarak elde edilirken, her iki yılın değerleri göz önüne alındığında tüm konular için ortalama ky değeri 0,68 olarak belirlenmiştir.

Fazeli vd. (2017), çörek otunda tuzluluk stresi ve salisilik asidin bazı fizyolojik ve biyokimyasal parametreler (nispi su içeriği (RWC), iyon sızıntısı, malondialdehit, antosiyanin içeriği, prolin, katalaz aktivitesi ve askorbat peroksitleri) üzerine etkileri incelenmiştir. Denemede üç tuz seviyesi (0, 25 ve 75 mM NaCl) ve üç salisilik asit dozu (0, 0,75 ve 1,5 mM) kullanılmıştır. Üç-dört yapraklı fide döneminde, tuz stresi altında üç hafta boyunca inkübe edilen fideler, aynı dönemde yapraklarına iki kez salisilik asit püskürtülerek yetiştirilmiştir. Sonuçlar, tuzluluk stresinin RWC ve antosiyanini önemli ölçüde azalttığı, iyon sızıntısı, malondialdehit, prolin, katalaz aktivitesini ve askorbat peroksidaz aktivitesini önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Tuz stresinde salisilik asit uygulaması RWC, malondialdehit, antosiyanin, prolin, katalaz aktivitesi ve askorbat peroksidaz aktivitesini arttırmış, ancak iyon sızıntısını azaltmıştır. Çörek otunun tuzluluk stresine karşı hassas olduğu, bu yüzden salisilik asit uygulanarak bitkinin stres koşullarında büyüme ve hayatta kalma olasılığına yardımcı olabilecek antioksidan kapasitesini artırabileceği belirtilmiştir.

Endes (2018), çörek otunun çimlenmesi üzerine bazı tohum ön uygulamaları ve sürelerinin etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, *Nigella sativa* L. ve *Nigella*

damascena L. türleri kullanılmıştır. Tohumlar farklı GA₃ dozları (50, 100 ve 150 ppm) ile 4, 8 ve 12 saat süre ile muamele edilmiş, normal şartlar altında pamuk arasında çimlendirilmiştir. Çıkış denemeleri steril kum kullanılarak yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, çimlenme yüzdesi bakımında ön uygulama/saat arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmazken, çimlenme gün süresi ve çıkış yüzdesi arasındaki farklılık istatistiki olarak %5, çıkış gün süresi arasındaki istatistiki farklılık %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çimlenme yüzdesi, çimlenme gün sayısı, çıkış yüzdesi, çıkış gün sayısı bakımından türler arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Çimlenme yüzdesi, bakımından kontrolden elde edilen sonuçlar farklı sürelerde ve dozlarda GA₃ uygulanan tohumlardan daha yüksek bulunmuş, en yüksek çimlenme oranı %58,0 ile *N. sativa* türünde tespit edilmiştir. En hızlı çimlenme süresi 6,87 gün ile 150 ppm/4 saat GA₃ uygulamasından elde edilmiştir. En hızlı çimlenme ve çıkış süresi sırasıyla 7,13 ve 9,33 gün ile *N. damascena* türünden tespit edilmiştir. En yüksek çıkış oranı %61,33 ile 100 ppm/12 saat GA₃ uygulamasından elde edilmiş, en yüksek çıkış %45,60 ile *N. damascena* türünde belirlenmiştir. En hızlı çıkış süresi 8,82 gün ile 100 ppm/8 saat GA₃ uygulamasından elde edilmiştir.

Papastylianou vd. (2018), farklı tuz (NaCl) seviyelerinin çörek otu tohumlarının çimlenme üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, iki farklı çimlenme sıcaklığında (15 ve 20°C), beş tuz seviyesi (Kontrol, 80, 160, 240 ve 320 mM NaCl) kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, tuzluluğun çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 15°C ve 20°C sıcaklıklardaki çimlenmesi yüzdesi, sırasıyla %96 ve %95 olarak belirlenmiştir. Her iki sıcaklıkta da tuz stresi, çimlenmeyi azaltmıştır. Bu azalmanın 15°C'de daha yüksek olduğu ve 20°C'nin 240 mM tuz seviyesinden itibaren çimlenmenin olmadığı gözlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi, özellikle 15°C düşük sıcaklıkta artan NaCl seviyeleri ile artmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tohum Bilimi ve Teknolojisi Laboratuvarında 2018 yılında yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2014 yılında tescil ettirilen Çameli çörek otu çeşidi ile ülkemizin farklı bölgelerinden temin edilen çörek otu popülasyonları kullanılmıştır. Çameli çeşidi ülkemizin ilk ve tek tescilli çörek otu çeşidi olup, ülkemizin yerel materyalinden geliştirilmiştir. Yağ oranı ortalama olarak %25 civarında olan çeşidin bitki boyu, iklim ve toprak koşullarına bağlı olarak, 40-70 cm arasında değişmektedir. Makineli hasada uygun olan Çameli çeşidinin dekara verimi, kuru koşullarda 140-220 kg/da, sulu koşullarda ise 160-260 kg/da kadar olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2016). Çalışmada kullanılan çörek otu popülasyonlarına ait tohumlar 2017 vejetasyon döneminde fakültemiz arazisinde üretilmiş ve denemede kullanılana kadar +4°C’de muhafaza edilmiştir. Çörek otu popülasyonlarının orijinleri Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan çörek otu popülasyonlarının orijinleri

Genotip	Orijin
Çameli	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü-Eskişehir
Pop.1	Eskişehir
Pop.2	Eskişehir
Pop.3	Eskişehir
Pop.4	Soğucakpınar-Osmaneli / Bilecik
Pop.5	Büyüksevin köyü-Afşin / K.maraş
Pop.6	Belevi köyü-Çameli / Denizli
Pop.7	Büyükalan-Çavdır / Burdur
Pop.8	Kozluca beldesi / Burdur

Araştırmada tuz streslerini oluşturmak amacıyla sodyum klorür (NaCl) tuzu ile kuraklık stresi için polietilen glikol-6000 (PEG-6000) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

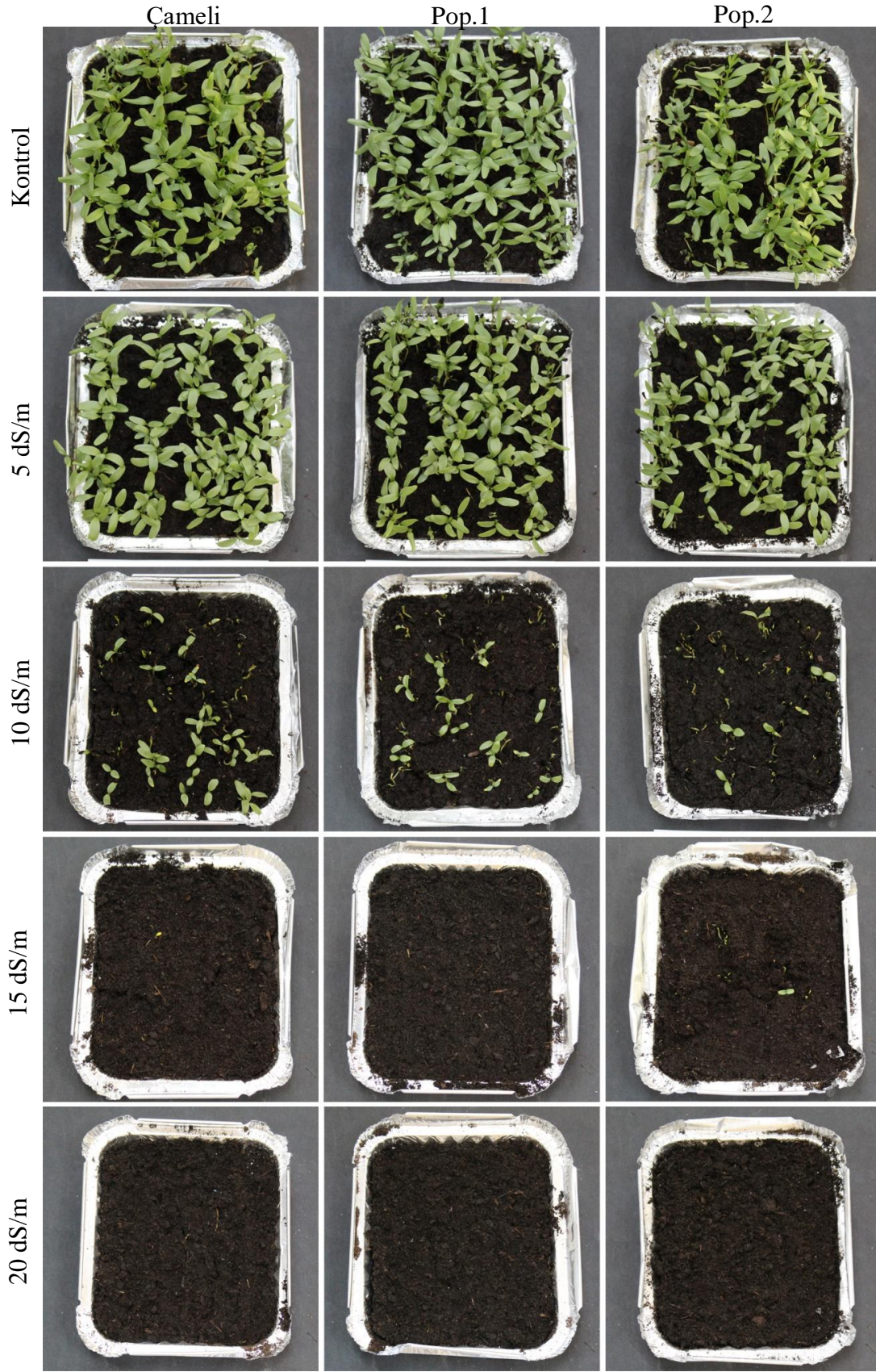
Sodyum klorür (NaCl) konsantrasyonları 5, 10, 15 ve 20 dS/m elektriksel iletkenliğe sahip olacak şekilde WTW 3.15i model EC metre yardımıyla ayarlanmıştır. Araştırmada kuraklık stresi oluşturmak amacıyla PEG 6000 (Polietilen glikol 6000 mol.w.) Michel ve Kaufmann (1973)'ın bildirdiği şekilde -2, -4 ve -6 bar su tutma potansiyeline ayarlanan kuraklık şiddetleri hazırlanmıştır. Her iki denemede de kontrol olarak distile su kullanılmıştır.

Çimlenme denemeleri, boyutları 20×20 cm olan üç adet kurutma kâğıdı arasında 20±1°C sıcaklıkta tamamen karanlık inkübatörde, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 50 adet tohum olacak şekilde kurulmuştur. Her tekerrürde bir kâğıt için uygun test solüsyonundan 7 ml eklenmiş ve buharlaşmayı engellemek için ağzı kilitli plastik torbalara konulmuştur. Her iki günde bir, kâğıtlar değiştirilerek tekrar 7 ml solüsyon eklenmiştir. Tohumlar her

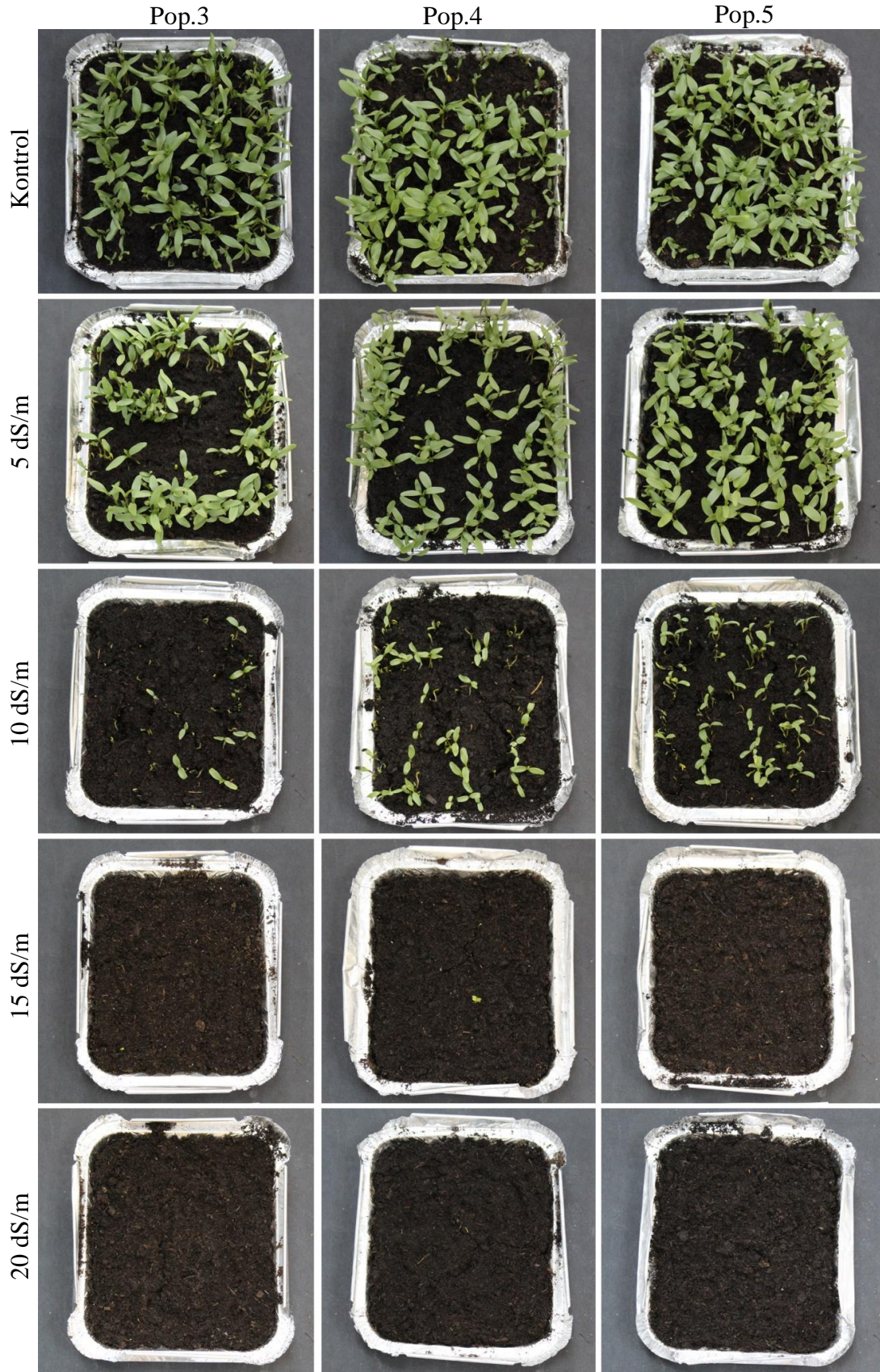
gün sayılmış ve 2 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Çimlenme denemeleri ISTA (2018)'e göre çörek otu için belirlenen son sayım günü olan 14 gün devam ettirilmiştir.

Çörek otu genotiplerinin düşük sıcaklık stresinde çimlenme performanslarını belirlemek amacıyla serin ve soğuk test yöntemleri kullanılmıştır. Soğuk testte çörek otu genotiplerine ait tohumlar Hampton ve TeKrony (1995)'e göre 10°C sıcaklıkta 7 gün bekletildikten sonra 25°C'ye aktarılmış ve 14. gün sonunda çimlenen tohumlar sayılarak çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir. Serin testte ise tohumlar 18°C sıcaklıktaki tamamen karanlık inkübatör içinde 14 gün bekletilmiş ve çimlenen tohumlar sayılarak çimlenme yüzdesi belirlenmiştir (Hampton ve TeKrony, 1995).

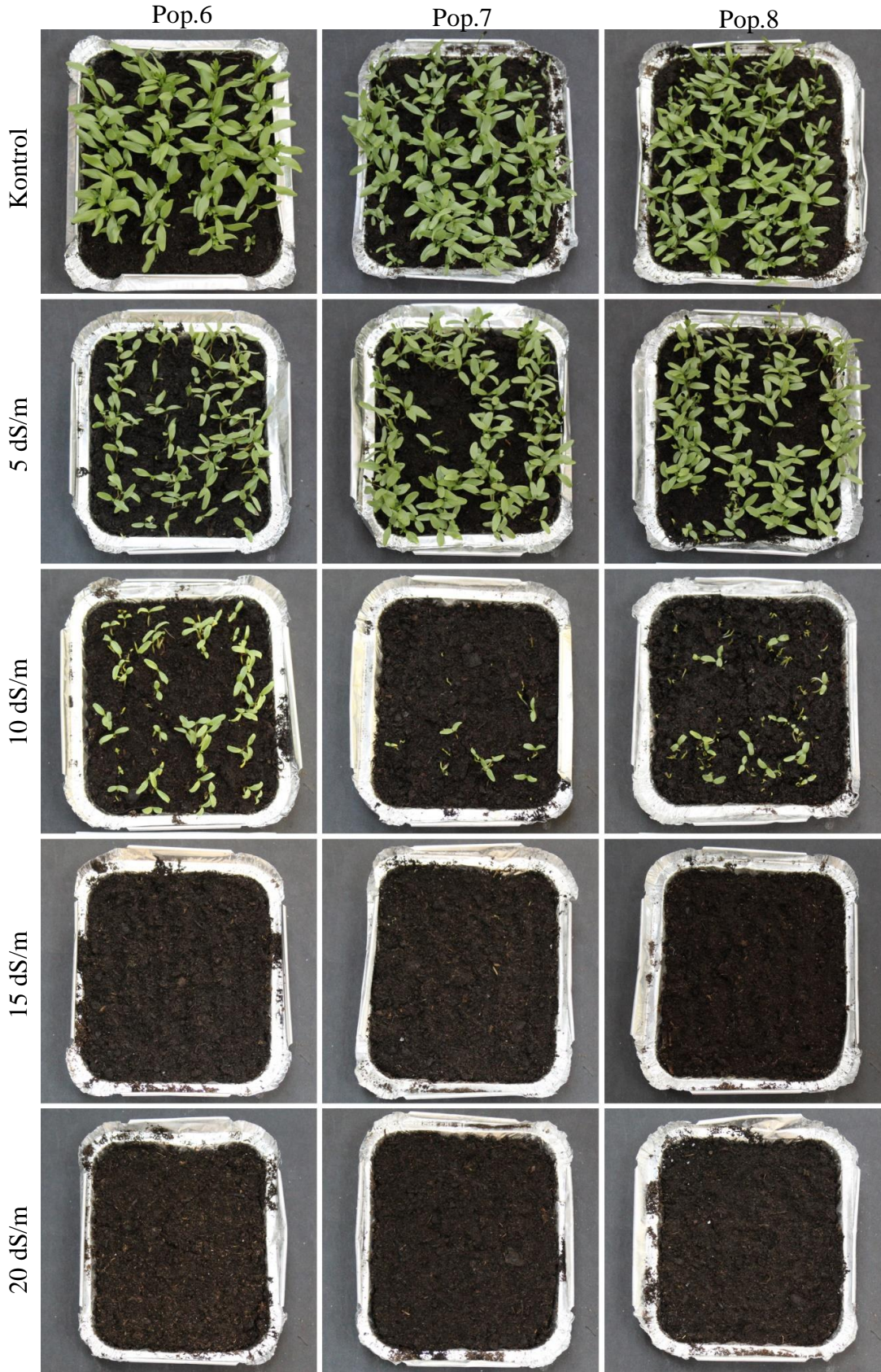
Çıkış denemeleri, 15×13×3 cm boyutlarındaki kaplarda torf kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Dört tekerrürlü ve her tekerrürde 50 adet tohum olacak şekilde kurulan denemede, tohumlar 1 cm derinliğe ekilmiştir. Ekim yapılmış kaplar 20°C sıcaklıkta, 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık ortamda %70 neme ayarlanmış bitki büyütme kabinine aktarılmıştır. Tuz stresinde, kaplar çimlenme denemelerinde ayarlanan tuz dozlarına sahip solüsyonlarla iki günde bir kez sulanarak çıkış yüzdeleri belirlenmiştir. Düşük sıcaklık stresinde çıkış denemesi ise 15°C sıcaklıkta yürütülmüştür. Her gün toprak yüzeyine çıkan bitkiler sayılmış, 14. gün sonunda ise denemeye son verilmiştir. Kotiledon yapraklarının görünür hale gelmesi çıkış kriteri olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.1. Farklı tuz konsantrasyonlarındaki Çameli, Pop.1 ve Pop.2'nin çıkış denemesinden görüntü.



Şekil 3.2. Farklı tuz konsantrasyonlarındaki Pop.3, Pop.4 ve Pop.5'in çıkış denemesinden görüntü.



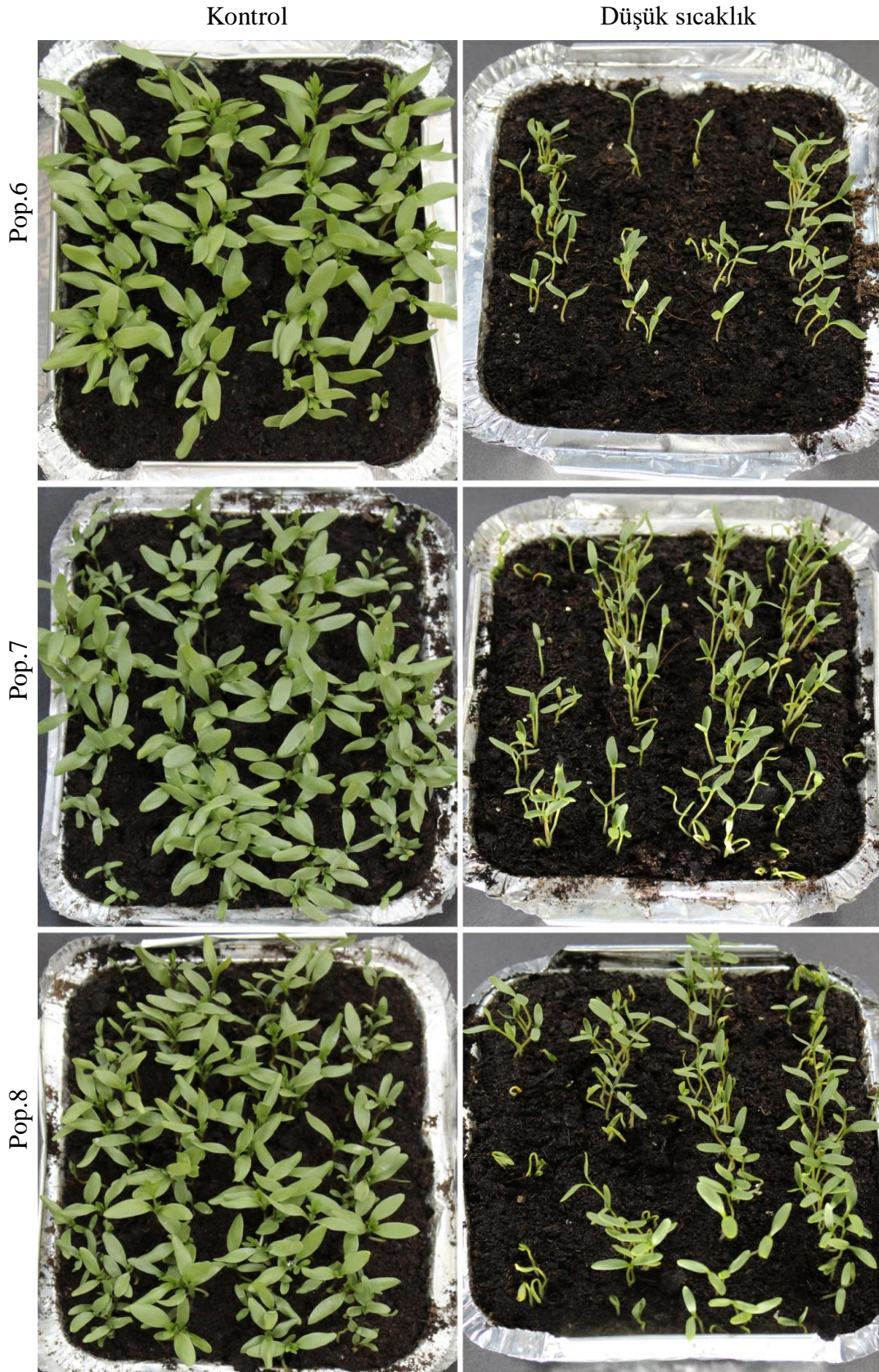
Şekil 3.3. Farklı tuz konsantrasyonlarındaki Pop.6, Pop.7 ve Pop.8'in çıkış denemesinden görüntü.



Şekil 3.4. Kontrol (20°C) ve düşük sıcaklıkta (15°C) Çameli, Pop.1 ve Pop.2'nin çıkış denemesinden görüntü.



Şekil 3.5. Kontrol ve düşük sıcaklıkta (15°C) Pop.3, Pop.4 ve Pop.5'in çıkış denemesinden görüntü.



Şekil 3.6. Kontrol ve düşük sıcaklıkta (15°C) Pop.6, Pop.7 ve Pop.8'in çıkış denemesinden görüntü.

3.3. Verilerin Elde Edilmesi

3.3.1. Çimlenme yüzdesi (%)

On dördüncü günde çimlenen tohumların sayısı toplam tohum sayısına oranlanarak yüzde (%) olarak belirlenmiştir.

3.3.2. Ortalama çimlenme süresi (gün)

Çimlenme hızını belirlemek amacıyla ortalama çimlenme süresi (OÇS) aşağıdaki formülle göre ISTA (2018)'ya göre gün olarak hesap edilmiştir (3.1).

$$OÇS = \frac{\sum(Dn)}{\sum n} \quad (3.1)$$

Formülde, D sayım günündeki çimlenen tohum sayısını, n sayım yapılan gün sayısını göstermektedir.

3.3.3. Çimlenme indeksi

$\dot{C}İ = (10 \times n_1 + 9 \times n_2 + \dots + 1 \times n_{10}) / (\text{toplam çimlenme gün sayısı} \times \text{çimlenmede kullanılan tohum sayısı})$ formülü ile hesaplanmıştır (Mares ve Mrva, 2001).

3.3.4. Çimlenme stres tolerans indeksi

Ahmad vd. (2009)'a göre, aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (3.2).

$$\dot{C}STİ = \frac{\text{Stres koşullarındaki tohumlarda } nd_1 (1,00) + nd_2 (0,75) + nd_3 (0,50) + nd_4 (0,25)}{\text{Kontrol koşullarındaki tohumlarda } nd_1 (1,00) + nd_2 (0,75) + nd_3 (0,50) + nd_4 (0,25)} \times 100 \quad (3.2)$$

Formülde, nd_1 , nd_2 , nd_3 and nd_4 sırasıyla 2, 4, 6 ve 8. günlerdeki çimlenen tohum sayısını göstermektedir.

3.3.5. Fide uzunluğu (cm)

Her tekerrürden 14. günde tesadüfen seçilen on adet fidenin boyu cetvelle ölçülerek cm olarak belirlenmiştir.

3.3.6. Fide yaş ağırlığı (mg/bitki)

Her tekerrürden 14. günde tesadüfen seçilen on adet fidenin ağırlığı 0,001 g hassas terazide tartılmış ve oranlanarak mg/bitki olarak hesaplanmıştır.

3.3.7. Fide kuru ağırlığı (mg/bitki)

Her tekerrürden tesadüfen seçilen 10 fidenin yaş ağırlığı belirlendikten sonra 70°C'de 48 saat süreyle fırında kurutulmuş, hassas terazide tartılmış ve mg/bitki olarak belirlenmiştir.

3.3.8. Yüzde azalma (%)

Fide boyu ve fide yaş ağırlığının stres faktörlerinden etkilenme derecesini belirlemek amacıyla aşağıdaki formül yardımıyla yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (3.3).

$$\text{Yüzde azalma (\%)} = \frac{\text{Kontrol bitkilerinin fide özelliđi} - \text{Stres bitkilerinin fide özelliđi}}{\text{Kontrol bitkinin fide özelliđi}} \times 100 \quad (3.3)$$

3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

İncelenen özelliklere ait verilerin varyans analizi, iki faktörlü tesadüf parselleri deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak MSTAT-C paket programı kullanılarak yapılmıştır. Yüzde değerler açđı (arcsin transformasyon) değerlerine çevrildikten sonra analiz edilmiş, ancak çizelgelerde gerçek değerler verilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirleyebilmek amacıyla Duncan testi kullanılmıştır (Düzgüneş vd., 1987).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bazı çörek otu genotiplerinin farklı abiyotik stres koşullarında çimlenme ve çıkış performanslarının belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, tuz stresi, düşük sıcaklık ve kuraklık stresleri kullanılmıştır. Denemelerde çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, çimlenme stres indeksi, fide boyu, fide yaş ve kuru ağırlığı, çıkış yüzdesi, ortalama çıkış süresi ve çıkış indeksi gibi özellikler incelenmiştir.

4.1. Tuz Stresi

Çörek otu genotiplerinin artan tuz streslerinde çimlenme ve çıkış performanslarını belirlemek amacıyla yürütülen denemede, incelenen özelliklere ilişkin veriler ve bu verilerin değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar ayrı başlıklar altında açıklanmıştır.

4.1.1. Çimlenme yüzdesi

Bazı çörek otu genotiplerinin artan tuz konsantrasyonlarındaki çimlenme yüzdesi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	179	12056	-
Genotip (A)	8	1426	178**
Tuz (B)	4	4562	1141**
A×B	32	2400	75**
Hata	135	3668	27

** : %1 düzeyinde önemli

Çörek otunda çimlenme yüzdesi bakımından genotipler ve tuz konsantrasyonları arasındaki farklılıklar ile genotip × tuz konsantrasyonları interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1). Uygulamalara göre elde edilen ortalamalar ve ortalamaların farklılık gruplandırılmaları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları

Genotip	Tuz konsantrasyonu (dS/m)					Ortalama
	Kontrol	5	10	15	20	
Çameli	94,0 ^{a-d}	95,0 ^{abc}	84,0 ^{e-j}	86,5 ^{c-j}	78,0 ^{jk*}	87,5 ^{bc}
Pop.1	83,0 ^{g-j}	89,0 ^{a-1}	88,0 ^{b-1}	82,0 ^{hij}	80,5 ^{ijk}	84,5 ^c
Pop.2	91,5 ^{a-g}	95,5 ^{abc}	97,0 ^{ab}	88,0 ^{b-1}	88,0 ^{b-1}	92,0 ^a
Pop.3	90,5 ^{a-h}	92,5 ^{a-f}	88,5 ^{a-1}	78,0 ^{jk}	83,5 ^{fj}	86,6 ^{bc}
Pop.4	90,5 ^{a-h}	94,0 ^{a-d}	91,0 ^{a-h}	80,0 ^{ijk}	64,0 ^l	83,9 ^c
Pop.5	94,5 ^{abc}	94,5 ^{abc}	93,0 ^{a-e}	92,0 ^{a-g}	89,0 ^{a-1}	92,6 ^a
Pop.6	89,0 ^{a-1}	93,5 ^{a-d}	93,5 ^{a-d}	89,0 ^{a-1}	82,0 ^{hij}	89,4 ^{ab}
Pop.7	88,5 ^{a-1}	97,5 ^a	94,0 ^{a-d}	84,0 ^{e-j}	78,5 ^{jk}	88,5 ^b
Pop.8	85,0 ^{d-j}	95,5 ^{abc}	91,5 ^{a-g}	91,5 ^{a-g}	72,5 ^k	87,2 ^{bc}
Ortalama	89,6 ^b	94,1 ^a	91,2 ^b	85,7 ^c	79,6 ^d	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi, çimlenme yüzdesi bakımından çörek otu genotiplerinin artan tuz seviyelerine farklı tepkiler gösterdiği belirlenmiştir. İncelenen çörek otu genotipleri arasında, Pop.5 hariç, diğer genotiplerin çimlenme yüzdesi 5 dS/m tuz seviyesinde artarken; Pop.2, Pop.3, Pop.4 ve Pop.5’de 15 dS/m tuz seviyesinde azalmıştır. Pop.6 ve Pop.8’in çimlenme yüzdesinin 15 dS/m tuz seviyesine kadar aynı olduğu tespit edilmiştir. 20 dS/m tuz seviyesinde, en yüksek çimlenme yüzdesi %89,0 ile Pop.5’ten elde edilmiştir. Tuzlar suyun osmotik potansiyelini arttırarak tohumlar için fizyolojik kuraklık etkisi yapmakta veya Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının toksik etkisinden dolayı tohumların çimlenmesini engellemektedir. Çalışmamızda da tuz stresinin artmasıyla çörek otunun çimlenme oranının azaldığını göstermektedir. Benzer bulgular Muhammad ve Hussain (2010), Bourgo vd. (2012) ve Ahmadian vd. (2015) tarafından da belirlenmiştir.

4.1.2. Ortalama çimlenme süresi

Artan tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	179	1342	-
Genotip (A)	8	52	6,4**
Tuz (B)	4	1238	309,0**
A×B	32	31	1,0**
Hata	135	21	0,2

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.3 incelendiğinde, ortalama çimlenme süresi bakımından genotipler ve tuz konsantrasyonları arasındaki farklılıklar ile genotip × tuz konsantrasyonu interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tuz konsantrasyonlarına göre çörek otu genotiplerinden elde edilen çimlenme süresi ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.4' te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları

Genotip	Tuz konsantrasyonu (dS/m)					Ortalama
	Kontrol	5	10	15	20	
Çameli	3,10 ^w	3,85 ^{q-u}	4,19 ^{pqr}	5,67 ^{kl}	8,10 ^{f*}	4,98 ^e
Pop.1	3,45 ^{t-w}	5,13 ^{lmn}	5,34 ^{lm}	6,72 ^{hi}	11,78 ^b	6,48 ^b
Pop.2	3,60 ^{r-w}	4,35 ^{opq}	4,92 ^{mno}	7,12 ^{gh}	11,06 ^c	6,21 ^c
Pop.3	3,48 ^{s-w}	4,53 ^{nop}	5,68 ^{kl}	7,52 ^{fg}	11,65 ^b	6,57 ^b
Pop.4	3,70 ^{r-w}	4,06 ^{p-t}	6,05 ^{jk}	7,86 ^f	12,49 ^a	6,83 ^a
Pop.5	3,14 ^{vw}	3,59 ^{r-w}	4,50 ^{op}	6,39 ^{ij}	10,50 ^{cde}	5,62 ^d
Pop.6	3,36 ^{uvw}	3,96 ^{p-u}	4,84 ^{mno}	6,58 ^{hij}	10,40 ^{de}	5,83 ^d
Pop.7	3,54 ^{r-w}	4,14 ^{pqr}	5,26 ^{lm}	7,06 ^{gh}	10,86 ^{cd}	6,17 ^c
Pop.8	3,40 ^{t-w}	3,80 ^{q-v}	4,85 ^{mno}	6,57 ^{hij}	10,13 ^e	5,75 ^d
Ortalama	3,42 ^e	4,16 ^d	5,07 ^c	6,83 ^b	10,77 ^a	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

Çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresi tuz seviyelerinden önemli şekilde etkilenmiş ve artan tuz seviyeleri çimlenme süresinin uzamasına neden olmuştur (Çizelge 4.4). Kontrol uygulamasında daha kısa sürede çimlenme gerçekleşirken, 20 dS/m tuz seviyesinde en uzun çimlenme süreleri elde edilmiştir. En yüksek tuz seviyesinde, en uzun çimlenme süresi 12,49 gün ile Pop.4'den elde edilirken, en kısa çimlenme süresi 8,10 gün ile Çameli çeşidinde belirlenmiştir. Tuzlar, suyun osmotik potansiyelini arttırarak

tohumlar tarafından alınmasını engellemekte, bu şekilde çimlenme süresinin uzamasına neden olmaktadır. Bulgularımız, çörek otunda artan tuz stresi ile ortalama çimlenme süresinin artış gösterdiği belirlenmiştir. Papastylianou vd. (2018) de benzer sonuçlar elde ettiğini bildirmektedir.

4.1.3. Çimlenme indeksi

İncelenen çörek otu genotiplerinin artan tuz konsantrasyonlarında çimlenme indeksi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	179	2754	-
Genotip (A)	8	160	20,04**
Tuz (B)	4	2479	619,81**
A×B	32	63	1,96**
Hata	135	52	0,38

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi, çimlenme indeksi bakımından genotipler ve tuz konsantrasyonları arasındaki farklılıklar ile genotip × tuz konsantrasyonu interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çimlenme indeksi ortalamaları ve belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksi ortalamaları

Genotip	Tuz konsantrasyonu (dS/m)					Ortalama
	Kontrol	5	10	15	20	
Çameli	17,83 ^a	13,93 ^c	11,03 ^{ij}	8,26 ^{op}	5,28 ^{uvw*}	11,27 ^a
Pop.1	12,74 ^{efg}	10,55 ^{ijk}	9,10 ^{mno}	6,60 ^{rs}	3,70 ^x	8,54 ^e
Pop.2	13,34 ^{cde}	11,99 ^{gh}	10,64 ^{ijk}	6,71 ^{rs}	4,42 ^{wx}	9,42 ^{cd}
Pop.3	13,76 ^{cd}	11,37 ^{ij}	8,82 ^{no}	5,62 ^{tu}	3,81 ^x	8,67 ^e
Pop.4	12,83 ^{d-g}	12,30 ^{fg}	8,17 ^{op}	5,39 ^{tuv}	2,67 ^y	8,27 ^e
Pop.5	16,35 ^b	14,22 ^c	10,96 ^{ij}	7,71 ^{pq}	4,59 ^{vwx}	10,77 ^b
Pop.6	13,96 ^c	12,89 ^{d-g}	10,37 ^{kl}	7,11 ^{qrs}	4,24 ^x	9,71 ^c
Pop.7	13,32 ^{cde}	12,93 ^{d-g}	9,56 ^{lmn}	6,23 st	3,86 ^x	9,18 ^d
Pop.8	13,25 ^{c-f}	13,71 ^{cde}	9,93 ^{klm}	7,35 ^{pqr}	3,88 ^x	9,62 ^c
Ortalama	14,15 ^a	12,65 ^b	9,84 ^c	6,77 ^d	4,05 ^e	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

Çimlenme indeksinin yüksek olması tohum gücünün bir göstergesi olarak değerlendirilmekte ve çimlenme indeksinin yüksek olması istenmektedir. Tuz konsantrasyonlarına göre çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksi kontrol uygulamasında en yüksek, 20 dS/m'de ise en düşük elde edilmiştir. Çameli çeşidinde, 5 dS/m hariç, daha yüksek çimlenme indeksi belirlenmiştir (Çizelge 4.6). 5 dS/m tuz seviyesinde, Pop.4, Pop.7 ve Pop.8'in çimlenme indeksinde önemli bir azalma görülmezken, Pop.1 ve Pop.3'te azalma görülmüştür. Genotiplerin ortalamalarına göre, en yüksek çimlenme indeksinin Çameli çeşidinde olduğu ve bunu Pop.5'in takip ettiği belirlenmiştir. Benzer şekilde, Bourgou vd. (2012)'in çörek otunda yaptığı çalışma da çimlenme indeksinin artan tuz seviyeleriyle azalma gösterdiği belirlenmiş ve sonuçlarımızla uyumlu bulunmuştur.

4.1.4. Çimlenme stres tolerans indeksi

Farklı tuz konsantrasyonlarında incelenen çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	179	230865	-
Genotip (A)	8	1525	190**
Tuz (B)	4	221076	55269**
A×B	32	5160	161**
Hata	135	3103	23

** : %1 düzeyinde önemli

Çörek otunda çimlenme stres indeksi bakımından genotipler ve tuz konsantrasyonları arasındaki farklılıklar ile genotip × tuz konsantrasyonları interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7). Tuz seviyelerine göre çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksi ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.8’ de özetlenmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksi ortalamaları

Genotip	Tuz konsantrasyonu (dS/m)					Ortalama
	Kontrol	5	10	15	20	
Çameli	100,0 ^a	78,8 ^{de}	62,7 ^g	40,8 ^l	15,2 ^{lm*}	59,5 ^b
Pop.1	100,0 ^a	73,7 ^{ef}	63,9 ^g	34,4 ^{ijk}	5,3 ⁿ	55,4 ^c
Pop.2	100,0 ^a	84,7 ^{cd}	74,8 ^e	31,6 ^{jk}	8,9 ^{mn}	60,0 ^b
Pop.3	100,0 ^a	94,4 ^{ab}	67,1 ^{fg}	28,3 ^k	4,7 ⁿ	58,9 ^b
Pop.4	100,0 ^a	97,4 ^{ab}	50,0 ^h	19,0 ^l	1,5 ⁿ	53,6 ^c
Pop.5	100,0 ^a	86,7 ^c	71,4 ^{ef}	35,9 ^{ij}	6,5 ⁿ	60,1 ^b
Pop.6	100,0 ^a	91,6 ^{bc}	75,3 ^e	33,4 ^{ijk}	7,1 ⁿ	61,5 ^{ab}
Pop.7	100,0 ^a	97,2 ^{ab}	73,2 ^{ef}	27,5 ^k	4,6 ⁿ	60,5 ^b
Pop.8	100,0 ^a	100,9 ^a	73,2 ^{ef}	38,4 ^{ij}	7,0 ⁿ	63,9 ^a
Ortalama	100,0 ^a	89,5 ^b	68,0 ^c	32,1 ^d	6,8 ^e	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.05).

Çörek otu genotiplerinin farklı tuz seviyelerindeki çimlenme stres tolerans indeksi incelendiğinde, artan tuz seviyelerinin stres tolerans indeksini azalttığı sadece Pop.8’in 5 dS/m tuz seviyesinde artış tespit edilmiştir. Pop.3, Pop.7 ve Pop.8’in tolerans indeksi, 5 dS/m tuz seviyesine kadar önemli bir azalma göstermemiştir. En yüksek tuz seviyesinde (20 dS/m), Çameli çeşidi 15,2 ile en yüksek çimlenme stres tolerans indeksini vermiştir. Genotiplerin ortalamalarına göre, Pop.8 ve Pop.6 genotipleri diğerlerinden daha yüksek

değerlere sahip olmuştur. Çimlenme stres tolerans indeksi, stres koşullarında tohumların çimlenme kapasitelerinin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Çalışmamızda artan tuz stresiyle birlikte çimlenme stres tolerans indeksi azalmasına rağmen incelenen çörek otu genotiplerinden farklı değerler elde edilmiştir. Benzer bulgular, artan tuz stresiyle çimlenme stres tolerans indeksinin azaldığını ve çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğunu Kagan vd. (2010) mercimek, Kausar vd. (2012) sorgum ve Abdulrahman vd. (2016) buğday bitkilerinde belirlemişlerdir.

4.1.5. Fide boyu

Artan tuz konsantrasyonlarında incelenen çörek otu genotiplerinin fide boyu değerleriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı çörek otu genotiplerinin fide boyu ortalamalarına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	179	1935	-
Genotip (A)	8	43	5,38**
Tuz (B)	4	1827	456,80**
A×B	32	36	1,12**
Hata	135	28	0,21

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi, fide boyu ortalamaları bakımından genotipler ve tuz konsantrasyonları arasındaki farklılıklar ile genotip × tuz konsantrasyonu interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genotiplerin tuz seviyelerindeki fide boyu ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin fide boyu (cm) ortalamaları

Genotip	Tuz konsantrasyonu (dS/m)					Ortalama
	Kontrol	5	10	15	20	
Çameli	8,69 ^c	11,45 ^a	7,97 ^d	4,62 ^l	1,12 ^{p*}	6,77 ^a
Pop.1	6,44 ^{hij}	10,95 ^a	7,25 ^{efg}	4,49 ^{lm}	0,56 ^p	5,94 ^c
Pop.2	8,66 ^c	11,44 ^a	7,33 ^{d-g}	4,03 ^{lmn}	0,87 ^p	6,47 ^b
Pop.3	5,94 ^{jk}	10,02 ^b	6,65 ^{g-j}	3,85 ^{mno}	0,64 ^p	5,42 ^e
Pop.4	6,30 ^{h-k}	9,52 ^b	5,93 ^{jk}	3,28 ^o	0,60 ^p	5,12 ^f
Pop.5	5,64 ^k	9,70 ^b	7,74 ^{de}	3,71 ^{no}	0,91 ^p	5,53 ^{de}
Pop.6	7,00 ^{fgh}	9,73 ^b	6,86 ^{f-1}	3,96 ^{l-o}	0,95 ^p	5,70 ^{cde}
Pop.7	6,22 ^{ijk}	10,05 ^b	6,99 ^{fgh}	3,71 ^{no}	0,79 ^p	5,55 ^{de}
Pop.8	6,13 ^{h-k}	9,76 ^b	7,51 ^{def}	4,07 ^{lmn}	1,28 ^p	5,79 ^{cd}
Ortalama	6,79 ^c	10,2 ^a	7,13 ^b	3,97 ^d	0,86 ^e	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

Çizelge 4.10 incelendiğinde, çörek otu genotiplerinde fide boyu ortalamalarının, artan tuz seviyelerine göre değişim gösterdiği, Kontrole göre 5 dS/m tuz seviyesinde arttığı görülmektedir. Diğer taraftan, 5 dS/m'den daha yüksek dozlarda, fide boyu ortalamaları azalmıştır. Kontrolde en yüksek fide boyu, Çameli ve Pop.2 genotipinde belirlenmiştir. 20 dS/m seviyesinde, en yüksek fide boyu 1,28 cm ile Pop.8'den ve 1,12 cm ile Çameli çeşidinden elde edilmiştir. Aynı zamanda, fide boyunda en düşük yüzde azalma değerine %79,1 ile Pop.8 sahip olmuş ve tuz streslerinden en az etkilenen çörek otu genotipi olduğu belirlenmiştir. Shekari vd. (2000) kolzada ve Ahmadian vd. (2015) çörek otunda düşük tuz dozlarının fide büyümesini teşvik ettiği, ancak yüksek tuz dozlarında ise fide gelişiminin azaldığını belirlemişlerdir. Bulgularımız bu araştırmacıların sonuçlarını destekler niteliktedir.

4.1.6. Fide yaş ağırlığı

Bazı çörek otu genotiplerinin artan tuz konsantrasyonlarında fide yaş ağırlığı verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	179	13036	-
Genotip (A)	8	909	113,6**
Tuz (B)	4	11360	2840,2**
A×B	32	258	8,1**
Hata	135	507	3,8

** : %1 düzeyinde önemli

Çörek otunda fide yaş ağırlığı bakımından genotipler ve tuz konsantrasyonları arasındaki farklılıklar ile genotip × tuz konsantrasyonları interaksiyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Tuz konsantrasyonlarına göre çörek otu genotiplerinden elde edilen fide yaş ağırlık ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.12’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları

Genotip	Tuz konsantrasyonu (dS/m)					Ortalama
	Kontrol	5	10	15	20	
Çameli	31,5 ^c	39,0 ^a	28,3 ^{de}	21,8 ^{h-k}	11,1 ^{mn*}	26,4 ^a
Pop.1	24,8 ^{fgh}	32,2 ^{bc}	21,5 ^{ijk}	19,0 ^k	7,2 ^o	20,9 ^c
Pop.2	27,0 ^{efg}	34,6 ^b	24,8 ^{fgh}	15,8 ^l	8,5 ^{no}	22,2 ^b
Pop.3	24,0 ^{ghl}	31,2 ^{cd}	23,3 ^{hij}	15,4 ^l	8,0 ^o	20,4 ^c
Pop.4	20,7 ^{jk}	27,5 ^{ef}	19,7 ^k	13,4 ^{lm}	6,4 ^o	17,6 ^d
Pop.5	21,1 ^{ijk}	29,4 ^{cde}	24,8 ^{fgh}	16,0 ^l	8,2 ^{no}	19,9 ^c
Pop.6	24,7 ^{fgh}	29,7 ^{cde}	23,2 ^{hij}	16,2 ^l	7,9 ^o	20,4 ^c
Pop.7	23,7 ^{hij}	30,8 ^{cd}	24,0 ^{ghl}	15,1 ^l	7,4 ^o	20,2 ^c
Pop.8	21,9 ^{h-k}	29,4 ^{cde}	23,8 ^{hij}	15,5 ^l	9,1 ^{no}	20,0 ^c
Ortalama	24,4 ^b	31,5 ^a	23,7 ^b	16,5 ^c	8,2 ^d	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.05).

Çörek otu genotiplerinde fide yaş ağırlık ortalamalarının 5 dS/m tuz seviyesinde arttığı görülürken, daha yüksek tuz seviyelerinde fide yaş ağırlık ortalamaları azalmıştır (Çizelge 4.12). Tüm tuz seviyelerinden en yüksek fide yaş ağırlığı Çameli çeşidinden elde edilmiştir. En düşük fide yaş ağırlığı ise Pop.4’de belirlenmiştir. 10 dS/m tuz seviyesinde Pop.2, Pop.3, Pop.4, Pop.6, Pop.7 ve Pop.8’de fide yaş ağırlık ortalamalarında önemli bir azalma görülmezken, Pop.5’in fide yaş ağırlığının arttığı belirlenmiştir. Genotiplerin

ortalamalarına göre, en yüksek fide yaş ağırlığı Çameli (26,4 mg/bitki) çeşidinden elde edilmiştir. Bununla birlikte, fide yaş ağırlığı tuz streslerinden en az etkilenen çörek otu genotipinin %58,4 ile Pop.8 olduğu belirlenmiştir. Tuz stresinde fide boyunun azalmasıyla fide yaş ağırlığının da azaldığı çörek otunda Ahmadian vd. (2015), ayçiçeğinde Altındal ve Altındal (2018) ve şeker otunda Gerami vd. (2017) tarafından belirlenmiştir ve bulgularımızı destekler niteliktedir.

4.1.7. Fide kuru ağırlığı

Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığı değerleriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	179	29,6	-
Genotip (A)	8	5,8	0,73**
Tuz (B)	4	18,2	4,56**
A×B	32	1,9	0,06**
Hata	135	3,6	0,03

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.13'te görüldüğü gibi, fide kuru ağırlık ortalamaları bakımından genotipler ve tuz konsantrasyonları arasındaki farklılıklar ile genotip × tuz konsantrasyonu interaksiyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.14' te özetlenmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları

Genotip	Tuz konsantrasyonu (dS/m)					Ortalama
	Kontrol	5	10	15	20	
Çameli	1,69 ^{h-o}	1,84 ^{g-k}	1,90 ^{f-j}	2,96 ^a	2,75 ^{ab*}	2,23 ^a
Pop.1	1,68 ^{h-o}	1,65 ^{h-p}	1,77 ^{h-m}	2,21 ^{de}	2,24 ^d	1,91 ^c
Pop.2	1,68 ^{h-o}	1,74 ^{h-n}	1,85 ^{g-k}	2,53 ^{bc}	2,31 ^{cd}	2,02 ^b
Pop.3	1,64 ^{i-q}	1,73 ^{h-n}	1,71 ^{h-n}	2,57 ^b	2,51 ^{bc}	2,03 ^b
Pop.4	1,34 ^r	1,37 ^{qr}	1,63 ^{j-q}	2,06 ^{d-g}	1,95 ^{e-h}	1,67 ^e
Pop.5	1,49 ^{m-r}	1,54 ^{l-r}	1,75 ^{h-n}	2,17 ^{def}	2,11 ^{d-g}	1,81 ^{cd}
Pop.6	1,49 ^{n-r}	1,62 ^{j-q}	1,55 ^{d-g}	2,16 ^{def}	2,08 ^{d-g}	1,78 ^d
Pop.7	1,40 ^{pqr}	1,60 ^{k-r}	1,70 ^{h-o}	2,16 ^{def}	1,92 ^{f-i}	1,76 ^{de}
Pop.8	1,40 ^{pqr}	1,42 ^{o-r}	1,52 ^{l-r}	2,13 ^{def}	1,78 ^{h-l}	1,65 ^e
Ortalama	1,53 ^e	1,62 ^d	1,71 ^c	2,33 ^a	2,18 ^b	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

Fide kuru ağırlığı bakımından çörek otu genotipleri tuz seviyelerine farklı tepkiler vermiştir (Çizelge 4.14). Genel olarak çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığı 15 dS/m tuz seviyesine kadar artış göstermiş, 20 dS/m'de ise azalmıştır. Tüm tuz seviyelerinde en yüksek fide kuru ağırlığı Çameli (2,23 ds/m) çeşidinden elde edilmiştir. 20 dS/m tuz seviyesinde en düşük fide kuru ağırlığı 1,78 mg/bitki ile Pop.8 ve 1,92 mg/bitki ile Pop.7'de belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar aspirde Kaya vd. (2003), kolzada Kaya vd. (2005), rezene ve aynısefa bitkilerinde Sedghi vd. (2010) ve ayçiçeğinde Altındal ve Altındal (2018)'in sonuçları ile örtüşmektedir. Tuz stresinin artması fidelerin daha az su almasına, fidedeki su oranının azalmasına ve sonuçta kuru madde miktarının artmasına neden olduğu ve dolayısıyla çörek otunda fide kuru ağırlığını arttığı söylenebilir.

4.1.8. Çıkış yüzdesi

Çörek otu genotiplerinin artan tuz konsantrasyonlarındaki çıkış yüzdeleri ile yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı çörek otu genotiplerinin çıkış yüzdesine ait varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	179	309348	-
Genotip (A)	8	3285	410**
Tuz (B)	4	289642	72410**
A×B	32	10821	338**
Hata	135	5597	41

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.15 incelendiğinde, çıkış yüzdesi bakımından genotipler ve tuz konsantrasyonları arasındaki farklılıklar ile genotip × tuz konsantrasyonu interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.16’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çıkış yüzdesi (%) ortalamaları

Genotip	Tuz konsantrasyonu (dS/m)					Ortalama
	Kontrol	5	10	15	20	
Çameli	89,0 ^{a-d}	85,3 ^{bcd}	57,3 ^f	0,0 ^k	0,0 ^{k*}	46,3 ^{bc}
Pop.1	94,5 ^a	88,5 ^{a-d}	47,3 ^{gh}	0,0 ^k	0,0 ^k	46,1 ^{bc}
Pop.2	91,0 ^{abc}	91,0 ^{abc}	27,5 ⁱ	0,0 ^k	0,0 ^k	42,0 ^{cd}
Pop.3	94,0 ^{ab}	80,5 ^{de}	12,0 ^j	0,0 ^k	0,0 ^k	37,3 ^e
Pop.4	93,5 ^{ab}	82,0 ^{cde}	41,0 ^h	0,0 ^k	0,0 ^k	43,3 ^{bcd}
Pop.5	95,0 ^a	88,0 ^{a-d}	55,0 ^{fg}	0,0 ^k	0,0 ^k	48,0 ^b
Pop.6	97,0 ^a	89,0 ^{a-d}	75,0 ^e	0,0 ^k	0,0 ^k	52,2 ^a
Pop.7	89,5 ^{a-d}	91,0 ^{abc}	15,3 ^j	0,0 ^k	0,0 ^k	39,2 ^{de}
Pop.8	89,5 ^{a-d}	83,5 ^{cde}	41,3 ^h	0,0 ^k	0,0 ^k	42,9 ^{cd}
Ortalama	92,6 ^a	86,5 ^b	41,2 ^c	0,0 ^d	0,0 ^d	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.05).

Çizelge 4.16’da görüldüğü gibi, çörek otu genotiplerinin çıkış yüzdesi artan tuz seviyeleriyle azalmıştır. Kontrol uygulamasında, incelenen çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesi bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir. Pop.1, Pop.2, Pop.5, Pop.6 ve Pop.7’nin çıkış yüzdesinde 5 dS/m tuz seviyesine kadar bir azalış belirlenmemiştir. 10 dS/m tuz seviyesinde, en yüksek çıkış yüzdesi %75,0 ile Pop.6 genotipinden elde edilmiştir. İncelenen çörek otu genotiplerinin hiç birinde 15 ve 20 dS/m

tuz seviyelerinde çıkış tespit edilememiştir. Benzer sonuçlar kolza da çıkış oranının artan NaCl dozları ile azaldığını bildiren Shekari vd. (2000), Zeniali vd. (2002) ve Kaya vd. (2005) ile aspride Kaya vd. (2003) tarafında da belirlenmiştir.

4.1.9. Ortalama çıkış süresi

Artan tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin ortalama çıkış süresi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin ortalama çıkış süresine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	179	4312	-
Genotip (A)	8	7,0	0,87**
Tuz (B)	4	4282	1070,57**
A×B	32	16,6	0,51**
Hata	135	7,0	0,05

** : %1 düzeyinde önemli

Çörek otunun ortalama çıkış süresi bakımından, genotipler ve tuz konsantrasyonları arasındaki farklılıklar ile genotip × tuz konsantrasyonları interaksiyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17). Tuz seviyelerine göre çörek otu genotiplerinden elde edilen ortalama çıkış süresi ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.18’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin ortalama çıkış süresi (gün) ortalamaları

Genotip	Tuz konsantrasyonu (dS/m)					Ortalama
	Kontrol	5	10	15	20	
Çameli	8,51 ^{jk}	9,13 ¹	10,95 ^{cd}	- ^m	- ^{m*}	5,71 ^{cd}
Pop.1	8,38 ^k	9,12 ¹	10,83 ^{cde}	- ^m	- ^m	5,66 ^{cd}
Pop.2	8,69 ^{jk}	9,62 ^{gh}	11,79 ^b	- ^m	- ^m	6,02 ^a
Pop.3	8,74 ^j	10,38 ^f	11,69 ^b	- ^m	- ^m	6,16 ^a
Pop.4	9,15 ¹	9,93 ^g	11,14 ^c	- ^m	- ^m	6,04 ^a
Pop.5	8,67 ^{jk}	9,41 ^{hi}	10,80 ^{cde}	- ^m	- ^m	5,75 ^{bc}
Pop.6	7,71 ¹	9,54 ^h	10,62 ^{ef}	- ^m	- ^m	5,57 ^d
Pop.7	8,54 ^{jk}	9,90 ^g	10,92 ^{cde}	- ^m	- ^m	5,87 ^b
Pop.8	8,50 ^{jk}	9,31 ^{hi}	12,62 ^a	- ^m	- ^m	6,08 ^a
Ortalama	8,53 ^c	9,59 ^b	11,26 ^a	- ^d	- ^d	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$). -: Yeterli çimlenme olmadığı için hesaplanamamıştır.

Çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresi tuz seviyelerinden önemli şekilde etkilenmiş ve artış gösteren tuz seviyeleri, çimlenme süresinin uzamasına neden olmuştur (Çizelge 4.18). Ortalama çıkış süresi bakımından, en kısa süre Kontrol (8,53 gün) uygulamalarında, en uzun süre 10 ds/m (11,26 gün) uygulamalarından elde edilmiştir. 10 dS/m tuz seviyesinde en uzun çimlenme süresi 12,62 gün ile Pop.8’de, en kısa çıkış süresi ise 10,62 gün ile Pop.6’da belirlenmiştir. 15 ve 20 dS/m tuz seviyelerinde bitkiler çıkış yapmadığı için ortalama çıkış süresi hesaplanamamıştır. Tuz stresinde çimlenme süresinin gecikmesine bağlı olarak, ortalama çıkış süresinin de uzadığı söylenebilir.

4.1.10. Çıkış indeksi

İncelenen çörek otu genotiplerinin artan tuz konsantrasyonlarındaki çıkış indeksi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da özetlenmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çıkış indeksine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	179	923,8	-
Genotip (A)	8	20,4	2,55**
Tuz (B)	4	851,8	213,96**
A×B	32	38,1	1,19**
Hata	135	13,5	0,10

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.19 incelendiğinde, çıkış indeksi bakımından genotipler ve tuz konsantrasyonları arasındaki farklılıklar ile genotip × tuz konsantrasyonu interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çıkış indeksi ortalamaları arasındaki farklılıkların önem düzeyini belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.20' de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çıkış indeksi ortalamaları

Genotip	Tuz konsantrasyonu (dS/m)					Ortalama
	Kontrol	5	10	15	20	
Çameli	5,42 ^{abc}	4,78 ^{efg}	2,69 ^j	_ ^p	_ ^{p*}	2,58 ^a
Pop.1	5,79 ^a	4,96 ^b	2,24 ^{kl}	_ ^p	_ ^p	2,59 ^a
Pop.2	5,33 ^{bcd}	4,79 ^{efg}	1,29 ⁿ	_ ^p	_ ^p	2,08 ^{bc}
Pop.3	5,52 ^{abc}	4,39 ^{gh}	0,51 ^o	_ ^p	_ ^p	2,08 ^c
Pop.4	5,19 ^{cde}	4,21 ^h	1,86 ^{lm}	_ ^p	_ ^p	2,25 ^{bc}
Pop.5	5,68 ^{ab}	4,77 ^{efg}	2,58 ^{jk}	_ ^p	_ ^p	2,61 ^a
Pop.6	3,17 ⁱ	2,37 ^{jk}	1,78 ^m	_ ^p	_ ^p	1,46 ^d
Pop.7	5,32 ^{bcd}	4,66 ^{fgh}	0,67 ^o	_ ^p	_ ^p	2,13 ^{bc}
Pop.8	5,30 ^{bcd}	4,57 ^{fgh}	1,66 ^{mn}	_ ^p	_ ^p	2,31 ^b
Ortalama	5,19 ^a	4,39 ^b	1,69 ^c	_ ^d	_ ^d	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.05). -:Yeterli çimlenme olmadığı için hesaplanamamıştır.

Çıkış indeksi yüksek olan tohumlarda, tohum gücünün yüksek olduğu bilinmekte ve stres koşullarında tohumların çıkış indeksinin yüksek olması istenmektedir. Farklı tuz konsantrasyonlarında çörek otu genotiplerinin çıkış indeksi ortalamaları incelendiğinde, Kontrol uygulamasında Pop.1 genotipinden daha yüksek çıkış indeksi elde edildiği

görülmektedir (Çizelge 4.20). 5 dS/m tuz seviyesinde, Çameli, Pop.2 ve Pop.5'in çıkış indeksinde önemli bir azalma görülmezken, Pop.4 ve Pop.6'da azalma görülmüştür. Genotiplerin ortalamalarına göre, en yüksek çıkış indeksinin Çameli, Pop.1 ve Pop.5 genotiplerinde olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular buğday genotiplerinde tuz ve kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisini araştıran Bilgili vd. (2018)'in çıkış indeksi verileriyle uyum göstermektedir.

4.2. Kuraklık Stresi

Bazı çörek otu genotiplerinin farklı kuraklık şiddetlerinde çimlenme ve çıkış performanslarını belirlemek amacıyla incelenen özelliklere ait sonuçlar ayrı başlıklar altında açıklanmıştır.

4.2.1. Çimlenme yüzdesi

Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	143	92957	-
Genotip (A)	8	2785	348**
Kuraklık (B)	3	80142	26714**
A×B	24	6530	272**
Hata	108	3500	32

** : %1 düzeyinde önemli

Çimlenme yüzdesi bakımından genotipler ve kuraklık şiddeti arasındaki farklılıklar ile genotip × kuraklık stresi interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21). Kuraklık şiddetlerine göre çörek otu genotiplerinden elde edilen çimlenme yüzdeleri ve farklılıkların önem düzeyleri Çizelge 4.22' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları

Genotip	Kuraklık stresleri				Ortalama
	Kontrol	-2 bar	-4 bar	-6 bar	
Çameli	94,0 ^{abc}	87,0 ^{b-e}	75,0 ^f	49,3 ^{gh*}	76,3 ^{bc}
Pop.1	83,0 ^c	90,0 ^{a-e}	85,0 ^{de}	37,0 ⁱ	73,7 ^{cd}
Pop.2	91,5 ^{a-d}	95,0 ^a	87,0 ^{b-e}	56,0 ^g	82,4 ^a
Pop.3	90,5 ^{a-e}	90,0 ^{a-e}	86,5 ^{cde}	25,5 ⁱ	73,1 ^{cde}
Pop.4	90,5 ^{a-e}	93,0 ^{abc}	84,5 ^{de}	10,5 ^j	69,6 ^{ef}
Pop.5	94,5 ^{ab}	94,5 ^{ab}	84,0 ^{de}	48,0 ^h	80,3 ^{ab}
Pop.6	89,0 ^{a-e}	89,5 ^{a-e}	86,5 ^{cde}	23,0 ⁱ	72,0 ^{def}
Pop.7	88,5 ^{a-e}	89,0 ^{a-e}	73,5 ^f	34,5 ⁱ	71,4 ^{def}
Pop.8	85,0 ^{de}	96,0 ^a	73,0 ^f	20,5 ⁱ	68,6 ^f
Ortalama	89,6 ^a	91,6 ^a	81,7 ^b	33,8 ^c	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

Çörek otu genotiplerinin kuraklık streslerine farklı tepkiler verdiği görülmektedir (Çizelge 4.22). Kontrolde genotiplerin çimlenme yüzdeleri incelendiğinde, en yüksek değer %94,5 ile Pop.5'den, en düşük ise Pop.1'den (%83,0) elde edilmiştir. Genel olarak, artan kuraklık seviyelerinde çimlenme yüzdesini azalmıştır. Ancak, -2 bar kuraklık şiddetinde çimlenme yüzdesinde önemli bir azalma belirlenmemiştir. -4 bar ve -6 bar seviyelerinde en yüksek çimlenme yüzdesi Pop.2'de sırasıyla %87,0 ve %56,0 olarak elde edilmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar çörek otu popülasyonlarının çimlenme testlerinde su stresinin artmasına bağlı olarak çimlenme yüzdesi azaldığını bildiren Ghamarnia ve Jalili (2013) ve El-Mekawy (2012)'in bulgularıyla uyum göstermektedir.

4.2.2. Ortalama çimlenme süresi

Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresine ait varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	143	998	-
Genotip (A)	8	30	4,0**
Kuraklık (B)	3	892	297,0**
A×B	24	55	2,3**
Hata	108	19	0,2

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.23'te görüldüğü gibi, ortalama çimlenme süresi bakımından genotipler ve kuraklık stresi arasındaki farklılıklar ile genotip × kuraklık stresleri interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ortalama çimlenme süresi bakımından belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.24' te verilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme süresi (gün) ortalamaları

Genotip	Kuraklık stresleri				Ortalama
	Kontrol	-2 bar	-4 bar	-6 bar	
Çameli	3,10 ⁿ	3,38 ^{mn}	5,25 ^k	6,82 ^{fg*}	4,64 ^e
Pop.1	3,45 ^{lmn}	3,61 ^{lmn}	5,86 ⁱⁱ	10,31 ^c	5,80 ^{cd}
Pop.2	3,60 ^{lmn}	3,86 ^{klm}	6,62 ^{fgh}	8,24 ^e	5,58 ^d
Pop.3	3,48 ^{lmn}	4,23 ^k	6,10 ^{hi}	10,99 ^{ab}	6,20 ^{ab}
Pop.4	3,70 ^{klmn}	4,04 ^{kl}	6,11 ^{hi}	11,58 ^a	6,35 ^a
Pop.5	3,14 ⁿ	3,80 ^{klm}	5,46 ^{ij}	9,66 ^{bc}	5,52 ^d
Pop.6	3,36 ^{mn}	3,59 ^{lmn}	5,44 ^{ij}	10,48 ^{bc}	5,72 ^{cd}
Pop.7	3,54 ^{lmn}	3,58 ^{lmn}	6,97 ^f	8,65 ^e	5,68 ^{cd}
Pop.8	3,40 ^{mn}	3,68 ^{k-n}	6,32 ^{ghi}	10,24 ^{cd}	5,91 ^{bc}
Ortalama	3,42 ^d	3,75 ^c	6,01 ^b	9,66 ^a	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.05).

Çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresinin artan kuraklık şiddetleriyle uzadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.24). Kontrol uygulamasında daha kısa sürede çimlenme gerçekleşirken, -6 bar kuraklık şiddetinde en uzun çimlenme süreleri elde edilmiştir. Kontrolde en kısa çimlenme süresi 3,10 gün ile Çameli çeşidinden, en uzun çimlenme süresi ise 3,70 gün ile Pop.4'den elde edilmiştir. En yüksek kuraklık şiddetinde, en uzun çimlenme süresi 11,58 gün ile Pop.4'den elde edilirken, en kısa çimlenme süresi 6,82 gün

ile Çameli çeşidinden elde edilmiştir. Kuraklık stresiyle birlikte tohumların su alımları yavaşlamakta ve ortalama çimlenme süreleri uzamaktadır. Kuraklık stresiyle çimlenme süresinin uzadığı nohutta (Gürbüz vd. 2009), buğdayda (Aydın vd. 2015), ayçiçeğinde (Kaya vd. 2006), asperde (Kaya vd. 2019) belirlenmiştir. Araştırma bulgularımız bu sonuçları destekler nitelikte bulunmuştur.

4.2.3. Çimlenme indeksi

Artan kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	143	3511	-
Genotip (A)	8	99	12,4**
Kuraklık (B)	3	3268	1089,5**
A×B	24	98	4,1**
Hata	108	44	0,4

** : %1 düzeyinde önemli

Çörek otunda çimlenme indeksi bakımından, genotipler ve kuraklık şiddetleri arasındaki farklılıklar ile genotip × kuraklık şiddeti interaksiyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25). Artan kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksi ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.26' da özetlenmiştir.

Çizelge 4.26. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksi ortalamaları

Genotip	Kuraklık stresleri				Ortalama
	Kontrol	-2 bar	-4 bar	-6 bar	
Çameli	17,84 ^a	13,84 ^{cd}	7,92 ^{ij}	4,31 ^{m*}	10,98 ^a
Pop.1	12,74 ^{fg}	12,72 ^{fg}	8,20 ⁱⁱ	1,98 ^{no}	8,91 ^{cde}
Pop.2	13,35 ^{c-f}	12,71 ^{fg}	7,26 ^{jk}	3,79 ^m	9,27 ^c
Pop.3	13,77 ^{cd}	11,29 ^h	7,83 ⁱⁱ	1,09 ^{öp}	8,49 ^{ef}
Pop.4	12,84 ^{ef}	11,89 ^{gh}	7,59 ^{ij}	0,48 ^p	8,19 ^f
Pop.5	16,36 ^b	13,12 ^{cdef}	8,47 ^l	2,71 ⁿ	10,17 ^b
Pop.6	13,97 ^c	13,05 ^{c-f}	8,68 ^l	1,14 ^{np}	9,21 ^{cd}
Pop.7	13,33 ^{c-f}	13,27 ^{c-f}	6,19 ^l	2,29 ⁿ	8,77 ^{de}
Pop.8	13,26 ^{c-f}	13,66 ^{cde}	6,44 ^{kl}	1,05 ^p	8,60 ^{ef}
Ortalama	14,16 ^a	12,84 ^b	7,62 ^c	2,09 ^d	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

Çimlenme indeksinin yüksek olması tohum gücünün bir göstergesi olarak değerlendirilmekte ve çimlenme indeksinin yüksek olması istenmektedir. Farklı kuraklık şiddetinde çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksi ortalamaları incelendiğinde, kontrol uygulamasında Çameli çeşidinden daha yüksek çimlenme indeksi elde edildiği görülmektedir (Çizelge 4.26). Pop.1, Pop.2, Pop.6, Pop.7 ve Pop.8'in çimlenme indeksinde, -2 bar kuraklık seviyesine kadar önemli bir azalma görülmezken, Çameli, Pop.3, Pop.4 ve Pop.5'te çimlenme indeksi -2 bar kuraklık seviyesinde azalmıştır. Genotiplerin ortalamalarına göre, en yüksek çimlenme indeksinin Çameli çeşidinde olduğu ve bunu Pop.5'in takip ettiği belirlenmiştir. Sonuçlarımız, çimlenme indeksinin artan tuz konsantrasyonlarıyla arttığını buğdayda belirleyen Almaghrabi (2012) ve Aydın vd. (2015) ve nohutta belirleyen Gürbüz vd. (2009)'ün sonuçlarını destekler nitelikte bulunmuştur.

4.2.4. Çimlenme stres tolerans indeksi

Bazı çörek otu genotiplerinin farklı kuraklık şiddetlerinde çimlenme stres tolerans indeksi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	143	224533	-
Genotip (A)	8	752	94**
Kuraklık (B)	3	217322	72440**
A×B	24	4576	190**
Hata	108	1880	17

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.27’de görüldüğü gibi, çimlenme stres tolerans indeksi bakımından genotipler ve kuraklık şiddetleri arasındaki farklılıklar ile genotip × kuraklık şiddeti interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen bu farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.28’ de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksi ortalamaları

Genotip	Kuraklık stresleri				Ortalama
	Kontrol	-2 bar	-4 bar	-6 bar	
Çameli	100,0 ^{bc}	80,6 ^f	38,9 ^{ijk}	16,6 ^{l*}	59,0 ^c
Pop.1	100,0 ^{bc}	105,9 ^a	56,6 ^g	4,2 ^{no}	66,7 ^{ab}
Pop.2	100,0 ^{bc}	98,2 ^{bc}	39,9 ^{ijk}	14,1 ^{lm}	63,0 ^b
Pop.3	100,0 ^{bc}	100,1 ^{abc}	51,3 ^{gh}	0,9 ^p	63,0 ^b
Pop.4	100,0 ^{bc}	99,9 ^{bc}	43,9 ⁱⁱ	0,2 ^o	61,0 ^{bc}
Pop.5	100,0 ^{bc}	86,9 ^e	48,1 ^{hi}	5,0 ^{no}	60,0 ^c
Pop.6	100,0 ^{bc}	90,1 ^{de}	52,6 ^{gh}	1,3 ^o	60,9 ^{bc}
Pop.7	100,0 ^{bc}	95,5 ^{cd}	33,4 ⁱ	8,3 ^{mn}	59,3 ^c
Pop.8	100,0 ^{bc}	102,6 ^{ab}	36,7 ^{jk}	1,0 ^p	60,1 ^c
Ortalama	100,0 ^a	95,5 ^b	44,6 ^c	5,7 ^d	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.05).

Çörek otu genotiplerinin artan kuraklık şiddetlerindeki çimlenme stres tolerans indeksi değerleri incelendiğinde, artan kuraklık şiddetlerinin stres tolerans indeksini azalttığı görülmektedir (Çizelge 4.28). Pop.1, Pop.3 ve Pop.8’in stres tolerans indeksi -2 bar kuraklık seviyesinde artış göstermiştir. Pop.2 ve Pop.4’ün stres tolerans indeksi -2 bar kuraklık seviyesinde önemli bir azalma belirlenmemiştir. En yüksek kuraklık seviyesinde (-6 bar), Çameli çeşidi %16,6 ile, Pop.2 ise %14,1 ile en yüksek çimlenme stres tolerans indeksini vermiştir. Benzer sonuçlar ayçiçeğinde (Ahmad vd. 2009) ve buğdayda (Zarei

vd. 2007) belirlenmiş, artan kuraklık stresi çimlenme stres tolerans indeksinin azalmasına neden olmuştur.

4.2.5. Fide boyu

Artan kuraklık şiddetinde çörek otu genotiplerinin fide boyu verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.29. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide boyuna ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	107	1050,47	-
Genotip (A)	8	13,24	1,66**
Kuraklık (B)	2	963,86	481,93**
A×B	16	47,50	2,97**
Hata	81	25,86	0,32

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.29'da incelendiğinde, fide boyu bakımından genotipler ve kuraklık şiddetleri arasındaki farklılıklar ile genotip × kuraklık şiddeti interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide boyu ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.30' da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide boyu (cm) ortalamaları

Genotip	Kuraklık stresleri			Ortalama	% Azalma
	Kontrol	-2 bar	-4 bar		
Çameli	8,69 ^{cde}	9,90 ^a	1,68 ^{ij*}	6,76 ^a	80,6
Pop.1	6,45 ^{fg}	9,47 ^{a-d}	1,49 ^j	5,80 ^{bc}	76,8
Pop.2	8,66 ^{cde}	8,83 ^{b-e}	1,42 ^j	6,30 ^{ab}	83,6
Pop.3	5,94 ^g	8,56 ^{de}	2,31 ^{hij}	5,60 ^c	61,1
Pop.4	6,30 ^{fg}	8,79 ^{b-e}	2,37 ^{hi}	5,82 ^{bc}	62,3
Pop.5	5,64 ^g	9,57 ^{abc}	2,40 ^{hi}	5,87 ^{bc}	57,4
Pop.6	6,97 ^f	8,38 ^e	3,10 ^h	6,15 ^b	55,5
Pop.7	6,22 ^{fg}	9,15 ^{a-e}	1,52 ^{ij}	5,63 ^c	75,5
Pop.8	6,13 ^{f-g}	9,63 ^{ab}	1,44 ^j	5,80 ^{bc}	76,5
Ortalama	6,79 ^b	9,14 ^a	1,97 ^c	-	

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

Çizelge 4.30'da görüldüğü gibi, çörek otu genotiplerinin fide boyu ortalamaları -2 bar kuraklık şiddetinde artarken, -4 bar'da önemli şekilde azalmıştır. Kontrol grubunda çörek otu genotipleri arasında en uzun fide Çameli çeşidinden (8,69 cm) ve Pop.2'den (8,66 cm) elde edilmiştir. -2 bar kuraklık şiddetinde en yüksek fide boyu 9,90 cm ile Çameli çeşidinde belirlenmiş, bunu 9,63 cm ile Pop.8, 9,57 cm ile Pop.5 izlemiştir. -4 bar seviyesinde ise en uzun fide boyu 3,10 cm ile Pop.6'dan elde edilirken, en kısa fide 1,42 cm ile Pop.2'de ölçülmüştür. Ayrıca, fide boyu kuraklık streslerinden en az etkilenen çörek otu genotipinin Pop.6 olduğu ve fide boyunda %55,5 oranında bir azalmanın olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, kuraklığın fide boyunu azalttığı susamda (Orruno ve Morgan, 2007; Boureima vd. 2011) ve bezelyede (Okçu vd. 2005) yapılan çalışmalarla belirlenmiştir.

4.2.6. Fide yaş ağırlığı

İncelenen çörek otu genotiplerinin artan kuraklık şiddetlerinde fide yaş ağırlığı verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığı ortalamalarına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	107	9213	-
Genotip (A)	8	303	37,9**
Kuraklık (B)	2	8519	4259,5**
A×B	16	217	13,5**
Hata	81	174	2,2

** : %1 düzeyinde önemli

Çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığı kuraklık şiddetlerinden önemli şekilde etkilenmiştir (Çizelge 4.31). Fide yaş ağırlığı bakımından genotipler ve kuraklık şiddetleri arasındaki farklılıklar ile genotip × kuraklık şiddeti interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Fide yaş ağırlığı bakımından elde edilen ortalamalar ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.32’ de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlık (mg/bitki) ortalamaları

Genotip	Kuraklık stresleri			Ortalama	% Azalma
	Kontrol	-2 bar	-4 bar		
Çameli	31,5 ^a	25,9 ^{bc}	5,2 ^{1*}	20,9 ^a	83,4
Pop.1	24,8 ^{cd}	21,9 ^{efg}	4,4 ¹	17,1 ^c	82,2
Pop.2	27,1 ^b	23,6 ^{cde}	4,3 ¹	18,3 ^b	84,1
Pop.3	24,0 ^{cde}	22,2 ^{ef}	4,5 ¹	16,9 ^c	81,2
Pop.4	20,8 ^{fg}	19,6 ^{gh}	3,8 ¹	14,7 ^d	81,7
Pop.5	21,2 ^{fg}	22,5 ^{def}	5,3 ¹	16,3 ^c	75,0
Pop.6	24,8 ^{cd}	18,3 ^h	5,1 ¹	16,1 ^c	79,4
Pop.7	23,7 ^{cde}	21,1 ^{fg}	4,2 ¹	16,3 ^c	82,2
Pop.8	21,9 ^{efg}	21,9 ^{efg}	3,5 ¹	15,8 ^{cd}	84,0
Ortalama	24,4 ^a	21,9 ^b	4,5 ^c	-	

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.05).

Çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığı, artan kuraklık şiddetleriyle azalmıştır (Çizelge 4.32). Kontrolde en yüksek fide yaş ağırlığı 31,5 mg/bitki ile Çameli çeşidinden, en düşük değer ise 20,8 mg/bitki ile Pop.4’den elde edilmiştir. Pop.3, Pop.4, Pop.5 ve Pop.8’in fide yaş ağırlığı -2 bar kuraklık şiddetinde önemli bir azalış göstermemiş, Pop.1, Pop.2, Pop.6 ve Pop.7’de fide yaş ağırlığı -2 bar kuraklık seviyesinde azalmıştır. -4 bar kuraklık şiddetinde en yüksek fide yaş ağırlığı 5,3 mg/bitki ile Pop.5’den elde edilirken,

Çameli çeşidi 5,2 mg/bitki ile 2. sırada yer almıştır. Fakat, incelenen genotipler arasında Pop.5'in kuraklık nedeniyle fide yaş ağırlığı %75,0 ile en az düşen genotip olmuştur. Kuraklık stresiyle birlikte buğdayda (Okursoy, 2006; Rauf vd. 2007), bezelyede (Okçu vd. 2005) ve mürdümükte (Aslan ve Atış, 2018) fidelerin yaş ağırlığının azaldığı belirtilmiştir. Denememizden elde ettiğimiz bulgular bu araştırmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir.

4.2.7. Fide kuru ağırlığı

Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlık ortalamaları ile yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Çizelge 4.33. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	107	24,32	-
Genotip (A)	8	3,86	0,48**
Kuraklık (B)	2	18,38	9,19**
A×B	16	0,85	0,05**
Hata	81	1,22	0,02

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.33'te görüldüğü gibi, fide kuru ağırlığı bakımından genotipler ve kuraklık şiddetleri arasındaki farklılıklar ile genotip × kuraklık şiddeti interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Fide kuru ağırlığı ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.34' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.34. Farklı kuraklık şiddetlerinde çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlık (mg/bitki) ortalamaları

Genotip	Kuraklık stresleri			Ortalama
	Kontrol	-2 bar	-4 bar	
Çameli	1,69 ^{e-h}	2,05 ^d	3,04 ^{a*}	2,26 ^a
Pop.1	1,68 ^{e-h}	1,70 ^{efg}	2,61 ^b	1,99 ^b
Pop.2	1,68 ^{e-h}	1,84 ^e	2,67 ^b	2,07 ^b
Pop.3	1,64 ^{f-1}	1,80 ^{ef}	2,76 ^b	2,07 ^b
Pop.4	1,34 ^k	1,47 ^{ijk}	2,14 ^d	1,65 ^e
Pop.5	1,49 ^{h-k}	1,48 ^{h-k}	2,34 ^c	1,77 ^{cd}
Pop.6	1,49 ^{h-k}	1,62 ^{f-1}	2,20 ^{cd}	1,76 ^{cd}
Pop.7	1,40 ^{jk}	1,58 ^{g-1}	2,20 ^{cd}	1,73 ^{de}
Pop.8	1,40 ^{jk}	1,76 ^{efg}	2,37 ^c	1,84 ^c
Ortalama	1,53 ^c	1,70 ^b	2,48 ^a	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

Çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığı, artan kuraklık şiddetleriyle artmıştır (Çizelge 4.34). Tüm kuraklık şiddetlerinde en yüksek fide kuru ağırlığı Çameli çeşidinden elde edilmiştir. -4 bar kuraklık şiddetinde sırasıyla Pop.3, Pop.2 ve Pop.1 Çameli çeşidini takip eden popülasyonlar olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar buğdayda tuz stresi çalışmış Gonzalez vd. (2005) ile Rauf vd. (2007)'nin bulgularını desteklemektedir.

4.3. Düşük sıcaklık stresi

Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme ve çıkış performanslarını belirlemek amacıyla incelenen özelliklere ait sonuçlar ayrı başlıklar altında açıklanmıştır.

4.3.1. Çimlenme yüzdesi

Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.35. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	107	3394	-
Genotip (A)	8	1230	153**
Sıcaklık (B)	2	130	65**
A×B	16	402	25
Hata	81	1631	20

** : %1 düzeyinde önemli

Çimlenme yüzdesi bakımından çörek otu genotipleri ve düşük sıcaklık stresleri arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.35). Düşük sıcaklık testlerinde çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesi ortalamaları ve ortalamaların farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.36' da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları

Genotip	Sıcaklık			Ortalama
	Kontrol (20°C)	Serin test (18°C)	Soğuk test (10°C)	
Çameli	94,5	91,0	87,5	90,8 ^{bc*}
Pop.1	83,0	82,5	85,5	83,7 ^d
Pop.2	91,5	96,0	94,0	93,8 ^{ab}
Pop.3	90,5	94,0	90,0	91,5 ^{abc}
Pop.4	90,5	97,0	95,0	94,2 ^{ab}
Pop.5	94,5	95,0	96,5	95,3 ^a
Pop.6	89,0	90,0	96,0	91,7 ^{abc}
Pop.7	88,5	92,0	94,0	91,5 ^{ab}
Pop.8	85,0	87,0	91,0	87,7 ^c
Ortalama	89,6 ^b	91,6 ^{ab}	92,2 ^a	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

Çizelge 4.36'da görüldüğü gibi, optimum çimlenme koşulunda (20°C) çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesi arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir. Serin ve soğuk test koşullarında da çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesinde önemli değişim tespit edilmemiştir. Sıcaklıkların ortalamaları incelendiğinde, soğuk test koşullarında ortalama çimlenme yüzdesinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Çörek otu genotiplerinin ortalamalarına göre ise Pop.5 %95,3 ile en yüksek değere sahip olurken,

bunu sırasıyla Pop.4 (%94,2), Pop.2 (%93,8) ve Pop.6 (%91,7) takip etmiştir. Benzer bulgular kolzada düşük sıcaklıkta çimlenmenin yavaşladığını ve sonuçta çimlenme yüzdesinin azaldığını bildiren Nykiforuk ve Johnson-Flanagan (1994) ve pamukta Krzyzanowski ve Delouche (2011) tarafından da elde edilmiştir.

4.3.2. Ortalama çimlenme süresi

Çörek otu genotiplerinin düşük sıcaklık stresinde ortalama çimlenme süresi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.37. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	107	390,1	-
Genotip (A)	8	4,4	0,55**
Sıcaklık (B)	2	380,8	190,39**
A×B	16	2,2	0,14**
Hata	81	2,7	0,03

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.37’de görüldüğü gibi, ortalama çimlenme süresi bakımından çörek otu genotipleri ve düşük sıcaklık stresleri arasındaki farklılıklar ile genotip × düşük sıcaklık interaksiyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.38. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme süresi (gün) ortalamaları

Genotip	Sıcaklık			Ortalama
	Kontrol (20°C)	Serin test (18°C)	Soğuk test (10°C)	
Çameli	3,10 ^l	3,53 ^{hij}	7,79 ^{ab*}	4,80 ^b
Pop.1	3,45 ^{hij}	4,31 ^{f-l}	7,69 ^{abc}	5,15 ^a
Pop.2	3,60 ^{hi}	3,56 ^{hi}	7,50 ^{cd}	4,88 ^b
Pop.3	3,48 ^{hij}	3,62 ^{hi}	7,47 ^{cd}	4,86 ^b
Pop.4	3,70 ^h	3,98 ^g	7,92 ^a	5,20 ^a
Pop.5	3,14 ^{kl}	3,24 ^{ijkl}	7,05 ^e	4,48 ^c
Pop.6	3,36 ^{i-l}	3,42 ^{h-k}	7,44 ^{cd}	4,74 ^b
Pop.7	3,54 ^{hi}	3,57 ^{hi}	7,53 ^{bcd}	4,88 ^b
Pop.8	3,41 ^{h-l}	3,65 ^{h-l}	7,25 ^{de}	4,77 ^b
Ortalama	3,42 ^c	3,65 ^a	7,51 ^b	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

Çörek otu genotiplerinin ortalama çimlenme süresi düşük sıcaklıklardan önemli şekilde etkilenmiş ve beklendiği şekilde azalan sıcaklık çimlenme süresinin uzamasına neden olmuştur (Çizelge 4.38). Optimum çimlenme sıcaklığında en kısa sürede çimlenme 3,10 gün ile Çameli ve 3,14 gün ile Pop.5'den elde edilmiştir. Serin testte, Pop.5 3,24 gün ile en kısa sürede çimlenen genotip olmuştur. Soğuk test koşullarında da Pop.5'in çimlenme süresi en kısa olan genotip olduğu, bunu sırasıyla Pop.8 (7,25 gün) ve Pop.6'nın (7,44 gün) takip ettiği belirlenmiştir. Düşük sıcaklıkta tohumların başta solunum olmak üzere fizyolojik aktiviteleri yavaşlamakta, su alımları da sınırlandırılmaktadır. Bu nedenle çimlenme süresi uzamaktadır. Çörek otunda da benzer bir sonuç elde edilmiştir. Ortalama çimlenme süresinin düşük sıcaklıklarda uzadığını kolza tohumlarında Nykiforuk ve Johnson-Flanagan (1994) tarafından da belirlenmiştir.

4.3.3. Çimlenme indeksi

Düşük sıcaklık stresinde incelenen çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.39'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.39. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	107	1551	-
Genotip (A)	8	112	14,1**
Sıcaklık (B)	2	1327	663,8**
A×B	16	69	4,3**
Hata	81	41	0,5

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.39 incelendiğinde, çimlenme indeksi bakımından genotipler ve düşük sıcaklık stresleri arasındaki farklılıklar ile genotip × düşük sıcaklık interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sıcaklık streslerine göre çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksi ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.40' da verilmiştir.

Çizelge 4.40. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme indeksi ortalamaları

Genotip	Sıcaklık			Ortalama
	Kontrol (20°C)	Serin test (18°C)	Soğuk test (10°C)	
Çameli	17,84 ^a	14,78 ^{cd}	5,70 ^{k*}	12,77 ^a
Pop.1	12,74 ^{fgh}	9,92 ⁱ	5,98 ^{jk}	9,54 ^d
Pop.2	13,35 ^{efg}	12,12 ^h	5,78 ^k	10,42 ^c
Pop.3	13,77 ^{def}	13,69 ^{def}	6,39 ^{jk}	11,28 ^b
Pop.4	12,84 ^{e-h}	12,70 ^{fgh}	6,05 ^{jk}	10,53 ^c
Pop.5	16,36 ^b	15,14 ^c	7,07 ^j	12,86 ^a
Pop.6	13,97 ^{de}	13,70 ^{def}	6,57 ^{jk}	11,41 ^b
Pop.7	13,33 ^{efg}	13,44 ^{efg}	6,31 ^{jk}	11,02 ^{bc}
Pop.8	13,26 ^{e-h}	12,34 ^{gh}	6,37 ^{jk}	10,65 ^c
Ortalama	14,2 ^a	13,1 ^c	6,24 ^b	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.05).

Stres koşullarında çeşitlerin çimlenme indeksinin yüksek olması, o strese karşı çeşidin toleransının yüksek olduğunun bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Kontrol sıcaklığında (20°C) Çameli çeşidinin en yüksek çimlenme indeksini (17,84) verdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.40). Pop.5'in de Çameli çeşidine yakın bir çimlenme indeksine sahip olduğu görülmektedir. Serin test koşullarında Pop.5'in 15,14 ile en yüksek çimlenme indeksine sahip olduğu, Çameli çeşidi ise bu popülasyonu takip etmiştir. Soğuk testte ise,

Pop.5'in çimlenme indeksi 7,07 ile en yüksek iken, bunu sırasıyla Pop.6, Pop.8 ve Pop.7 izlemiştir.

4.3.4. Çimlenme stres tolerans indeksi

Bazı çörek otu genotiplerinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme stres tolerans indeksi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.41'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.41. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	107	144961	-
Genotip (A)	8	1599	199**
Sıcaklık (B)	2	139820	69910**
A×B	16	2397	149**
Hata	81	1144	14

** : %1 düzeyinde önemli

Çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksi bakımından genotipler ve düşük sıcaklık stresleri arasındaki farklılıklar ile genotip × düşük sıcaklık interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.41). Farklı sıcaklıklarda çörek otu genotiplerinde hesaplanan çimlenme stres tolerans indeks değerleri ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.42' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.42. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çimlenme stres tolerans indeksi ortalamaları

Genotip	Sıcaklık			Ortalama
	Kontrol (20°C)	Serin test (18°C)	Soğuk test (10°C)	
Çameli	100,0 ^b	81,7 ^e	13,6 ^{g*}	65,1 ^d
Pop.1	100,0 ^b	78,0 ^e	22,3 ^f	66,8 ^d
Pop.2	100,0 ^b	89,9 ^d	20,8 ^f	70,3 ^c
Pop.3	100,0 ^b	113,7 ^a	23,2 ^f	78,9 ^a
Pop.4	100,0 ^b	100,8 ^b	18,1 ^{fg}	72,9 ^{bc}
Pop.5	100,0 ^b	91,3 ^{cd}	23,6 ^f	71,6 ^{bc}
Pop.6	100,0 ^b	96,7 ^{bc}	21,9 ^f	72,8 ^{bc}
Pop.7	100,0 ^b	100,3 ^b	21,5 ^f	73,9 ^b
Pop.8	100,0 ^b	96,4 ^{bc}	23,8 ^f	73,4 ^{bc}
Ortalama	100,0 ^a	94,3 ^b	20,9 ^c	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

Çörek otu genotiplerinin farklı sıcaklık seviyelerindeki çimlenme stres tolerans indeksi incelendiğinde, azalan sıcaklık seviyelerinde stres tolerans indeksini azaldığı görülmektedir (Çizelge 4.42). Serin testte, Pop.3 genotipinin stres tolerans indeksi artış göstermiştir. Pop.4 ve Pop.7'nin tolerans indeksinde de önemli bir azalma belirlenmemiştir. En düşük tolerans indeksi Pop.1 (78,0)'den elde edilmiştir. Soğuk testte ise, Çameli çeşidi (13,6) en düşük çimlenme stres tolerans indeksini verirken, Pop.8'den en yüksek değer (23,8) elde edilmiştir.

4.3.5. Fide boyu

Farklı sıcaklıklarda incelenen çörek otu genotiplerinin fide boyu verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.43. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin fide boyuna ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	107	175	-
Genotip (A)	8	74	9,26**
Sıcaklık (B)	2	8,91	4,45**
A×B	16	61	3,87**
Hata	81	30,9	0,38

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.43’de incelendiğinde, fide boyu ortalamaları bakımından genotipler ve sıcaklık stresleri arasındaki farklılıklar ile genotip × sıcaklık stresleri etkileşimi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.44’ de verilmiştir.

Çizelge 4.44. Düşük sıcaklık streslerinde çörek otu genotiplerinin fide boyu (cm) ortalamaları

Genotip	Sıcaklık			Ortalama	% Azalma
	Kontrol (20°C)	Serin test (18°C)	Soğuk test (10°C)		
Çameli	8,69 ^a	6,95 ^{bcd}	4,81 ^{gh1*}	6,82 ^{bc}	20,02
Pop.1	6,44 ^{b-f}	7,48 ^b	7,35 ^b	7,09 ^b	+16,15
Pop.2	8,66 ^a	7,23 ^{bcd}	7,32 ^{bc}	7,74 ^a	16,51
Pop.3	5,94 ^{ef}	4,81 ^{gh1}	7,06 ^{bcd}	5,94 ^d	19,02
Pop.4	6,30 ^{c-f}	4,76 ^{gh1}	4,52 ¹	5,20 ^e	24,44
Pop.5	5,64 ^{fg}	4,92 ^{gh1}	4,60 ^{h-1}	5,10 ^e	12,77
Pop.6	6,97 ^{bcd}	7,00 ^{bcd}	6,68 ^{b-e}	6,88 ^{bc}	+0,43
Pop.7	6,22 ^{def}	5,72 ^{efg}	7,31 ^{bc}	6,42 ^{cd}	8,03
Pop.8	6,31 ^{c-f}	7,49 ^b	5,57 ^{fgh}	6,46 ^{cd}	+18,70
Ortalama	6,80 ^a	6,26 ^b	6,14 ^b	-	

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.05).

Çörek otu genotiplerinin optimum koşullardaki fide boyu ortalamaları incelendiğinde, en yüksek fide boyu 8,69 cm ile Çameli çeşidinden ve 8,66 cm ile Pop.2’den elde edilmiştir (Çizelge 4.44). Serin testte en uzun fide boyu 7,49 cm ile Pop.8’de belirlenmiş, bunu Pop.1 ve Pop.2 izlemiştir. Soğuk testte ise genotipler arasında fide boyu ortalamaları bakımından en uzun fide 7,35 cm ile Pop.1’de olduğu ve bunu Pop.2 ve Pop.7’nin takip ettiği belirlenmiştir. Ayrıca, fide boyu düşük sıcaklıklarda en az

etkilenen çörek otu genotiplerinin Pop.8, Pop.1 ve Pop.6 olduğu belirlenmiştir. Benzer bulgular ayçiçeğinde Ali (2011) ve biberde Kaya vd. (2010) tarafından da bulunmuştur.

4.3.6. Fide yaş ağırlığı

Farklı sıcaklıklarda çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığı verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.45’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.45. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	107	1182	-
Genotip (A)	8	632	79,08**
Sıcaklık (B)	2	16	8,14
A×B	16	151	9,46*
Hata	81	381	4,72

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.45’de görüldüğü gibi, fide yaş ağırlığı bakımından genotipler arasındaki farklılıklar %1 genotip × düşük sıcaklık interaksyonu düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.46’da verilmiştir.

Çizelge 4.46. Düşük sıcaklık streslerinde çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları

Genotip	Sıcaklık			Ortalama	% Azalma
	Kontrol (20°C)	Serin test (18°C)	Soğuk test (10°C)		
Çameli	31,5 ^a	27,1 ^{ab}	24,9 ^{b-f*}	27,8 ^a	13,9
Pop.1	24,9 ^{b-f}	26,1 ^{a-d}	25,0 ^{b-e}	25,3 ^{ab}	+4,8
Pop.2	26,3 ^{abc}	26,2 ^{a-d}	26,7 ^{abc}	26,4 ^a	0,4
Pop.3	24,0 ^{b-g}	21,9 ^{e-1}	23,7 ^{b-g}	23,2 ^{cd}	8,8
Pop.4	20,7 ^{gh1}	18,9 ^{ij}	16,6 ^j	18,7 ^e	8,7
Pop.5	21,2 ^{f-1}	24,3 ^{b-g}	19,8 ^{h-1}	21,8 ^d	+14,6
Pop.6	24,8 ^{b-f}	24,0 ^{b-g}	24,0 ^{b-g}	24,2 ^{bc}	3,2
Pop.7	24,0 ^{b-g}	22,6 ^{abc}	26,6 ^{b-g}	24,4 ^{bc}	5,8
Pop.8	21,9 ^{e-1}	23,1 ^{c-h}	21,1 ^{f-1}	22,1 ^d	+5,5
Ortalama	24,1	23,8	23,2	-	

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.05).

Çörek otu genotiplerinin fide yaş ağırlığı düşük sıcaklık seviyelerinden önemli şekilde etkilenmiş ve azalan sıcaklık fide yaş ağırlığının düşmesine neden olmuştur (Çizelge 4.46). Kontrol koşullarında en yüksek yaş ağırlık 31,5 mg/bitki ile Çameli çeşidinden elde edilmiş, en düşük değer ise 20,7 mg/bitki ile Pop.4'de belirlenmiştir. Benzer şekilde, serin testte de Çameli çeşidi en yüksek fide yaş ağırlığını (27,1 mg/bitki) verirken, Pop.4 en düşük yaş ağırlığa sahip genotip olmuştur. Soğuk testte ise, Pop.2 ve Pop.7 diğer genotiplere göre daha yüksek fide yaş ağırlığı değerleri vermiştir. Bununla birlikte, Pop.5, Pop.8 ve Pop.1'in fide yaş ağırlıkları düşük sıcaklık streslerinden daha az etkilenmiş ve diğer çeşitlerle karşılaştırıldığında, fide yaş ağırlığında azalma tespit edilmemiştir.

4.3.7. Fide kuru ağırlığı

Farklı sıcaklıklarda çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığı verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.47'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.47. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	107	5,24	-
Genotip (A)	8	3,43	0,43**
Sıcaklık (B)	2	0,18	0,09**
A×B	16	0,81	0,05**
Hata	81	0,81	0,01

** : %1 düzeyinde önemli

Çörek otunda fide kuru ağırlığı bakımından genotipler ve düşük sıcaklık stresleri arasındaki farklılıklar ile genotip × düşük sıcaklık interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.47). Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.48'de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Düşük sıcaklık streslerinde çörek otu genotiplerinin fide kuru ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları

Genotip	Sıcaklık			Ortalama
	Kontrol (20°C)	Serin test (18°C)	Soğuk test (10°C)	
Çameli	1,69 ^{bc}	1,82 ^b	2,15 ^{a*}	18,8 ^a
Pop.1	1,68 ^{bc}	1,69 ^{bc}	1,60 ^{cde}	16,6 ^b
Pop.2	1,68 ^{bc}	1,61 ^{cde}	1,45 ^{e-1}	15,8 ^b
Pop.3	1,64 ^{cd}	1,68 ^{bc}	1,55 ^{c-f}	16,2 ^b
Pop.4	1,34 ^{h-k}	1,31 ¹⁻¹	1,20 ^{kl}	12,8 ^e
Pop.5	1,49 ^{de}	1,51 ^{d-g}	1,35 ^{g-k}	14,5 ^c
Pop.6	1,49 ^{d-h}	1,45 ^{e-1}	1,28 ^{ijkl}	14,0 ^{cd}
Pop.7	1,40 ^{f-j}	1,51 ^{d-h}	1,35 ^{ijkl}	14,2 ^c
Pop.8	1,40 ^{f-j}	1,39 ^{f-j}	1,18 ^l	13,2 ^{de}
Ortalama	1,53 ^a	1,55 ^a	1,46 ^b	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.05).

Genel olarak çörek otu genotiplerinin kuru ağırlığı serin testte (18°C) artış göstermiş, 10°C sıcaklıkta ise azalmıştır (Çizelge 4.48). Tüm sıcaklık seviyelerinde en yüksek fide kuru ağırlığı Çameli çeşidinden elde edilmiştir. En düşük fide kuru ağırlık değerleri ise Pop.4'de belirlenmiştir.

4.3.8. Çıkış yüzdesi

Farklı sıcaklıklarda çörek otu genotiplerinin çıkış yüzdesi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.49'da verilmiştir.

Çizelge 4.49. Düşük sıcaklık stresinde çörek otu genotiplerinin çıkış yüzdesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	71	37135	-
Sıcaklık (A)	1	20334	23334**
Çeşit (B)	8	2319	289
A×B	8	3078	384
Hata	54	11403	211

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.49'da görüldüğü gibi, çıkış yüzdesi bakımından genotipler arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Düşük sıcaklıkta çörek otu genotiplerinin

çıkış yüzdesi ortalamaları ve ortalamaların farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.50'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.50. Düşük sıcakta çörek otu genotiplerinin çıkış yüzdesi (%) ortalamaları

Genotip	Sıcaklık		Ortalama
	20°C	18°C	
Çameli	89,0	58,5	73,8
Pop.1	94,5	37,0	65,8
Pop.2	91,0	69,5	80,3
Pop.3	94,0	38,5	66,3
Pop.4	93,5	70,0	81,8
Pop.5	95,0	60,5	77,8
Pop.6	97,0	64,0	80,5
Pop.7	89,5	69,0	79,3
Pop.8	89,5	63,5	76,5
Ortalama	92,6 ^a	58,9 ^b	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.05).

Çizelge 4.50'de görüldüğü gibi, çörek otu genotiplerinin çıkış yüzdesi düşük sıcaklıktan önemli şekilde etkilenmiş ve azalan sıcaklık çıkış yüzdesinin düşmesine neden olmuştur. Kontrol uygulamasında çıkış yüzdesi %92,6 iken, 15°C sıcaklıkta %58,9 olarak gerçekleşmiştir. Düşük sıcaklıkta en yüksek çıkış yüzdesi (%70,0) ile Pop.4'den elde edilirken, bunu Pop.2 ve Pop.7 takip etmiştir. Elde edilen veriler ayçiçeğinde Ali (2011)'in sonuçları ile uyum göstermektedir.

4.3.9. Ortalama çıkış süresi

Düşük sıcaklık stresinde bazı çörek otu genotiplerinin ortalama çıkış süresi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.51'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.51. Düşük sıcaklıkta çörek otu genotiplerinin ortalama çıkış süresine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	71	297,8	-
Sıcaklık (A)	1	287,8	287,8**
Çeşit (B)	8	4,4	0,5**
A×B	8	1,9	0,2**
Hata	54	3,8	0,1

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.51’de görüldüğü gibi, ortalama çıkış süresi bakımından genotipler ve çıkış sıcaklıkları arasındaki farklılıklar ile genotip × sıcaklık interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.52’de verilmiştir.

Çizelge 4.52. Düşük sıcaklıklarda çörek otu genotiplerinin ortalama çıkış süresine (gün) ilişkin ortalamaları

Genotip	Sıcaklık		Ortalama
	20°C	18°C	
Çameli	8,51 ^e	12,20 ^{c*}	10,36 ^e
Pop.1	8,38 ^e	12,54 ^{abc}	10,46 ^{cde}
Pop.2	8,69 ^e	12,63 ^{ab}	10,77 ^{a-d}
Pop.3	8,74 ^e	12,79 ^a	10,76 ^{ab}
Pop.4	9,15 ^d	12,64 ^{ab}	10,89 ^a
Pop.5	8,56 ^e	12,52 ^{abc}	10,54 ^{b-e}
Pop.6	7,71 ^f	12,34 ^{bc}	10,02 ^f
Pop.7	8,54 ^e	12,86 ^a	10,70 ^{abc}
Pop.8	8,50 ^e	12,29 ^{bc}	10,40 ^{de}
Ortalama	8,53 ^b	12,53 ^a	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur ($p < 0.05$).

Çörek otu genotiplerinin ortalama çıkış süresi sıcaklıktan önemli şekilde etkilenmiş ve azalan sıcaklık seviyeleri çıkış süresinin uzamasına neden olmuştur (Çizelge 4.52). Kontrol uygulamasında daha kısa sürede (8,53 gün) çıkış gerçekleşirken, 15°C sıcaklık seviyesinde çıkış daha uzun sürede (12,53 gün) gerçekleşmiştir. 20°C sıcaklıkta en düşük çıkış süresi 7,71 gün ile Pop.6’dan elde edilmiştir. Düşük sıcaklıkta ise en kısa çıkış süresi 12,20 gün ile Çameli çeşidinde belirlenmiş, bunu 12,29 gün ile Pop.8 ve 12,34 gün ile Pop.6 izlemiştir.

4.3.10. Çıkış indeksi

Düşük sıcaklıkta çörek otu genotiplerinin çıkış indeksi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.53’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.53. Düşük sıcaklıkta çörek otu genotiplerinin çıkış indeksine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Genel	71	208,8	-
Sıcaklık (A)	1	157,1	157,1**
Çeşit (B)	8	23,5	2,9**
A×B	8	10,9	1,4**
Hata	54	17,4	0,3

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.53’de görüldüğü gibi, çıkış indeksi bakımından genotipler ve sıcaklık değerleri arasındaki farklılıklar ile genotip × sıcaklık interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.54’ de verilmiştir.

Çizelge 4.54. Düşük sıcaklıkta çörek otu genotiplerinin çıkış indeksine ilişkin ortalamaları

Genotip	Sıcaklık		Ortalama
	20°C	18°C	
Çameli	5,42 ^a	2,40 ^{b*}	3,91 ^{ab}
Pop.1	5,79 ^a	1,48 ^c	3,63 ^{ab}
Pop.2	5,33 ^a	2,76 ^b	4,04 ^{ab}
Pop.3	5,52 ^a	1,51 ^c	3,52 ^b
Pop.4	5,19 ^a	2,79 ^b	3,99 ^{ab}
Pop.5	5,92 ^a	2,43 ^b	4,18 ^a
Pop.6	3,17 ^b	1,30 ^c	2,24 ^c
Pop.7	5,31 ^a	3,08 ^c	4,19 ^a
Pop.8	5,30 ^a	2,59 ^b	3,94 ^{ab}
Ortalama	5,21 ^a	2,26 ^b	-

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık yoktur (p<0.05).

Optimum ve düşük sıcaklıkta çörek otu genotiplerinin çıkış indeksi ortalamaları incelendiğinde, Pop.6 genotipinin hem 20°C hem de 15°C sıcaklıkta en düşük çıkış indeksini verdiği dikkati çekmiştir (Çizelge 4.54). Düşük sıcaklıktaki en yüksek çıkış yüzdesi 3,08 ile Pop.7’den elde edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde çörek otu tarımı genel olarak küçük alanlarda yapılmaktadır. Üreticiler çörek otu tohumluğunu, bir önceki yıl ektiği üründen veya diğer üreticilerden sağladığı yerel köy popülasyonlarından temin etmektedir. Çörek otu bitkisinde sadece tek tescilli çeşidin olması ve tohumluk talebinin yüksek olmaması nedenleriyle tohumluk üretiminde ve dağıtımında istenilen düzeylere ulaşamamıştır. Bu nedenle istenilen standartlarda çörek otunun piyasaya arzı söz konusu olmamaktadır. Bu araştırmada, farklı bölgelerden toplanan çörek otu popülasyonları çimlenme ve fide gelişim dönemlerinde kuraklık, tuzluluk ve düşük sıcaklık streslerinde tescilli çeşit olan Çameli ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Araştırma sonuçları, çörek otu genotiplerinin abiyotik stres koşullarına tepkilerinin farklı olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, Çameli çeşidinin çimlenme, çıkış ve erken gelişme döneminde incelenen popülasyonlardan daha üstün özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Tuzluluk, tohumların çimlenme oranını azaltmakta ve çimlenme süresini uzatmaktadır. Tuzlar, miktarına bağlı olarak artan şiddetle, suyun tutulmasını ve bitki tarafından alınamamasına neden olmaktadır. Ayrıca, tuz iyonlarının toksik etkisi nedeniyle hem tohumun çimlenememesine hem de oluşan fidenin iyon dengesini bozarak ölümüne neden olmaktadır. Çalışmamızda da, artan tuz stresiyile birlikte çörek otu genotiplerinin çimlenme yüzdesi, çimlenme indeksi ve çimlenme stres tolerans indeksi azalmış, ortalama çimlenme süresi uzamıştır. İncelenen genotiplerin tuzluluğa tepkileri farklı olsa da Çameli çeşidinin çimlenme performansı yüksek bulunmuş, Pop.5 ve Pop.8 ise tuz streslerinde çimlenmeleri en az etkilenen genotipler olarak belirlenmiştir. Çörek otunun fide gelişimi de tuzluluktan olumsuz yönde etkilenmiş, fide gelişimi tuz stresinden en az etkilenen genotiplerin Pop.8 ve Pop.5 olduğu belirlenmiştir.

Kuraklık, ekimden hasat zamanına kadar, bitkisel üretimin her aşamasında ortaya çıkabilen, en önemli stres faktörlerinden birisidir. Bu çalışmada özellikle çimlenme döneminde çörek otu genotiplerinin artan kuraklık streslerine tepkileri incelenmiştir. Çörek

otu genotiplerinin kuraklık streslerine tepkilerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Çameli çeşidinin çimlenme oranı, indeksi ve stres tolerans indeksi diğer genotiplerden daha yüksek olduğu, Pop.2'nin de Çameli çeşidine yakın değerler verdiği tespit edilmiştir. Fide gelişiminde ise artan kuraklık şiddetlerine bağlı olarak en az etkilenen çörek otu genotiplerinin Pop.5 ve Pop.6 olduğu belirlenmiştir. Bu durumda incelenen popülasyonların çimlenme ve fide gelişimleri Çameli çeşidine göre daha yavaş olmasına rağmen özellikle kuraklık streslerinden daha az etkilendiği söylenebilir.

Çörek otu yazlık olarak ekilen bir bitkidir. Bu nedenle yaz dönemindeki aşırı sıcaklık ve kuraklık stresinden kaçınarak tane verimini arttırmak için erken ekim yapılması son derece önemlidir. Erken ekimlerde ise toprak sıcaklığının düşük olmasından dolayı hızlı ve üniform bir çimlenme ve çıkış elde edilememektedir. Çalışmamızda incelenen çörek otu genotiplerinin düşük sıcaklıkta çimlenme ve çıkış performansları incelenmiştir. Çörek otu genotipleri arasında Pop.5 ve Pop.8'in çimlenme yüzdesi, çimlenme indeksi ve çimlenme stres tolerans indeksi daha yüksek bulunmuş, çimlenmeleri daha kısa sürede gerçekleşmiştir. Fide boyu ve fide yaş ağırlığı da düşük sıcaklıklardan en az etkilenen genotipler Pop.5 ve Pop.8 olmuştur.

Araştırma sonuçlarımız genel olarak değerlendirildiğinde, çörek otu genotiplerinin abiyotik stres koşullarına farklı tepkiler verdiği belirlenmiştir. Kuraklık stresinde Çameli çeşidi daha iyi sonuçlar verirken, düşük sıcaklıklarda Pop.5 ve Pop.8'in ön plana çıktığı tespit edilmiştir. Ayrıca, tuz stresinde Çameli çeşidi yüksek çimlenme ve fide gelişimi gösterirken, Pop.8 ve Pop.5'in bu stresten daha az etkilendiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, Pop.5, Pop.8 ve Pop.6'nın düşük sıcaklık ve tuzluluk streslerine çimlenme, çıkış ve fide gelişim dönemlerinde toleranslı olduğu ve bu amaçla ıslah çalışmalarında göz önüne alınması gereken genotipler olabileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abdulrahman, A.L., Abdullah, S.N.A., Yusop, M.R., Ismail, M.R., Moradpour, M., 2016, Seed germination and seedling growth of hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties as influenced by different levels of sodium chloride, Res. On Crops, 17, 445-453.
- Ahmad, S., Ahmad, R., Ashraf, M.Y., Ashraf, M., Waraich, E.A., 2009, Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages, Pakistan Journal of Botany, 41, 647-654.
- Ahmadian, A., Shiri, Y., Froozaandeh, M., 2015, Study of germination and seedling growth of black cumin (*Nigella sativa* L.) treated by hydro and osmopriming under salt stress conditions, Cercetari Agronomice In Moldova (Agronomic Research In Moldavia), 48, 69-78.
- Akgören, G., 2011, Bazı çörek otu (*Nigella sativa* L.) populasyonlarının tarımsal özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 79s. (yayımlanmamış).
- Ali, A., 2011, Bazı tohum ön uygulamalarının yağlık ve çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) tohumlarının stres sıcaklıklarında çimlenme ve çıkış performansı üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 77s. (yayımlanmamış).
- Al-Jishi, S.A., Abuo Hozafa B., 2003, Effect of *Nigella sativa* on blood hemostatic function in rats. Ethnopharmacol. Mar., 85, 7-14.
- Almaghrabi, O.A., 2012, Impact of drought stress on germination and seedling growth parameters of some wheat cultivars, Life Science Journal-Acta Zhengzhou University Overseas Edition, 9, 590-598.
- Almansouri, M., Kinet, J. M., Lutts, S., 2001, Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Plant and Soil, 231, 243-254.
- Altındal, D., Altındal, N., 2018, Ayçiçeğinin (*Helianthus annuus* L. cv. Palancı-I) In vitro tuzlu koşullarda gelişimi üzerine etil metan sülfonat (EMS) uygulamalarının etkisi, Journal of the Institute of Science and Technology, 8, 351-359.
- Anonim, 2016, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gktaem/Sayfalar/GormeEngellilerDetay.aspx?OgeId=148&Liste=Haber>, erişim tarihi: 26.03.2019.
- Anonim, 2019, Türkiye İstatistik Kurumu Verileri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> erişim tarihi: 21.03.2019.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Aslan, H., Atış, İ., 2018, Bazı yaygın mürdümük çeşitlerinde kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23, 218-231.
- Aydın, M., Hossein Pour, A., Haliloğlu, K., Tosun, M., 2015, Effect of putrescine application and drought stress on germination of wheat (*Triticum aestivum* L.), Atatürk Univ., J. of the Agricultural Faculty, 46, 43-55.
- Bardideh, K., Kahrizi, D., Ghobadi, M.E., 2013, Character association and path analysis of black cumin (*Nigella sativa* L.) genotypes under different irrigation regimes, Notulae Scientia Biologicae, 5, 104-108.
- Baydar, H., 2005, Tıbbi Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi, SDÜ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 51, 348 s.
- Baytop, T., 1984, Türkiye’de Bitkiler İle Tedavi (Geçmişte ve Bugün), İstanbul Üniversitesi Yayınları No:3255, Sanal Matbaacılık, İstanbul, 520 s.
- Benlioğlu, B., Özkan, U., 2015, Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) çimlenme dönemlerinde farklı dozlardaki tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 24, 109-114.
- Bilgili, D., Atak, M., Mavi, K., 2018. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinde tuz ve kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23, 85-96.
- Boureima, S., Eyleters, M., Diouf, M., Diop, T.A., van Damme, P., 2011, Sensitivity of seed germination and seedling radicle growth to drought stress in sesame (*Sesamum indicum* L.). Res. J. Environ. Sci., 5, 557-564.
- Bourgou, S., Bettaieb, I., Hamrouni, I., Marzouk, B., 2012, Effect of NaCl on fatty acids, phenolics and antioxidant activity of *Nigella sativa* organs, Acta Physiologiae Plantarum, 34, 379-386.
- Bourgou, S., Bettaieb, I., Saidani, M., Marzouk, B., 2010, Fatty acids, essential oil and phenolics modifications of black cumin fruit under NaCl stress conditions, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58, 12399-12406.
- Ceylan, A., 1983, Tıbbi Bitkiler (1. Genel Bölüm), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:312, Bornova-İzmir.
- Çulha, Ş., Çakırlar, H., 2011, Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 11, 11-34.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Duman, İ., 2002, Soğan (*Allium cepa* L.) tohumlarının çimlenmesini iyileştirici farklı osmotik uygulama yöntemlerinin karşılaştırılması, Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 39, 1-8.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II), A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1021, Ders kitabı, 295s.
- Eker, S., Cömertpay, G., Konuşkan, O., Ülger, A.C., Öztürk, L., Çakmak, İ., 2006, Effect of salinity stress on dry matter production and ion accumulation in hybrid maize varieties. Turk J. Agric. For., 30, 365-373.
- El-Mekawy, M.A.M., 2012, Growth and yield of *Nigella sativa* L. plant influenced by sowing date and irrigation treatments, American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 12, 499-505.
- Endes, Z., 2018, Bazı tohum ön uygulamalarının iki farklı çörek otu türüne ait (*Nigella sativa* L. ve *Nigella damascena* L.) tohumların çimlenme ve çıkış performansı üzerine etkileri, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 32, 29-37.
- Er, C., 1994, Tütün İlaç ve Baharat Bitkileri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1359: 393, 343s.
- Erkovan, H.İ., Erkovan, Ş., Güllap, M.K., Koç, A., 2017, Adi fiğın çimlenmesi ve fide özelliklerine düşük sıcaklık ve aşırı su uygulamalarının etkisi, ÇOMÜ Zir. Fak. Derg., 5, 105-113.
- Fazeli, A., Zarei, B., Tahmasebi, Z., 2017, The effect of salinity stress and salicylic acid on some physiological and biochemical traits of black cumin (*Nigella sativa* L.), Zİst/Shināsī-i Giyāhī-i Īrān, 9, 69-84.
- Gerami, M., Abbaspour, H., Ghasemiomran, V., Pirdashti, H., 2017, Effects of ethyl methanesulfonate on morphological and physiological traits of plants regenerated from *Stevia* (*Stevia rebaudiana* Bertoni) Calli, Applied Ecology and Environmental Research, 15, 373-385.
- Ghamarnia, H., Jalili, Z., 2013, Water stress effects on different black cumin (*Nigella sativa* L.) components in a semi-arid region, International Journal of Agronomy and Plant Production, 545-554.
- Ghamarnia, H., Khosravy, H., Sepehri, S., 2010, Yield and water use efficiency of (*Nigella sativa* L.) under different irrigation treatments in a semi arid region in the west of Iran, Journal of Medicinal Plants Research, 4, 1612-1616.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gholami, M., Mokhtarian, F., Baninasab, B., 2015, Seed halopriming improves the germination performance of black seed (*Nigella sativa* L.) under salinity stress conditions. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 18, 21-26.
- Goguè, D.O., 2013, Studying of some characteristics of a grass and seeds of two species of *Nigella* received from plants, grown up in the conditions of a salt stress, *Agronomy and Animal Industries*, 3, 22-29.
- Gonzalez, L.M., Argente, L., Zaldivar, N., Ramirez, R., 2005, Effects of simulated drought induced by PEG-6000 on the germination and growth of two wheat varieties, *Cultivos Tropicales*, 26, 49-52.
- Gün, M., 2012, Kutsal tohum (*Nigella sativa*): çörek otunun iyileştirici etkisine ilişkin bazı bilgiler, *Lokman Hekim Journal*, 2, 43-46.
- Gürbüz, A., Kaya, M., Türkan, A.D., Kaya, G., Kaya, M.D., Çiftçi, C.Y., 2009, Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde tane iriliği ve kuraklık stresinin çimlenme özelliklerine etkisi, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22, 69-74.
- Hajar, A.S., Zidan, M.A., Alzahrani, H.S., 1996, Effect of salinity stress on the germination, growth and some physiological activities of black cumin (*Nigella sativa* L), *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 14, 445-454.
- Hampton, J.G., Tekrony, D.M., 1995, *Handbook of vigour test methods*, 3rd ed, Zurich: International Seed Testing Association: 117 p.
- ISTA, 2018, *International Rules for Seed Testing*, International Seed Testing Association, Basserdorf, Switzerland.
- Kagan, K., Tolga, K., Adil, B., Mevlüt, A., 2010, Determination of salinity tolerance of some lentil (*Lens culinaris* L.) varieties, *J. Food, Agric. Environ.*, 8, 140-143.
- Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y., 2005, The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18, 723-740.
- Kausar, A., Ashraf, M.Y., Ali, I., Niaz, M., Abbas, Q., 2012, Evaluation of sorghum varieties/lines for salt tolerance using physiological indices as screening tool, *Pak. J. Bot.*, 44, 47-52.
- Kaya, G., Demir, İ., Tekin, A., Yaşar, F., Demir, K., 2010, Priming uygulamasının biber tohumlarının stres sıcaklıklarında çimlenme, yağ asitleri, şeker kapsamı ve enzim aktivitesi üzerine etkisi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16, 9-16.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kaya, M.D., Akdoğan, G., Kulan, E.G., Dağhan, H., Sarı, A., 2019, Salinity tolerance classification of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and safflower (*Carthamus tinctorius* L.) by cluster and principal component analysis, *Applied Ecology and Environmental Research*, 17, 3849-3857.
- Kaya, M.D., Kaya, G., Kolsarıcı, Ö., 2005, Bazı *Brassica* türlerinin çimlenme ve çıkışı üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkisi, *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences*, 11, 448-452.
- Kaya, M.D., Okçu, G., Atak, M., Çıkılı, Y., Kolsarıcı, Ö., 2006, Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Europ. J. Agron.*, 24, 291-295.
- Kaya, M.D., İpek, A., Öztürk, A., 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.), *Tr. J. Agr. For.*, 27, 221-227.
- Kaya, M.D., 2009, The role of hill on germination and salinity tolerance in some sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars, *Afr. J. Biotech.*, 8, 597-600.
- Kaymakanova, M., 2009, Effect of salinity on germination and seed physiology in bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *Biotechnol. & Biotechnol.*, XI Anniversary Scientific Conference, 326-329.
- Kılıç, C., Arabacı O., 2016, Çörek otu (*Nigella sativa* L.)'nda farklı ekim zamanı ve tohumluk miktarının verim ve kaliteye etkisi, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13, 49-56.
- Krzyzanowski, F.C., Delouche, J.C., 2011, Germination of cotton seed in relation to temperature, *Revista Brasileira de Sementes*, 33, 543-548.
- Mares, D.J., Mrva, K., 2001, Mapping quantitative trait loci associated with variation in grain dormancy in Australian wheat, *Australian Journal of Agricultural Research*, 52, 1257-1265.
- Michel, B.E., Kaufmann, M.R., 1973, The osmotic potential of polyethylene glycol 6000, *Plant Physiol*, 51, 914-916.
- Morsi, N.M., 2000, Antimicrobial effect of crude extracts of *Nigella sativa* on multipleantibiotics - resistant bacteria, *Acta Microbiol. Pol.*, 49, 63-74.
- Muhammad, Z., Hussain, F., 2010, Vegetative growth performance of five medicinal plants under NaCl salt stress. *Pakistan Journal of Botany*, 42, 303-316.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Murillo-Amador, B., Lopez-Aguilar, R., Kaya, C., Larrinaga-Mayoral, J., Flores-Hernandez, A., 2002, Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *J. Agron. Crop Sci.*, 188, 235-247.
- Nickavar, B., Mojab, F., Javidni, K., Amoli, M.A.R., 2003, Chemical composition of the fixed and volatile oils of *Nigella sativa* L. from Iran. *Zeitschrift für Naturforschung*, 58, 629-631.
- Nykiforuk, C.L., Johnson-Flanagan, A.M., 1994, Germination and early seedling development under low temperature in canola, *Crop Science*, 34, 1047-1054.
- Okçu, G., Kaya, M.D., Atak, M., 2005, Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.), *Turk. J. Agric. For.*, 29, 237-242.
- Okursoy, M.Y., 2006, Ekmeklik buğday genotiplerinin in vitro ve in vivo koşullarında kurağa dayanıklılık yönünden değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, 124 s. (yayımlanmamış).
- Orruno, E., Morgan, M.R.A., 2007, Purification and characterization of the 7S globulin storage protein from sesame (*Sesamum indicum* L.). *Food Chem.*, 100, 926-934.
- Öz, S., Ekinci, M., 2015, Kuraklık stresi ve bitki fizyolojisi, *Derim*, 32, 237-250.
- Özel, A., Demirel, U., Güler, İ., Erden, K., 2009, Farklı sıra aralığı ve tohumluk miktarlarının çörek otunda (*Nigella sativa*) verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13, 17-25.
- Papastylianou, P., Bakogianni, N.N., Travlos, I., Roussis, I., 2018, Sensitivity of seed germination to salt stress in black cumin (*Nigella sativa* L.), *Not. Bot. Horti. Agrobot.*, 46, 202-205.
- Rauf, M., Munir, M., ul Hassan, M., Ahmad, M., Afzal, M., 2007, Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. *Afr. J. Biotech.*, 6, 971-975.
- Sedghi, M., Nemati, A., Esmailpour, B., 2010, Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity, *Emir. J. Food Agric.*, 22, 130-139.
- Senyigit, U., Arslan, M., 2018, Effects of irrigation programs formed by different approaches on the yield and water consumption of black cumin (*Nigella sativa* L.) under transition zone in the west anatolia conditions, *Journal of Agriculture Sciences*, 24, 22-32.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Shah, S., 2011, Kinetin improves photosynthetic and antioxidant responses of *Nigella sativa* L to counteract salt stress, *Russian Journal of Plant Physiology*, 58, 454-459.
- Shekari, F., Khoii, F.R., Javanshir, A., Alvari, H., Shkiba, M.R., 2000, Effects of sodium chloride salinity on germination of rape seed cultivars, *Turkish Journal of Field Crops*, 5, 21-28.
- Şehirali, S., 1997, Tohumluk ve Teknolojisi, Fakülteler Matbaası İstanbul, 422s.
- Şenay, A., Kaya, M.D., Atak, M., Çiftçi, C.Y., 2005, Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 14, 50-55.
- Toncer, O., Kızıl, S., 2004, Effect of seed rate on agronomic and technologic characters of *Nigella sativa* L., *International Journal of Agriculture and Biology*, 6, 529-532.
- Turan, Y.S., 2014, Fosfor dozlarının çörek otunun (*Nigella sativa* L.) verim ve kalitesine etkisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri ABD Yüksek Lisans Tezi, 76 s. (yayımlanmamış).
- Zarei, L., Farshadfar, E., Haghparast, R., Rajabi, R., Badieh, M.M.S., 2007, Evaluation of some indirect traits and indices to identify drought tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.), *Asian Journal of Plant Sciences*, 6, 1204-1210.
- Zeinali, E., Soltani, A., Galeshi, S., 2002. Response of germination components to salinity stress in oilseed rape (*Brassica napus* L.), *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 33, 137-145.