



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**TESCİLLİ BAZI MERCİMEK (*Lens culunaris* M.) ÇEŞİTLERİNİN
TUZA TOLERANSLIK SEVİYELERİNİN TESPİTİ VE BAZI BİTKİ
HORMONLARININ TUZ STRESİNİN GİDERİLMESİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS YETERLİK TEZİ

BESTE CELEP

Tez Danışmanı

PROF. DR. İSKENDER TİRYAKİ

ÇANAKKALE – 2021



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**TESCİLLİ BAZI MERCİMEK (*Lens culunaris* M.) ÇEŞİTLERİNİN TUZA
TOLERANSLIK SEVİYELERİNİN TESPİTİ VE BAZI BİTKİ
HORMONLARININ TUZ STRESİNİN GİDERİLMESİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS YETERLİK TEZİ

BESTE CELEP

Tez Danışmanı

PROF. DR. İSKENDER TİRYAKİ

ÇANAKKALE – 2021



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Beste CELEP tarafından Prof. Dr. İskender TİRYAKİ yönetiminde hazırlanan ve 17/08/2021 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Tescilli Bazı Mercimek (*Lens culunaris* M.) Çeşitlerinin Tuza Toleranslık Seviyelerinin Tespiti Ve Bazı Bitki Hormonlarının Tuz Stresinin Giderilmesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS YETERLİK TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. İskender TİRYAKİ

.....

(Danışman)

Prof. Dr. Uğur BAŞARAN

.....

Dr. Öğr. Üyesi Uğur SARI

.....

Tez No :

Tez Savunma Tarihi : 17/08/2021

.....

Prof. Dr. Pelin KANTEN

Enstitü Müdürü

17/08/2021

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Beste CELEP

17/08/2021

TEŞEKKÜR

Öğrenim süremde verdiği lisans ve yüksek lisans dersleriyle beni hayata ve mesleğe hazırlayan; sonra da bu araştırma konusunun belirlenmesinde, yürütülmesinde ve tamamlanmasında bilgi, beceri ve tecrübelerini benimle paylaşan; çalışma süresi boyunca destek ve yardımlarını hiç esirgemeyen; kıymetli hocam ve aynı zamanda tez danışmanım Prof. Dr. İskender TİRYAKİ ‘ye teşekkürü borç bilirim.

Yapmış olduğum çalışmada zaman, bilgi ve yardımlarını benimle paylaşan bölümümüz çok kıymetli hocası Dr. Öğr. Üyesi Uğur SARI’ya başta olmak üzere, bölümümüz yüksek lisans öğrencileri ve çok kıymetli arkadaşlarım Erman ÇAVUŞOĞLU, Enes Gökhan YILMAZ, Selçuk ÇETİN, Nur TOPTAŞ ve Çağlar KAYA’ya teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini bir an olsun esirgemeyen, varlıklarıyla bana güç veren, yaptığım ve yapmak istediğim bütün çalışmalarda her zaman arkamdaki en büyük güç olan başta sevgili babam Rahmi CELEP’e ve sevgili annem Cemile CELEP’e; kardeşlerim Zümrüt Buse CELEP, Muhammet Barış CELEP ve değerli arkadaşım Abdul Kadir AKACAK’a teşekkür ederim.

Araştırma materyali olarak kullandığım tohumları temin ettiğim, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü ve GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerine teşekkür ederim.

Beste CELEP

Çanakkale, Ağustos 2021

ÖZET

Tescilli Bazı Mercimek (*Lens culunaris* M.) Çeşitlerinin Tuza Toleranslık Seviyelerinin Tespiti ve Bazı Bitki Hormonlarının Tuz Stresinin Giderilmesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Beste CELEP

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Yeterlik Tezi

Danışman: Prof. Dr. İskender TİRYAKİ

17/08/2021, 92

Bu çalışma tescilli 11 mercimek çeşidinin farklı tuz konsantrasyonlarına toleranslık seviyelerini tespit etmek ve bazı bitki hormonlarının çimlenme ve erken fide evresinde ön çimlendirme ortamında oluşturulan tuz stresinin giderilmesi üzerine olan etkilerini araştırmak amacıyla, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Moleküler Genetik ve Biyoteknoloji laboratuvarında yürütülmüştür. Faktöriyel olarak düzenlenmiş tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada 50 adet tohum farklı tuz (0, 75 mM, 150 mM, 225 mM ve 300 mM NaCl) konsantrasyonlarında 23 ± 0.5 °C’de karanlık şartlarda çimlenme ve çıkış denemelerine alınmıştır. Bitki hormonlarının (MeJA ve Melatonin için 0.1 µM, 0.25 µM, 0.5 µM; ACC için 0.5 µM, 1.5 µM, 3.0 µM) priming ortamında oluşturulan tuz stresinin giderilmesi üzerine olan etkileri çimlenme ve erken fide evresinde belirlenmiştir. Elde edilen veriler SAS paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Fisher’in en küçük önemli fark testi (LSD) ile $P < 0.05$ seviyesinde test edilmiştir. Çalışma sonuçları çimlenme ve erken fide evresinde kullanılan çeşitler arasında tuza toleranslık bakımından çok önemli farklılıkların var olduğunu göstermiştir. Kafkas ve Çiftçi çeşitleri çimlenme oranları bakımından tuza en tolerat çeşitler olarak tespit edilirken, Siyah mercimek çeşidi tuza en hassas olarak belirlenmiştir. Ceren çeşidi fide çıkışı oranları bakımından tuza en tolerat olurken, Tigris ve Seyran çeşitleri en hassas çeşitler olarak belirlenmiştir. Priming ortamında oluşturulan tuz stresinin giderilmesinde MeJA ve Melatonin genel olarak olumlu etki gösterirken ACC kontrol grubuna göre önemli bir iyileşme sağlamamıştır.

Anahtar Kelimeler: Mercimek, Tuz stresi, Priming, Hormon

ABSTRACT

Determinations of Salt Tolerance Levels of Some Lentil (*Lens culunaris* M.) Varieties and Effects of Some Plant Hormones to Mitigate Salt Stress

Beste CELEP

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. İskender TİRYAKİ

08/17/2021, 92

This study aims to determine tolerance levels of 11 lentil varieties to various concentrations of salt and to reveal effects of various plants hormones to mitigate salt stress created during priming at germination and early seedling stages. The study conducted in Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Molecular Genetics and Biotechnology Laboratory. Factorial experiment of completely randomized block design with four replications was used. Fifty seeds at various salt concentrations (0, 75 mM, 150 mM, 225 mM or 300 mM NaCl) were placed in a growth chamber set with 23 ± 0.5 °C in darkness for germination and emergence experiments. Resolve effects of various plants hormones (MeJA and Melatonin, 0.1 µM, 0.25 µM, 0.5 µM; ACC, 0.5 µM, 1.5 µM, 3.0 µM) on salt stress created during seed priming were determined at germination and early seedling stages. The data were analyzed by using SAS statistical software and Fisher's least significant difference were used if the F test is significant at $P < 0.05$. The results showed a significant variation among the lentil varieties for salt tolerance at germination and early seedling stages. While lentil varieties Kafkas and Ciftci were determined as the most salt tolerant, variety Siyah was the most sensitive. Ceren was determined as the most tolerant variety based on seedling emergence percentages while Tigris and Seyran were the most sensitive ones. MeJA and Melatonin generally had positive effect to resolve salt stress created during seed priming while ACC did not provide any improvement compared to control group.

Keywords: Lentil, Salt Stress, Priming, Homone

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK	
BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Mercimeğin (<i>Lens culinaris</i> Medik.) Bitkisel Özellikleri.....	2
1.1.1. Mercimeğin Sınıflandırılması	4
1.1.2. <i>Lens culinaris</i> Medik. Türünün Sınıflandırılması.....	5
1.2. Mercimek Bitkisinin Morfolojik Özellikleri.....	5
Mercimek (<i>Lens culinaris</i> Medik) Besin Değeri Ve Mineral Madde	
1.3. Miktarı.....	5
.	
1.4. Mercimeğin Yetiştirilme Koşulları.....	7
1.4.1. Türkiye’de Mercimek Yetiştiriciliği.....	8

1.5.	Mercimek (<i>Lens culunaris</i> M.) Rastlanan Hastalık, Zararlı ve Yabancı Otlar.....	12
1.5.1.	Tuzluluk ve Tuz Stresi.....	14
1.6.	Tohum Ön Çimlendirme Uygulamaları (Priming)'nın Etkileri.....	15

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

17

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

24

3.1.	Materyal.....	24
3.2.	Yöntem	25
3.2.1.	Mercimek Çeşitlerinin Çimlenme ve Fide Çıkışı Evrelerindeki Farklı Tuz Stresine Toleranslık Seviyelerinin Belirlenmesi.....	25
	Tuz Stresinin Tohum Çimlenmesi Üzerine Olan Etkileri.....	25
	Çimlendirme Denemesinde Ölçülen Parametreler.....	26
	Tuz Stresinin Fide Çıkışı Üzerine Olan Etkileri.....	26
	Çıkış Denemesinde Ölçülen Parametreler.....	29
3.2.2.	Farklı Bitki Hormonlarının Çimlenme ve Fide Çıkışı Evresindeki Tuz Stresinin Giderilmesi Üzerine Etkileri.....	31
3.2.3.	Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	33

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

34

4.1.	Mercimek Çeşitlerinin Çimlenme ve Fide Çıkışı Evrelerindeki Farklı Tuz Stresine Toleranslık Seviyeleri.....	34
4.1.1.	Tuz Stresinin Tohum Çimlenmesi Üzerine Olan Etkisi.....	34
4.1.2	Tuz Stresinin Çimlenme Hızı (Çim50) Üzerine Olan Etkisi.....	37
4.1.3.	Tuz Stresinin Çimlenme Homojenitesi (Çim10-90) Üzerine Olan Etkisi.....	38
4.1.4.	Tuz Stresinin Fide Çıkışı Üzerine Olan Etkisi.....	39
4.1.5.	Tuz Stresinin Fide Çıkış Hızı (Çık50) Üzerine Olan Etkisi.....	42
4.1.6.	Tuz Stresinin Fide Çıkış Homojenitesi (Çık10-90) Üzerine Etkisi.....	43
4.1.7.	Tuz Stresinin Fidelerdeki Bitkisel Özellikler Üzerine Etkisi.....	44
4.2.	Farklı Bitki Hormonlarının Çimlenme ve Fide Çıkışı Evresindeki Tuz Stresinin Giderilmesi Üzerine Etkileri.....	57
4.2.1.	Hormon Uygulamalarının Çimlenme Oranları Üzerine Etkisi...	57
4.2.2.	Hormon Uygulamalarının Çimlenme Hızı (Çim50) Üzerine Olan Etkisi.....	60
4.2.3.	Hormon Uygulamalarının Çimlenme Homojenitesi (Çim10-90) Üzerine Olan Etkisi.....	61
4.2.4.	Hormon Uygulamasının Fide Çıkış Oranları Üzerine Etkisi.....	62
4.2.5.	Hormon Uygulamalarının Fide Çıkış Hızı (Çık50) Üzerine Olan Etkisi.....	65
4.2.6.	Hormon Uygulamalarının Fide Çıkış Homojenitesi (Çık10-90) Üzerine Etkisi.....	66

4.2.7.	Hormon Uygulamasının Fidelerdeki Bitkisel Özellikler Üzerine Etkisi.....	67
	BEŞİNCİ BÖLÜM	
	SONUÇ ve ÖNERİLER	86
	KAYNAKÇA	88



SİMGELER VE KISALTMALAR

NaCl	Sodyum Klorür
mM	Milimolar
mL	Mililitre
μ M	Mikromolar
MeJA	Metil Jasmonik Asit
ACC	Aminosiklopropan karboksilik asit
ABA	Absisik Asit
GA ₃	Giberallik Asit
IAA	İndol Asetik Asit
°C	Santigrat Celsius
mm	Milimetre
da	Dekar (1000 m ²)
g	Gram
%	Yüzde Oranı
Ca	Kalsiyum
Fe	Demir
Mg	Magnezyum
K	Potasyum
Na	Sodyum
Zn	Çinko
Kin	Kinetin
BA	Benziladenin

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Mercimek bitkisine ait besin değerleri ve mineral madde miktarları.	6
Tablo 2	Dünyada mercimek üretiminde ilk 5’de yer alan ülkelerin 2018-2019 yıllarına ait ekim alanı (ha) ve üretim miktarı (ton).	8
Tablo 3	Araştırma materyali olarak kullanılan çeşitler ve temin edildikleri kaynaklar.	24
Tablo 4	Denemede kullanılan hormon ve hormon konsantrasyonları.	32
Tablo 5	Tuz stresi varlığında çimlendirilen tohumların çimlenme yüzdesinin açısal (Arcsin) transformasyonuna [ÇimY]’na ait varyans analiz sonuçları.	34
Tablo 6	Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresindeki çimlenme oranları (ÇimY), açısal transformasyonu [ÇimY], fide çıkış hızı (Çim ₅₀) ve fide çıkış homojenite (Çim ₁₀₋₉₀) verileri.	36
Tablo 7	Tuz stresi altında çimlenen tohumlarının % 50 çimlenmesi için gerekli süreye ait varyans analiz sonuçları.	37
Tablo 8	Tuz stresi altında çimlenen tohumların çimlenme homojenitesi verilerine (Çim ₁₀₋₉₀) ait varyans analiz sonuçları.	38
Tablo 9	Tuz stresi varlığında çıkış gerçekleştirilen tohumların çıkış yüzdesinin açısal (Arcsin) transformasyonuna [ÇıkY]’na ait varyans analiz sonuçları,	39
Tablo 10	Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresindeki çıkış oranları (ÇıkY), açısal transformasyonu [ÇıkY], fide çıkış hızı (Çık ₅₀) ve fide çıkış homojenite (Çık ₁₀₋₉₀) verileri.	41

Tablo 11	Tuz stresi altında çıkış gerçekleştiren tohumlarının % 50'sinin çıkması için gerekli süreye ait varyans analiz sonuçları.	42
Tablo 12	Tuz stresinin tohumların çıkış homojenitesi (Çık ₁₀₋₉₀) verilerine ait varyans analiz sonuçları.	43
Tablo 13	Tuz stresinin fide boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları.	44
Tablo 14	Tuz stresinin yaprak sayısı verilerine ait varyans analiz sonuçları.	46
Tablo 15	Tuz stresinin ana gövde kalınlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları	48
Tablo 16	Tuz stresinin yaprak boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları	50
Tablo 17	Tuz stresinin yaprakçık boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları	51
Tablo 18	Tuz stresinin yaş ağırlık verilerine ait varyans analiz sonuçları	53
Tablo 19	Tuz stresinin kuru ağırlık verilerine ait varyans analiz sonuçları	55
Tablo 20	Hormon uygulaması varlığında çimlendirilen tohumların çimlenme yüzdesinin açısal (Arcsin) transformasyonuna [ÇimY]'na ait varyans analiz sonuçları.	57
Tablo 21	Hormon ve hormon konsantrasyonlarının çimlenme oranları (ÇimY), açısal transformasyonu [ÇimY], çimlenme hız (Çim ₅₀) ve çimlenme homojenite (Çim ₁₀₋₉₀) verileri.	59
Tablo 22	Hormon uygulaması altında çimlenen tohumlarının % 50 çimlenmesi için gerekli süreye ait varyans analiz sonuçları.	60
Tablo 23	Farklı hormon ve hormon konsantrasyonları altında tohumların çimlenme homojenitesi (Çim ₁₀₋₉₀) verilerine ait varyans analiz sonuçları.	61

Tablo 24	Farklı hormon ve hormon konsantrasyonları uygulanan tohumların çıkış yüzdesinin açısal (Arcsin) transformasyonu [ÇıkY]'na ait varyans analiz sonuçları.	62
Tablo 25	Farklı hormon ve hormon dozlarının, çıkış oranları (ÇıkY), açısal transformasyonu [ÇıkY], fide çıkış hızı (Çık ₅₀) ve fide çıkış homojenite (Çık ₁₀₋₉₀) verileri.	64
Tablo 26	Farklı hormon ve hormon konsantrasyonu uygulanan tohumların % 50'sinin çıkması için gerekli süreye ait varyans analiz sonuçları.	65
Tablo 27	Farklı hormon ve hormon konsantrasyonu altında çıkış gerçekleştiren fidelerin çıkış homojenitesi (Çık ₁₀₋₉₀) verilerine ait varyans analiz sonuçları.	66
Tablo 28	Hormon uygulamalarının fide boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları.	67
Tablo 29	Hormon uygulamalarının yaprak sayısı verilerine ait varyans analiz sonuçları.	68
Tablo 30	Hormon uygulamalarının ana gövde kalınlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları	70
Tablo 31	Hormon uygulamalarının yaprak boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları.	72
Tablo 32	Hormon uygulamalarının yaprakçık boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları.	73
Tablo 33	Hormon uygulamalarının kök uzunluğu verilerine ait varyans analiz sonuçları.	75
Tablo 34	Hormon uygulamalarının yaş yeşil aksam verilerine ait varyans analiz sonuçları.	76

Tablo 35	Hormon uygulamalarının yaş kök ağırlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları.	78
Tablo 36	Hormon uygulamalarının yaş fide ağırlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları.	79
Tablo 37	Hormon uygulamalarının kuru ağırlık verilerine ait varyans analiz sonuçları	81
Tablo 38	Hormon uygulamalarının kuru kök ağırlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları	82
Tablo 39	Kuru fide ağırlığı verilerine ait varyans analiz tablosu.	84

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Mercimek (<i>Lens culinaris spp.</i>) bitkisinin morfolojik özelliklerine ait genel görünüm.	3
Şekil 2	Farklı çeşitlerin farklı tohum büyüklüğüne ve rengine sahip olduklarını gösteren görsel.	4
Şekil 3	Yıllara göre ülkemizde mercimek üretim miktarı.	9
Şekil 4	Ülkemizde 2019 yılı kırmızı mercimek üretim miktarları (bin ton).	10
Şekil 5	Ülkemizde 2019 yılı yeşil mercimek üretim miktarları (bin ton).	11
Şekil 6	Mercimekte biyotik ve abiyotik stres faktörleri.	12
Şekil 7	Her petri de çimlendi olarak kabul edilen tohumların genel görünümü.	25
Şekil 8	Çıkış denemesine alınacak tohumlara 24 saat süre ile farklı tuz konsantrasyonlarında uygulanan ön çimlendirme uygulamasına ait görsel.	27
Şekil 9	Viyoller de çıkış gerçekleşene kadar su kaybını minimuma indirmek amacıyla üzerinin streç filmle kapatıldığına ait görsel.	28
Şekil 10	Ceren çeşidinin 300mM NaCl konsantrasyonunda çıkış kabul edilen parametreye ait görsel.	28
Şekil 11	Fidelerin morfolojik özelliklerinin belirlenmesine ait bazı görseller;	31

Şekil 12	Farklı tuz konsantrasyonlarında çimlendirilen mercimek çeşitlerine ait tohumların son çimlenme oranları (%). Bar üzerindeki çizgiler standart sapmayı göstermektedir (n=4).	35
Şekil 13	Farklı tuz konsantrasyonlarında çıkış gerçekleştirilen çeşitlere ait tohumların son çıkış oranları (%) Bar üzerindeki çizgiler standart sapmayı göstermektedir (n=4) .	40
Şekil 14	Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki fide boyu ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)	45
Şekil 15	Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki yaprak sayısı ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)	47
Şekil 16	Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki yaprakçık sayısı ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)	47
Şekil 17	Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki ana gövde kalınlığı ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)	49
Şekil 18	Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki yaprak boyu ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)	50
Şekil 19	Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki yaprakçık boyu ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)	52
Şekil 20	Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki yaş ağırlık ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)	54

Şekil 21	Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki kuru ağırlık ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)	55
Şekil 22	Farklı hormon ve hormon konsantrasyonlarında çimlendirilen çeşide ait tohumların son çimlenme oranı.	58
Şekil 23	Farklı hormon ve hormon konsantrasyonlarında çimlendirilen çeşide ait tohumların çimlenme hızına olan etkisi (Çim50=gün).	60
Şekil 24	Farklı hormon ve hormon konsantrasyonlarında çıkış gerçekleştirilen çeşitlere ait tohumların son çıkış oranları.	63
Şekil 25	Hormon uygulamaları altındaki fide boyu ortalamalarına ait grafik.	67
Şekil 26	Hormon uygulamaları altındaki yaprak sayısı ortalamalarına ait grafik.	69
Şekil 27	Hormon uygulamaları altındaki yaprakçık sayısı ortalamalarına ait grafik.	69
Şekil 28	Hormon uygulamaları altındaki fide ana gövde kalınlığı ortalamalarına ait grafik.	71
Şekil 29	Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait yaprak boyu ortalamalarına ait grafik.	72
Şekil 30	Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait yaprakçık boyu ortalamalarına ait grafik.	74
Şekil 31	Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait kök uzunluğu ortalamalarına ait grafik.	75
Şekil 32	Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait yaş ağırlık ortalamalarına ait grafik.	77

Şekil 33	Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait yaş kök ağırlık ortalamalarına ait grafik.	78
Şekil 34	Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait yaş fide ağırlığı ortalamalarına ait grafik.	80
Şekil 35	Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait kuru ağırlık ortalamalarına ait grafik.	81
Şekil 36	Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait kuru kök ağırlık ortalamalarına ait grafik.	83
Şekil 37	Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait kuru fide ağırlık ortalamalarına ait grafik.	84

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Yemeklik dane baklagil grubu içinde yer alan mercimek, nohut, fasulye, bakla, börülce gibi bitkiler insan beslenmesinde ihtiyaç duyulan protein açığının kapatılmasında başvurulacak en önemli bitki grubunu oluşturmaktadır. Bu bitki grubunun sahip olduğu yüksek protein oranı ve içerdiği esansiyel amino asit içerikleri dengeli ve sağlıklı beslenme için oldukça önemlidir. Ayrıca bu bitkiler özellikle ülkemiz gibi hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında sorun yaşayan ülkelerde açık olan protein ihtiyacının en ucuz ve en kolay karşılanabileceği bitki grubudur (Sepetoğlu, 2002; Uçar ve Erman, 2020).

Kültüre alınması çok eskiye dayanan, mercimeğin (*Lens culinaris* Medik.) çeşit özelliklerinin belirlenmesinde ve sınıflandırılmasında kotiledon rengi, 1000 tane ağırlığı ve tane çapı önemli belirleyicilerdir. Küçük taneli olanların tane çapı 3-6 mm ve çoğunlukla kırmızı ve turuncu tane rengine sahip olup Afrika, Asya ve Avrupa da yetişenler genelde bu grup içerisinde yer alır. Daha iri taneli olan mercimekler ise Amerika, Avusturalya ve Doğu Akdeniz Havzasında yetişmekte tane çapları 6-9mm büyüklüğünde olup sarı kotiledonlara sahip yeşil tohum kabuklu mercimeklerdir (Sandhu ve Singh, 2007; Ahlawat, 2012).

Türkiye'nin batısından Kuzey Irak'a kadar uzanan bölgede tüm yabani mercimek çeşitlerinin bulunması nedeniyle burası *Lens* cinsinin orijini olarak belirlenmiş ve Alman botanikçi Medikus tarafından 1787 yılında tane şeklinden dolayı, *Lens culinaris* olarak literatüre girmiştir (Geçit, 2011).

Kültürü yapılan yemeklik baklagillerin tamamı tek yıllıktır. Mercimek ve baklanın diğer türlere göre daha düşük sıcaklığa dayanıklı olmaları nedeniyle kışlık olarak da yetiştirilmeye uygundur (Gülümser, 2016). Kültür mercimeğinin yabani formu saptanamamıştır ancak yapılan son çalışmalarda yabani tür olan *Lens orientalis*'in kültür çeşidi olan *Lens culinaris*'e oldukça fazla benzediği ve bu türün mercimeğin yabani atası olabileceğini göstermiştir (Geçit, 2011).

Dünya'da mercimek tarımı, ılıman ve subtropik iklim bölgelerinde yapılmaktadır. Türkiye'de ise Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kışlık mercimek (Fırat -87, Kayı-91, Sazak-91, Seyran, Kafkas, Çiftçi, Özbek) ekimi Kasım ayında; Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinde ise Ekim ayında yapılmaktadır. Yazlık mercimek (Sultan-I, Malazgirt-89 Meyveci-2001,

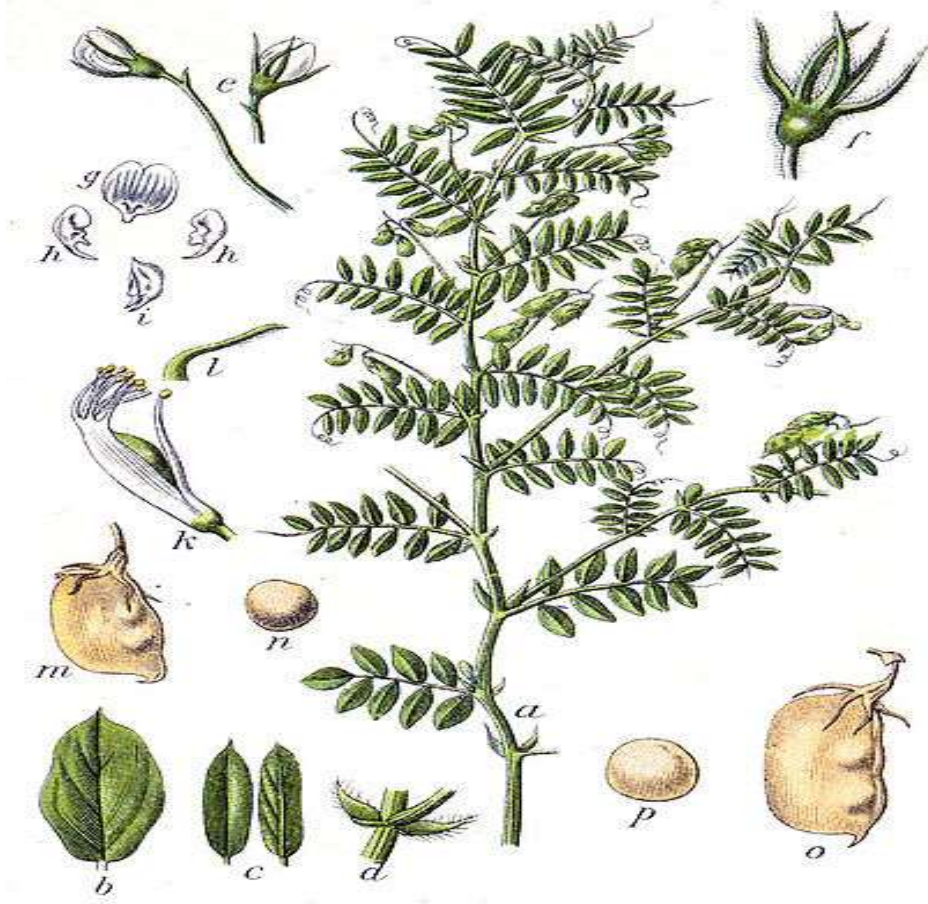
Erzurum-89 ve Alidayı) ekimleri Şubat sonu Mart başında yapılmakta eğer yazlık çeşitlerin kışlık olarak da ekilmesi durumunda soğuktan zarar görebilmektedir (Süzer, 2021).

FAO'dan alınan verilere göre 2018 yılı verilerine göre yaklaşık olarak 88 milyon hektar tarım alanında, 90 milyon tona yakın baklagil üretimi gerçekleşmektedir. Bu veriler doğrultusunda üretimi en fazla yapılan baklagil bitkisi fasulye daha sonrasında ise nohut, bezelye ve mercimek üretilmektedir (FAO, 2020).

İnsan beslenmesinde günlük olarak tüketilen 74,2 g bitkisel kaynaklı proteinin yaklaşık %10'u (7,8 g) baklagillerden bununda %76'sını (6 g) mercimek ve nohuttan alınmaktadır (Aydoğan vd., 2008). Protein içeriği yüksek olmasından dolayı beslenmemizde önemli bir yere sahip olan mercimek, kurak bölgelerde münavebeye girerek yetiştiriciye ve ülkemizin ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır. Ayrıca vitamin ve mineral maddelerince (Na, Fe, Ca, P) zengin olan mercimek ülkemizde oldukça fazla tüketilmektedir ve halk arasında "fakir eti" olarak bilinmektedir (Aydoğan vd., 2008).

1.1. Mercimeğin (*Lens culinaris* Medik.) Bitkisel Özellikleri

Fabaceae familyasına ait tek yıllık bir bitki olan Mercimek (*Lens culinaris* Medik.) çoğunlukla, gıda olarak kullanılan tohumları için yetiştirilmektedir. (Phan vd., 2007). Şekil 1'de görüldüğü gibi sapları tüylü, ince ve çok dallı olan mercimek, 60-75 cm yüksekliğe ulaşabilen, gür ve otsu bir bitkidir. Yaprak sapında uçlar ince, sülük şeklinde olur ve 5 ila 16 yaprakçık, 3-20 mm uzunluğunda 2-8 mm genişliğinde yapraklara sahiptir. Çiçekleri yaprak koltuklarında gelişir ve renkleri beyazdan mora doğru değişir. Meyveler, iki veya üç bakla şeklinde oluşur içlerinde Şekil 2'de de görüldüğü gibi gri, yeşil, kahverengimsi, soluk kırmızı veya siyah olmak üzere farklı renkte tohumları bulunur ve tohumların boyutu, çeşitlerine bağlı olarak 2-9 mm x 2-3 mm arasında değişmektedir (Phan vd., 2007).



Şekil 1. Mercimek (*Lens culinaris* spp.) bitkisinin morfolojik özelliklerine ait genel görünüm (Johann Georg Sturm, 1796).



Şekil 2. Farklı çeşitlerin farklı tohum büyüklüğüne ve rengine sahip olduklarını gösteren görsel (Celep, 2018).

1.1.1. Mercimeğin Sınıflandırılması

Lens cinsi Akdeniz Bölgesi ile Güney-Batı Asya bölgesi arasında yayılım gösteren yabani türleri içinde bulunduran küçük bir genustur ve bir kültür ve dört yabani olmak üzere beş türü içermektedir (Geçit, 2011).

- 1- ***Lens montbretti (L.kotschianus)***: Tek yıllık, yatık ve dayanıklı gövdeye sahip Doğu Anadolu Bölgesinde, nadas alanlarında ve bazalt kayalıklarında görülür.
- 2- ***Lens nigricans***: Tek yıllık sık tüylü, birçok bölgede rastlanır.
- 3- ***Lens ervoides***: Tek yıllık, sık tüylü, ince gövde, Türkiye’de rakım 20-610 m’lerde bulunmaktadır.
- 4- ***Lens orientalis***: Tek yıllık, sık tüylü, gövde zayıf, vadi nadas ve çam ormanları altında, rakım 450-1300 m’de görülmektedir.
- 5- ***Lens culinaris (Lens esculenta)***: Tek yıllık, sık tüylü, gövde ince, ülkemizin çeşitli yörelerinde rakımın 900 m olduğu alanlarda kültürü yapılmaktadır.

1.1.2. *Lens culinaris* Medik. Türünün Sınıflandırılması

Aralarında büyük ölçüde morfolojik farklılıklar gözlenen çeşitleri içermektedir. Kültüre yapılan mercimek çeşitleri genellikle tane iriliğine göre iki alt tür olarak incelenmektedir (Geçit, 2011).

- 1- *Lens culinaris* spp. *macrosperme*: 2,4-2,6 mm kalınlığında yeşil kabuklu, sarı kotiledonlu, taneleri 6-9 mm çapında. Akdeniz Bölgesi çevresinde ve yenedünya ülkelerinde yetiştirilmektedir.
- 2- *Lens culinaris* spp. *microsperma*: Taneleri 3-6 mm çapında, kotiledon rengi sarı ya da kırmızıdır. Hindistan'da daha fazla yetiştirilen bu alt tür içerisinde 46 çeşidin dağılım gösterdiği altı farklı coğrafi grup vardır.

1.2. Mercimek Bitkisinin Morfolojik Özellikleri

İnce kazık kök yapısına sahiptir, ana kök üzerinde çok fazla saçaklı yan kökler bulunur ve köklerin yayılışı toprağa bağlı olarak farklılık göstermektedir. Kurak topraklarda kökler daha derin ancak çok daha az dallanmış, sulak alanlarda ise daha çok yüzlek ve çok dallı bir kök yapısını görülmektedir (Geçit, 2011). Mercimekte gövde; ince, otsu ve yaslancıdır. Gövde yüzeyi genotipe bağlı olarak tüylerle kaplıdır ve antosiyanin içeriği de genotiplere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bitkinin boyu çevrenin etkisine bağlı olarak 15 cm den 75 cm'e kadar değişkenlik gösterebilir. Ana dal üzerinde yan dallar bulunur ancak gelişmenin ileri dönemlerin de yan dallar ayırt edilemez. Dallarda bulunan yapraklar sülük ile sonlanmaktadır. Yaprak sapının gövde ile bağlandığı yerde ise iğ şeklinde kulakçık bulunmaktadır (Geçit, 2011).

1.3. Mercimek (*Lens culinaris* Medik) Besin Değeri Ve Mineral Madde Miktarı

Mercimek, Tablo 1'de görüldüğü gibi besin değeri bakımında yüksektir ve içerdiği protein, karbonhidrat miktarı ile birçok baklagil bitkisine göre çok daha besleyicidir. Mercimek bitkisinin içerdiği protein, %92 oranında sindirilebilirdir ve mercimeğin protein

içeriğinden diğer baklagillerin protein içeriğinden daha fazla yararlanılmaktadır. Bu proteinin %20,6 gluten, %44,0 globulin ve %1,8'i prolamindir ve proteini oluşturan aminoasitlerin suda eriyen miktarı %26'dır (Geçit, 2011).

Mercimek bünyesindeki K ve P mineralleri bakımından oldukça zengin bir kültür bitkisidir. Besin değerleri bu kadar yüksek olan mercimek, hayvansal gıdalara alternatif olarak kullanılsa da tamamlayıcı gıda olarak tüketilmektedir.

Tablo 1

Mercimek bitkisine ait besin değerleri ve mineral madde miktarları (USDA, 2018).

BESİN DEĞERİ	Birim	1 değer başına 100 g	1 porsiyon = 192.0g	1 yemek kaşığı = 12.0g
Su	g	8,26	15,86	0,99
Enerji/Kalori	kcal	352	676	42
Protein	g	24,63	47,29	2,96
Toplam yağ	g	1,06	2,04	0,13
Karbonhidrat	g	63,35	121,63	7,6
Lif, toplam diyet	g	10,7	20,5	1,3
Şeker	g	2,03	3,9	0,24
MİNERAL MADDE MİKTARI				
Kalsiyum, Ca	mg	35	67	4
Demir, Fe	mg	6,51	12,5	0,78
Magnezyum, Mg	mg	47	90	6
Fosfor, P	mg	281	540	34
Potasyum, K	mg	677	1300	81
Sodyum, Na	mg	6	12	1
Çinko, Zn	mg	3,27	6,28	0,39

1.4. Mercimeğin Yetiştirilme Koşulları

Mercimek, sıcak ve subtropik iklim bölgelerinde rahatlıkla yetiştirilebilen bir baklagil bitkisidir. Mercimek, yemeklik dane baklagiller içerisinde kuraklığa, sıcak ve soğuk iklim şartlarına en dayanıklı bitkidir. Bu yüzden kurak alanlarda yetiştirmek konusunda avantajlıdır. Sıcaklık isteği açısından incelendiğinde en iyi çimlenme 15°C – 25°C’lerde başlar ve tohumlar 5-6 günde çimlenir. Mercimek, çimlenme gerçekleştiikten sonra doğal ve mekanik zararlılardan oldukça az etkilenmektedir (Sağlam vd., 2010; Saxena Mohan C. 2009).

Mercimek, büyüme ve gelişme süresi boyunca toplam 1500°C – 1800°C sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır. Ancak bu sıcaklık çeşide ve yetiştirilme şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Bitkinin büyüme ve gelişmesi için optimum sıcaklık değerlerinin 24°C ila 27°C’ler arasında olması gerekmektedir (Sağlam vd., 2010; Saxena Mohan, 2009).

Yapılan araştırmalar mercimek bitkisinin -26,8°C’ye kadar dayanıklı olduğunu göstermiştir (Saskatchewan, 1984). Türkiye’de özellikle İç Anadolu Bölgesi’nde rakım 1000 m’yi aşan yükseltilerde sıcaklığın -25°C’ye düşmesi mercimeğin fizyolojisini olumsuz etkilemeye başlamaktadır. Bu nedenle yüksekliği fazla olduğu bölgelerde yazlık ekim tavsiye edilmektedir (Şahin, 2016).

Mercimek, 1 kg kuru madde üretebilmek için nemli iklime sahip bölgelerde 200–500, yarı kurak iklim bölgelerinde ise 800–1500 L suya ihtiyaç duyar (Şahin, 2016; Saxena Mohan C, 2009). Mercimek yetiştirilen arazilerde 700-800 mm, gelişme dönemi boyunca da 200 – 400 mm suya ihtiyaç duyar. Türkiye de kuru tarım alanlarında ve kışlık ürün olarak mercimek ekildiğinde sulama gerekli değildir. Ancak ilkbaharda gerçekleşen yağışlar mercimek için oldukça önemli olmakta ve beklenen dönemlerde gerekli yağışların olmaması durumunda bitki yeterli miktarda gelişeme gösteremediği için bu tür durumlarda makinalı hasat çok mümkün değildir. Sadece bakla bağlama döneminde ve kurak geçen dönemlerde bir kerelik sulama yapılmasıyla verimde ciddi miktarda artış sağlanmaktadır. Güneydoğu Anadolu bölgesinde çeşide bağlı olarak yapılacak olan bir kerelik sulama ile 1380-1530 kg/ha’a kadar verim alınabilmektedir (Subaşı ve Mustafaoğlu, 1997).

Ülkemiz mercimek üretimi yapan ülkeler arasında Tablo 2’de de görüldüğü gibi ilk 5 ülke arasında yer almaktadır. Ülkemizde son iki yıl içerisinde ekim alanında yaklaşık 20 bin

hektarlık bir artış gerçekleşmiştir, gerçekleşen artış üretim miktarına yaklaşık 600 ton olarak yansımıştır. 2018 yılında Hindistan'ın ekim alanı Kanada'dan daha fazla olmasına rağmen Kanada da üretim daha fazla yapılmıştır. Bu durum Kanada'nın birim alandan aldığı ürün miktarının daha fazla olduğunu gösterir (FAO, 2021).

Tablo 2

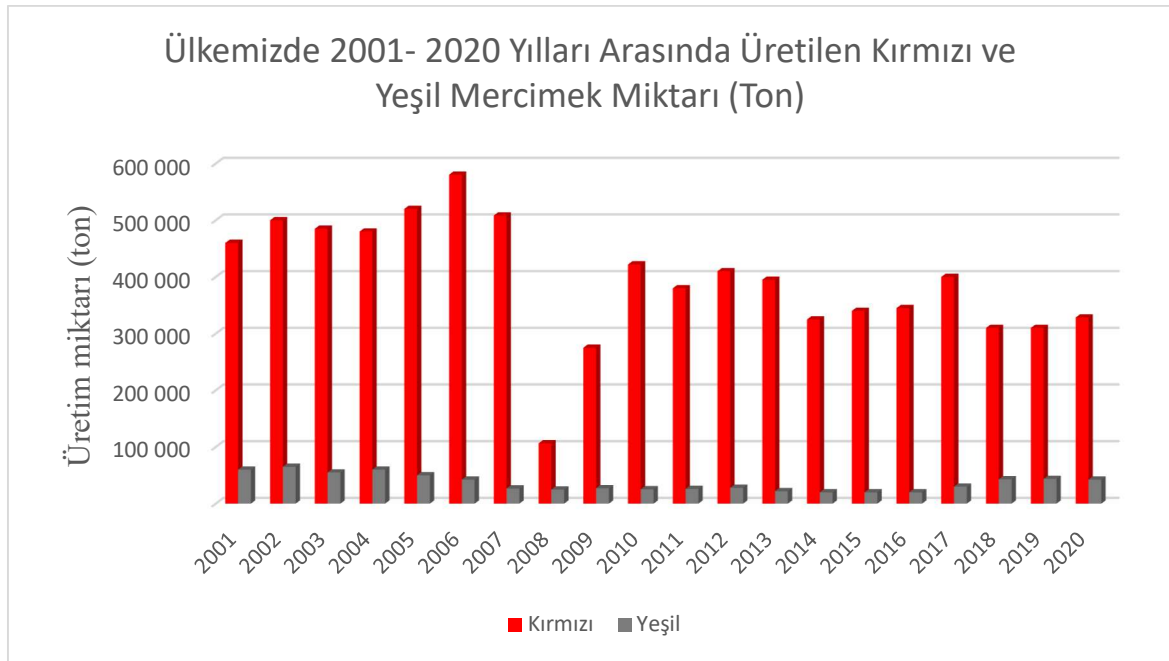
Dünyada mercimek üretiminde ilk 5’de yer alan ülkelerin 2018-2019 yıllarına ait ekim alanı (ha) ve üretim miktarı (ton) tablodaki gibidir (FAO, 2021).

	2018		2019	
	Ekim alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)	Ekim alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)
Kanada	1.499.400	2.092.136	1.488.600	2.166.900
Hindistan	1.549.210	1.621.810	1.362.720	1.227.820
Avusturalya	400.149	359.315	360.120	533.755
Türkiye	259.374	353.000	281.741	353.631
Nepal	198.605	249.491	208.766	251.185
Dünya	5.487.721	6.286.722	4.800.017	5.734.201

1.4.1. Türkiye’de Mercimek Yetiştiriciliği

FAO’dan alınan verilere göre mercimek dünya üretiminde ilk onda yer alan ürünler arasındadır. Dünyada 2019 yılı verilerine göre yaklaşık 5,5-5,7 milyon ton mercimek üretilmektedir, ülkemiz ise 353 bin tonla dünyadaki toplam mercimek üretiminin %6,16’sini karşılamaktadır (FAO,2021). Mercimek, Türkiye’nin önemli tarım ürünleri içerisinde bulunmakta ve içerikleri bakımından insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Kırmızı mercimek kışlık olarak, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde, yeşil mercimek ise İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Geçiş Bölgeleri’nde yazlık çeşit olarak yetiştirilmektedir. Yaz ve kış döneminde yetiştirilen çeşitlerin kendi zamanlarında ekilmelerine oldukça dikkat edilmelidir çünkü ekimde yaşanacak olan olası gecikme veya çeşitlerin yetiştirilmesi gereken mevsim

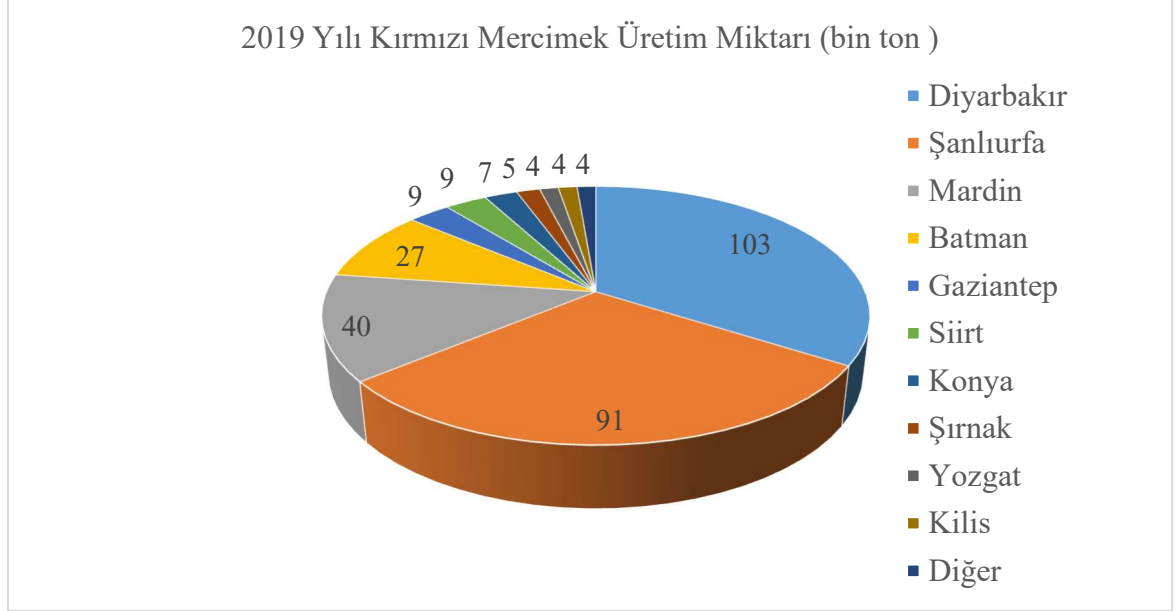
dışında ekilmesi ciddi verim kayıplarına yol açar. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kışlık ekim Kasım ayında, Orta Anadolu ve Geçiş Bölgeleri'nde ise Ekim'de yapılır. Çeşide bağlı olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde gelişme dönemini 136-230 günde tamamlayan mercimek Mayıs ayının sonları, Haziran ayının başlarında hasat edilir. Yazlık çeşit ekimi ise Şubat sonu ve Mart başı gibi yapılırsa da Mart ayında ekilmesi genelde tercih edilmez. Orta Anadolu ve Geçiş Bölgeleri'nde ise 83-110 günde gelişme dönemini tamamlayan mercimek bitkisinin Mayıs sonları, Haziran başlarında makinalı hasadı gerçekleştirilir (FAO,2021).



Şekil 3. Yıllara göre ülkemizde mercimek üretim miktarı (TÜİK, 2021).

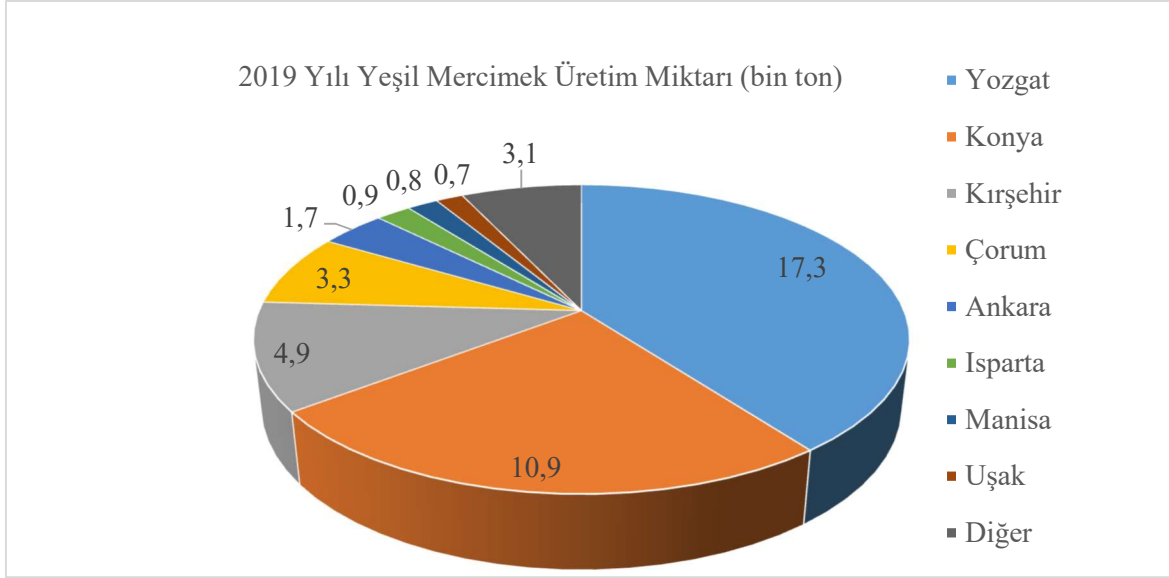
Şekil 3'te yer alan grafikte de görüldüğü üzere kırmızı ve yeşil mercimek üretim miktarı 2001-2020 yılları arasında kırmızı mercimek her zaman yeşil mercimekten daha fazla üretimi yapılmıştır. Bunun nedeni olarak da daha fazla talep edilmesi, kullanım alanının daha fazla olması ve ekonomik katkısının da daha fazla olması gösterilmektedir. 2000'li yılların başlarında yeşil ve kırmızı mercimek oldukça fazla üretilirken 2008 yılında ciddi bir düşüş gerçekleşmiştir, bu düşüşten sonra ise üretim miktarı hiçbir zaman eski seviyelere ulaşmamıştır. Günümüzde ise üretim olmasına rağmen ithal edilen mercimek miktarı üretim miktarıyla yarışacak seviyelerdedir (TÜİK, 2021).

Ülkemizde kırmızı mercimek 2020 yılında geçmiş iki yıla oranla %5,9 oranında artarak yaklaşık 328,4 bin ton üretilirken 2021 yılı verileri henüz işlenmediği için tahmini değerler üzerinden yorum yapılabilmektedir. Bu tahminler doğrultusunda %6,6 oranında artarak 350 bin ton üretim gerçekleşecektir (TÜİK, 2021).



Şekil 4. Grafikte ülkemizde 2019 yılı kırmızı mercimek üretim miktarları (bin ton) olarak verilmiştir (Gülaç, 2020).

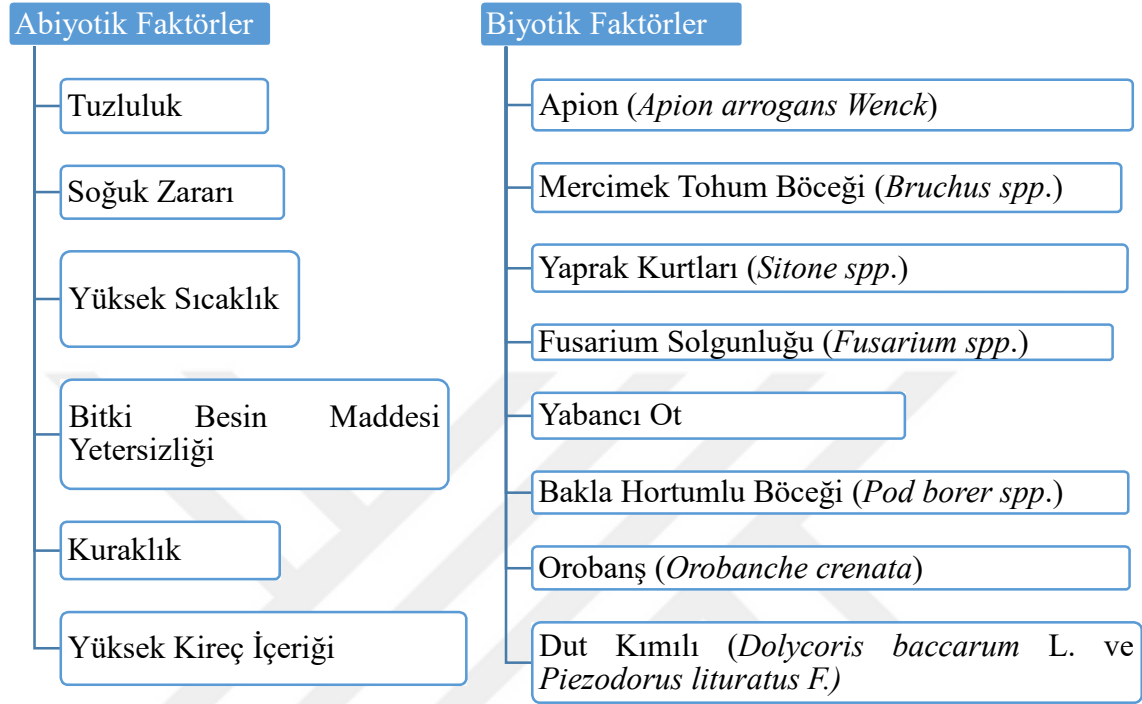
Ülkemizde 2019 yılına ait verilere bakıldığında Şekil 4’de verilen grafikte görüldüğü üzere toplam kırmızı mercimek üretiminin en büyük kısmı olan %33’ü Diyarbakır da üretilmektedir buda yaklaşık olarak 103 bin tona denk gelmektedir. Daha sonrasında ise sırasıyla % 29,4’ü Şanlıurfa, %13’ü Mardinde üretilmektedir. Bu veriler 2018 yılı verileri ile kıyaslandığında ise Diyarbakırda üretim %18 oranında azalırken bu üretim açığı Şanlıurfada önceki yıla göre %27 oranında sağlanan artış ile kapatılmıştır (Gülaç, 2020).



Şekil 5. Grafikte ülkemizde 2019 yılı yeşil mercimek üretim miktarları (bin ton) olarak verilmiştir (Gülaç, 2020).

Ülkemizde 2019 yılına ait verilere bakıldığında Şekil 5’de verilen grafikte görüldüğü üzere toplam yeşil mercimek üretiminin %17’si Yozgat da üretilmektedir buda yaklaşık olarak 10,9 bin tona denk gelmektedir. Daha sonrasında ise sırasıyla %10’u Konyada üretilirken %4,9 ile Çorum ülkemizde yeşil mercimek üretiminde üçüncü sırada yer almaktadır. Yeşil mercimek üretimi 2019 yılında 2018 yılına göre Yozgat’ta %23 oranında, Kırşehir’de %62 oranında artmıştır bu iki büyük üretim ilinde olan artış nedeniyle Konya’da %18 oranında azalma çok fazla etkilememiştir. Toplam yeşil mercimek üretimi ise %1,5 oranında artarak 43,6 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Gülaç, 2020).

1.5. Mercimekte (*Lens culinaris* M.) Rastlanılan Hastalık, Zararlı ve Yabancı Otlar



Şekil 6. Mercimekte biyotik ve abiyotik stres faktörleri (Lichtenhaler, H.K, 1996; Özberk, 2014; Aydoğan vd., 2008).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi mercimek bitkisinin hastalık ve zararlıları, geniş yapraklara sahip yabancı otlar bakımından oldukça fazla çeşide sahiptir (Özberk, 2014). Ülkemiz mercimek ekim alanlarının verimliliğini büyük düzeyde kısıtlayan önemli abiyotik faktörler Tablo 4’te de görüldüğü üzere bitki besin maddeleri yetersizliği, kuraklık, tuzluluk ve yüksek kireç içeriği, düşük ve yüksek sıcaklıklardır (Aydoğan vd., 2008). Biyotik faktörler içerisinde en çok zarara neden olan yabancı otlardır ve mercimeğin yabancı otlarla doğal yollarla mücadele yeteneği oldukça düşüktür buda %20 - %80 arasında verim kaybına yol açar (Aydoğan vd., 2008).

Biyotik faktörler arasında yer alan çeşitli böcekler (Apion, mercimek hortumlu böceği, yaprak kurtları, dut kırmızı) ve özellikle kırmızı mercimek üretim alanlarını son

zamanlarda ciddi zarara yol açan, önemli zararlılar arasında yer alan *Dolycoris baccarum* L. ve *Piezodorus lituratus* F. tebeşirleşme sorununa neden olmaktadır (Aydoğan vd., 2008).

Beyaz çiçekli canavar otu (*Orobanche crenata* Forsk.) ve mısırlı canavar otu [*Phelipanche aegyptiaca* (Pers.) Pomel.] önemli yabancı otlar arasında yer almaktadır. Kırmızı mercimek yetiştirilen alanlarında yaygın ve yoğun olarak görülür ve ciddi verim düşüşlerine neden olabilmektedirler (Bodenheimer, 1958).

Mercimek Hortumlu Böceğinin zararı bitki toprak yüzeyine çıktıktan sonra toprak üstü ve kök sistemini 2 aya kadar zarara uğratmaktadır. 1962’de British Museum’da R.T. Thompson tarafından *Sitona crinitus* (Herbst.) (*Coleoptera, curculionidae*) olarak mercimek hortumlu böceğinin teşhisi yapılmıştır. Ağırlıklı olarak mercimek bitkisinde zarar yapan bu böceğe Ziraî Mücadele Enstitüsü olarak Mercimek Hortumlu Böceği adı verilmiştir (Kılıç vd., 1968). Bu zararlının farklı türlerinin yonca ve bazı meyve ağaçlarında da zarara yol açtığı, yonca bitkisinin gelişiminin ilk evrelerinde önemli derecede zarara maruz kaldığı bilinmektedir (Bodenheimer, 1958).

En önemli konukçusu mercimek olan bir diğer zararlı ise, *Apion* (*Apion arrogans* Wenck), (*Coleoptera; Curculionidae*)’dur. Bakla, fiğ ve yonca da zararlıının konukçuları arasındır. Erginleri konukçuların yaprakçıklarında dairesel küçük delikler açarak beslenirken erginleri yapraklarda zarar meydana getirir ve asıl zarar tepe tomurcuğunda yaşayan larvalar tarafından yapılmaktadır. Larvaların verdiği zarar nedeniyle bitkinin büyüme gözü kurur, büyüme gözü kuruyan bitkinin büyümesi yavaşlar ve çoğu zaman bir süre sonra durur, bu nedenle bitki kısa bodur kalır bir şekilde hayatta kalmaya çalışan bitki yan dallar vermeye başlar. Bodur kalan bitkiler yeterli miktarda bakla üretemediği için doğrudan ürün veriminde düşüş ortaya çıkar. Bu nedenden dolayı oldukça fazla zarar görmüş tarlalar uzaktan bakıldığında duman renginde görülür. Mücadelesinde, mercimek tarlaları ekimden önce derin bir şekilde sürülerek ertesi yılın ergin popülasyonu azaltılabilir (Anonim, 2018).

Türkiye mercimek ihracatında ve üretiminde dünya pazarlarındaki yerini kaybetmiştir. Verimi olumsuz etkileyen biyotik ve abiyotik faktörlerin arasında bulunan kaliteli çeşitlerin geliştirilmesi ve strese dayanıklı bitkilerin elde edilmesiyle tekrar ihracatta ve üretimde yerini alabilir. Mevcut çeşitlerin, yetiştirildiği bölgelerde olumsuz çevre

şartlarından kaynaklanan bölgesel olarak verimin düşmesi toplam mercimek üretimini de doğrudan etkilemektedir.

1.5.1. Tuzluluk ve Tuz Stresi

Bitkilerin gelişimini etkileyerek fizyolojilerinde ve morfolojisinde farklı değişikliklere neden olan, kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde ürün verimliliği sınırlandıran, önemli abiyotik stres faktörlerinden biri tuz stresidir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Tuz stresi bitkilerde osmotik ve iyon stresine neden olarak büyüme ve gelişme olumsuz etkilenir. Bu olumsuz etkilerin sonuçları birçok faktöre göre farklılık gösterebilir; stresin düzeyine, bitkinin strese maruz kaldığı süreye, stres oluşturan tuzun çeşidine, strese maruz kalan bitkinin genotipine bağlı olduğu gibi bitkinin bu strese hangi gelişim döneminde maruz kaldığı bile ortaya çıkacak zararın şeklini ve boyutunu değiştirebilir (Çulha ve Çakırlar, 2011).

Tuz stresine maruz kalan bitkilerde çeşitli metabolik olayların özellikle de fotosentetik aktivitenin etkilenmesi bitkilerin hayatta kalma şansını gittikçe azaltmaktadır (Yavaş ve İlker, 2020). Bazı bitkiler bu koşullara karşı duyarlılık gösterirken, bazıları çeşitli fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler cevaplar ile indüklenen farklı tolerans mekanizmalarıyla hayatta kalmayı zorda olsa başarırlar. Tuza karşı tolerans mekanizmalarını kontrol eden fizyolojik ve biyokimyasal cevapları kök yoluyla alınan iyonların sürgünlere iletiminin kontrolü, iyonların bitkilerde farklı doku ve hücrelerde biriktirilmesi veya atılması, osmotik düzenleyicilerin sentezi ve antioksidan sistemlerini oluşturur. Oluşturulan moleküler cevaplar çeşitli genlerin ve sinyal iletim yollarının aktivasyonunu veya inaktivasyon oluşturur. Bu cevaplar sonucunda bitkilerde tuz dengesinin regülasyonunun korunması gerçekleşir (Çulha ve Çakırlar, 2011).

Oluşma sebeplerine göre tuzluluk birincil (doğal) ve ikincil (sekonder) olarak iki farklı gruba ayrılır. Doğal tuzluluğun oluşma nedenleri ana kayaların parçalanması, okyanuslar ve iklimsel faktörlerdir (Munns ve Tester, 2008). İkincil tuzluluğun oluşma nedenleri ise tarımsal alanlarda yoğun, bilinçsiz ve yanlış sulama, tuz bakımından zengin yeraltı sularının toprak yüzeyine kadar çıkması.

Bir bölgenin doğal vejetasyonunu ortadan kaldırılmasıyla tarım arazilerinin açılması ve toprakların tuzluluğa sebep olan kimyasal maddelerle muamelesi olarak sıralanmaktadır

(Pessarakli ve Szabolcs, 2010). Dünyadaki tuzdan etkilenmiş toprakların büyük kısmını Na_2SO_4 ve NaCl 'den kaynaklandığı tuzlu topraklar oluşturmaktadır (Pessarakli ve Szabolcs, 2010). Bunun sonuçları olarak bitkinin gövde, kök uzunluğunda ve ağırlığında azalma, yapraklarda incelmeye, daralma ve sayılarında azalma. Yaprak yüzeyinde bulunan kutikula ve mumsu tabakasında incelmeye, dokularda meydana gelen farklılaşmalar sonucunda bitki gelişiminde yavaşlamaya sebep olur. Ayrıca, erken dönemde kökte lignifikasyon (hücre duvarında odunlaşma) oluşumu da ortaya çıkan değişiklikler arasında yer almaktadır (Reddy vd., 1999; Pessarakli ve Szabolcs, 2010).

1.6. Tohum Ön Çimlendirme Uygulamaları (Priming)'nın Etkileri

Tohum, bitkisel üretimde en çok tercih edilen materyaldir. Bu nedenle kullanılan tohumda meydana gelen en ufak bir değişiklik veya anormallik doğrudan çimlenmeyi sonrasında çıkışı ve daha ileri aşamalarda ürün kalitesini ve verimini etkilemektedir. Ortaya çıkan bu olumsuzluklar bazen tohumdan bazen tohumun yetiştirilmiş olduğu mevcut çevrede gerçekleşen bir olumsuzluktan kaynaklanıyor olabilir. Bu farklılık ve olumsuzluklara örnek olarak embriyonun küçük kalma durumu ve tohum kabuğu gibi tohumdan kaynaklı durumlar söz konusu olabilir. Bu tür durumlarda çimlenme zor veya düzensiz olur, hızlı ve homojen bir çimlenme sağlamakta bu tür nedenle oldukça zordur. Ortaya çıkan olumsuzlukların giderilmesi ve ya en az seviyeye indirilebilmesi amacıyla tohumun çimlenmesi için optimum koşullar sağlanmalıdır. Bu koşullarda doğal olarak sağlanamadığı zamanlarda dışardan müdahale gerektiren durumlar olabilir. Çimlenme oranının arttırılması için yapılan uygulamalar sonucunda ozmotik koşullandırma sayesinde çimlenme sırasında meydana gelmesi gereken metabolik aktivitelerin uyarılması sonucunda radikula çıkışı olmadan su alımı başlamış olur (Heydecker ve Gibbins 1978).

Tohumdaki depo maddelerinin parçalanmasını sağlayan enzimler teşvik edilerek depo maddelerinin kullanımı gerçekleşir (Demir vd., 1994; Elkoca 2007). Tohumların mevcut çimlenme oranlarını arttırmayı veya iyileştirme amacıyla yapılan ön çimlendirme genel olarak polietilen glikol, mannitol ve farklı potasyum içerikli maddeler kullanılarak gerçekleştirilir (Heydecker ve Coolbear, 1977). Bu uygulamalar dışında bitki hormonlarından bazıları tohumların mevcut çimlenme performanslarının arttırılmasına

yönelik yapılan çalışmalar sonucunda pozitif etki sağladıkları tespit edilmiştir (Karakurt vd., 2010).

Yapmış olduğumuz bu çalışmada mercimek tohumlarının tuz (NaCl) stresinin etkisinin çimlenme ve çıkış dönemlerinde belirlenmesi ve olumsuz etkinin, farklı hormon ve hormon dozlarıyla ne kadar giderilebileceği araştırılmıştır.



İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kökten vd., (2003) 5 mercimek genotipinin tuz (NaCl) toleransı üzerine yaptıkları çalışmada bitkileri 5 farklı NaCl konsantrasyonunda yetiştirmişlerdir. Çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru ağırlığı ile tuz toleransı oranlarının belirlemişlerdir. NaCl muamelesi altında yetiştirilen bitkilerde kuru madde veriminin, kontrol uygulamalarına kıyasla farklı olduğu ortaya konmuştur. Yapılan çalışma sonucunda genotiplerin tuz tolerans indeksi, sırasıyla Altın Toprak ve Çağır çeşidi, yüksek düzeyde tolerans göstermiş, Yerli Kırmızı ve Fırat-87 çeşidi orta düzeyde bir toleranslık gösterirken, Seyran-96 çeşidinin NaCl'e en duyarlı çeşit olduğunu belirlemişlerdir.

Yıldırım ve Güvenç, (2006) biber çeşitlerinin çimlenme üzerine tuzluluğun etkisini belirlemek, fide ve çimlenme döneminde, biber çeşitlerinin tuza tolerans bakımından genetik potansiyellerini belirlemek için yürüttükleri çalışmada 11 biber çeşidi 14 gün süreyle 0, 85, 170 ve 215 mM NaCl içeren çözeltilerde çimlendirmişlerdir. Denemelerinde, çimlenme yüzdesinin tuz konsantrasyonu artışına bağlı olarak azaldığını belirlemişler, 11-B-14'ün, %71 ile 215 mM tuzlulukta en yüksek çimlenme gösteren çeşit olduğu tespit etmişlerdir. Tuzluluğun incelenen çeşitlerde çimlenme hızında olumsuz etkilediği belirlemişlerdir. 215 mM tuzlulukta çimlenme hızı en yüksek 2.42 ile 11-B14 çeşidi, en düşük 0 ile Kandil Dolma çeşidi olduğunu belirlemişlerdir.

Solaimanifar ve Asemaneh, (2021), yapmış oldukları çalışmada Silisyumun (Si) bazı bitki türlerinde tuz stresini azalttığı belirtildiğinden, Silisyumun tuzluluk altında *Lens culinaris* Medik üzerindeki etkileri bu çalışmalarında araştırmışlardır. Faktöriyel bir deneme de besin çözeltisindeki dört Silisyum seviyesinin (0, 0.1, 0.25 ve 0.5 mM) bitki büyümesi ve tuzluluk altında fizyolojik parametreler (0, 40 ve 80 mM NaCl) üzerindeki etkilerini dikkate almışlardır. Tuzluluk kuru ağırlığı, gövde uzunluğunu, yaprak alanını, klorofil ve antosiyanin içeriğini, potasyum (K) ve protein konsantrasyonunu, K'nin sodyum (Na) oranını ve kök Si içeriğini azaltırken, karotenoid içeriğini artırdığını tespit etmişlerdir. Si, özellikle 0,1 mM'de besin çözeltisindeki konsantrasyon, artan kök ve sürgün uzunluğu, bitki kuru ağırlığı ve yaprak alanı, bununla birlikte, daha yüksek Si konsantrasyonları, çoğu özellik üzerinde genellikle olumsuz bir etkiye sahipti olduğu verilerine ulaşmışlardır. Ayrıca, bazı Si seviyeleri yaprak klorofil, karotenoidler ve

antosiyenin, K, Si ve protein içeriğini önemli ölçüde artırmış, ancak tuzluluk altında bitki Na içeriği miktarını azaltmıştır. Genel olarak, düşük seviyelerde Si kullanımının, tuzluluğun *L. culinaris* üzerindeki zararlı etkilerini azaltabileceği ve bitkinin tuz stresine karşı direncini artırabileceği görülmektedir.

Karagüzel vd., (2003) çalışmalarında yapraktan yapılan 0 (kontrol) ve giberellik asit (GA_3)'in 250- 500 mg/litre olmak üzere iki farklı dozunu uygulamalarında kullanarak Hazeranların (*Consolida orientalis* (Gay) Schröd.) çiçeklenmeye ait özellikleri, yaprak ve çiçekte taç yaprakların rengine etkisini belirlemiştir. GA_3 uygulamasının bitkilerde birçok morfolojik karakter üzerinde ana ve ikincil çiçek salkımlarının boyu, gövde çapı, boğum arası uzunluğu ve çiçek sayısında artışlar olduğunu gözlemlemişlerdir. Sekonder çiçek salkım sayısı, yapraklara ait renk değerleri ve çiçeklenmeye kadar geçen süreye bu uygulamaların etkisinin istatistiksel anlamda önemli olmadığını belirlemişlerdir. Bunun dışındaki sonuçlarda ise GA_3 'in 250 ve 500 mg/litre dozlarındaki uygulamalarının çiçeklerde renk parlaklık değerinin (L^*) değiştiğini bununda çiçeklerin taç yapraklarının çok daha açık renkli görünmesine sebep olduğunu belirlemişlerdir.

Özcan, (1999) tuz stresi altındaki gelişimini, prolin, Na, Cl, P ve K konsantrasyonlarındaki farklılıkların araştırılması amacıyla ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen üç farklı nohut çeşidini (Damla Canitez-87 ve ILC-195/2) kullanmıştır. Tuzlu toprakta yetiştirilen nohut ile tuzsuz toprakta yetiştirilen nohut çeşitlerinin tuzluluğa gösterdikleri tepkiler karşılaştırmak amacıyla toprağa 68 mmol kg⁻¹ NaCl ilave edilmiş ve tuzlu toprak elde edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, Damla çeşidi diğer iki çeşide (Canitez-87 ve ILC-195/2) göre tuzdan oldukça az etkilenmiştir. Tuz stresine maruz bırakılan Damla çeşidinin kuru ağırlığı diğer çeşitlere göre çok daha yüksek olmuştur ve genelde Na ve Cl konsantrasyonlarının diğer çeşitlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerin prolin, Na, Cl ve P konsantrasyonu tuz stresine maruz bırakıldıklarında artmış, K konsantrasyonu ise azalmıştır.

Baran ve Doğan, (2014) yaptıkları çalışmada soya (*Glycine max* L.) bitkisine farklı tuz konsantrasyonları (50, 75, 100, 125, 150 mM) uygulanarak oluşturulan tuz stresi altında, salisilik asidin farklı (0,1, 0.25, 0,5, 0.75 ve 1,0 mM) konsantrasyonlar uygulayarak bitkide meydana gelen değişiklikleri araştırmışlardır. Soya bitkilerinin klorofil, MDA, iyon (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}) prolin ve iyon içeriklerinin uygulanan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak kontrol bitkilerine göre farklılıklar gösterdiğini belirlemişlerdir. Farklı tuz konsantrasyonun

MDA, prolin, sodyum ve kalsiyum miktarında artışa neden olurken klorofil, potasyum ve magnezyum miktarında azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuçları kabul ederek salisilik asit uygulaması sonucunda MDA, prolin, sodyum ve kalsiyum miktarında azalma, klorofil, potasyum ve magnezyum miktarında artış söz konusudur. Çalışma sonuçlarına göre salisilik asidin tuz stresine karşı koruyucu özellik gösterdiği ve uygulanan salisilik asit miktarı ile klorofil, MDA, iyon, prolin arasında pozitif bir korelasyon olduğunu belirlemişlerdir. Salisilik asit konsantrasyonu 1.0 mM olan tuz stresine karşı toleransı artırıcı etki yaptığı sonucuna varmışlardır.

Eryılmaz ve Aydemir, (2005) farklı tuz konsantrasyonlarında 15 günlük süreçte (50, 100, 150, 200, 400 mM) *Lens esculenta* bitkisindeki antioksidan enzim aktivitelerindeki ve lipid peroksidasyonundaki (LPO) değişimleri incelemişlerdir. Yapılan çalışmalarda 15 gün boyunca guasikol peroksidaz enzim düzeylerinin kontrole göre artan tuz konsantrasyonu ile orantılı olarak arttığını, askorbat peroksidaz (APX) enzim düzeylerinin ise azaldığı belirlemişlerdir. LPO değerleri incelendiğinde 50, 100, 150, 200, 400 mM tuz konsantrasyonlarında kontrol bitkilerine göre artmalar gözlemlendiğini ortaya koymuşlardır. Katalaz aktivitelerinde ise kontrol bitkilerine göre artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak azalmalar tespit etmişlerdir.

Korkmaz vd., (2016) biberde fide aşamasında soğuk stresine karşı tolerans sağlama üzerine yaptıkları çalışmada melatonin hormonun etkilerini araştırmışlardır ve biber fidelerine saf (distile) su içerisine 0, 1, 5 ve 25 µM konsantrasyonlarında melatonin hormonu içeren solüsyonlar hazırlayarak bitkiler dört tam yaprağa sahip olduklarında yapraklarına püskürtme yoluyla uygulamışlardır. Melatonin hormonunu püskürtme yoluyla uygulandıktan 24 saat sonra biber fidelerini soğuk stresine maruz bırakılmışlardır ve soğuk stresine karşı toleransı arttırdığını, yapraktan yapılan melatonin uygulamalarının soğuk stresi altında olan biber fidelerinin gelişmelerini olumlu şekilde etkilediğini gözlemlemişlerdir. Farklı melatonin konsantrasyonlarının karşılaştırılmasında antioksidan enzim aktivitesi, fotosentetik aktivite ve doku nispi su içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Yapraktan püskürtme yoluyla uygulanan 5 µM konsantrasyonda melatoninin etkisi, bu çalışmadan elde edilen verilere göre, soğuk stresine karşı toleransı arttırmada kullanılabilecek bir yöntem olarak araştırmacılar tarafından belirlenmiştir.

Kaydan ve Yağmur, (2006) yapmış oldukları çalışmada deneme materyali olarak buğday hattı (*Triticum aestivum* L. ssp *vulgare* Vill. v. *Leucospermum* Körn) ve Kayı-91

(*Lens culinaris* Medik.) yeşil mercimek çeşidini kullanmışlardır. Tohuma doğrudan uygulama ve yapraklara püskürtme yoluyla iki farklı şekilde ve farklı konsantrasyonlar da salisilik asit dozları (0 mg da-1, 1.281 mg da-1, 128,1 mg da-1, 12.810 g da-1) uygulayarak salisilik asidin verim ve verim ögeleri üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada elde ettikleri sonuçlarına göre buğday materyaline yapılan uygulama sonucunda bin dane ağırlığı ve birim alan tane verimine, başakta tane verimine, bitki boyuna, başak uzunluğuna, metrekarede fertil başak sayısına, tane sayısına, farklı uygulama şekillerinin herhangi bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Ancak, farklı salisilik asit dozlarının metrekarede fertil başak sayısı ve bin tane ağırlığı dışındaki tüm araştırılan özelliklere de artan dozlara bağlı olarak doğru orantılı arttırdığını belirlemişlerdir ve en yüksek tane verimi 277,58 kg da-1 ile 12.800 g da-1 salisilik asit dozundan elde etmişlerdir. Birim alan tane verimi (kg da-1) kontrol dozuna göre %24,8 daha fazla olarak belirlemişlerdir. Mercimek materyalinde ise bitki boyu, metrekareye düşen bitki sayısı ve bin tane ağırlığına salisilik asit dozları ve uygulama şekillerinin istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığını belirlenmiştir. Toplam dal sayısı, tane sayısı, tane verimi salisilik asit dozlarının artması ile artmış, yaprağa püskürtme ve tohuma salisilik asit uygulaması ile bitkide toplam dal sayısı ve bitkide tane sayısı artışı gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek tane verimi birim alanda; 141,60 kg da-1 ile 12.810 g da-1 salisilik asit dozu ve yapraktan uygulaması ile elde edilmiş ve birim alan tane verimi kontrol uygulamasına göre %35 artış gösterdiği belirlenmiştir.

Turhan ve Şeniz, (2015) çalışmalarının sonuçlarına göre, farklı tuz konsantrasyonlarının domates genotiplerinin toplam çimlenme yüzdesi üzerine etkisinin önemli olduğunu belirlemiştir ve tüm genotipler de tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenmenin azaldığını belirlemiştir. Azalmaların oranı genotiplere ve tuz dozlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Çimlenme yüzdesi en yüksek olan kontrol grubu olduğunu daha sonra tuz konsantrasyonu arttıkça domateste çimlenme yüzdesinin azaldığını belirlemişlerdir.

Parlakova vd., (2017) yaptıkları çalışmada Hüsnüyusuf (*Dianthus barbatus* L.) tohumlarına GA₃'in çimlenme öncesinde uygulanmasının, tuzlu koşullarda tohum çimlenmesi üzerine etkisini belirlemişlerdir. Çalışmada, 40 ppm GA₃ ön uygulaması yapıldıktan sonra saf su ile sulanan hüsnüyusuf tohumlarının %83.50 ile en yüksek çimlenme oranını bulunmuştur. En düşük çimlenme oranı %4 ile saf su ön uygulaması yapılmış olan 100 mM NaCl ile sulanan tohumlarda belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi ise 3 (gün) ile en düşük olarak 20 ppm GA₃ ön uygulaması yapılmış ve saf su ile sulanan Hüsnüyusuf

tohumlarında tespit etmişlerdir. Tuz, konsantrasyonuna bağlı olarak hüsnüyusuf tohumlarının çimlenmesini engelleyen bir faktördür. Çimlenme öncesi ön uygulama olarak GA₃ uygulamasının, tuz stresinin hüsnüyusuf tohumlarının çimlenmeyi baskılayıcı etkisini büyük ölçüde ortadan kaldırdığını belirlemişlerdir.

Çavuşoğlu vd., (2007) çalışmalarında arpa (*Hordeum vulgare* L. var. Bülbül 89) tohumlarının tuz stresinde çimlenmesi, çimlendirilen bitkilerin fide büyümesi ve yaprak yapısına gibberellik asit (GA₃), kinetin (Kin) ve etilenin etkilerini araştırmışlardır. Tuz stresi altında çimlendirilen tohumlarda çimlenme oranına ve fide büyümesine stresin olumsuz etkisini gidermede bitki büyüme düzenleyicisi ön uygulamalarının oldukça önemli bir etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, uygulanan bitki büyüme düzenleyicilerinin arpa fidelerinin yaprak morfolojisi üzerinde etkili olduğu ve bu farkın istatistiksel açıdan önemli olduğunu belirlemişlerdir.

Pandey ve Sengar, (2020) tuzluluk, bitki büyümesi ve üretkenliği üzerinde kısıtlamalar yaratan majör abiyotik stres olarak kabul edilir. Toleranslı genotiplerin bilgisi ve bunların değişkenliği, herhangi bir ıslah programının başarısı için önemli bir gerekliliktir. Bu nedenle bu çalışma, morfolojik, fizyolojik ve verim özelliklerine göre on mercimek genotipinde tuzluluk toleransını taramaya çalışılmıştır. Deneysel bulgulara dayanarak, her iki tuzluluk seviyesi altında incelenen genotipler arasında PDL1 genotiplerinin oldukça toleranslı olduğu ve PL07, PL04, IPL316, IPL406 genotiplerinin orta derecede toleranslı olduğu, L4076, L4147, DPL62, DPL58 ve K75 genotiplerinin hassas olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, verim nitelikleri temelinde, PDL1 genotipinin, her iki tuzluluk seviyesi altında incelenen genotipler arasında en toleranslı olduğu bulunmuştur. PDL1 genotipi, daha yüksek bakliyat üretimi elde etmek için tuzdan etkilenen bir bölgeye mensup çiftçi için çok faydalı olacaktır.

Köse, (2012) tuza tolerant ve tuza hassas çeşitleri belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmasın da 6 farklı kırmızı mercimek çeşidi (Çağıl, Çiftçi, Kafkas, Malazgirt, Seyran ve Özbek) kullanmıştır. Bu çeşitler arasında kök ve gövde fizyolojik ve biyokimyasal analizlerin yaparak karşılaştırmış ve bu karşılaştırmalara göre çeşitleri belirlemiştir. Kontrol grubuyla birlikte iki farklı konsantrasyon da (100 mM ve 150 mM) NaCl uygulamıştır. Bu uygulamalar sonrasında bazı parametrelere bakılmıştır; iyon geçirgenliği, ağırlık, MDA, uzunluk ve prolin miktarlarının tayinini yapmıştır. Gövde ve kök antioksidant savunma sistemine (SOD, CAT, APX ve GR enzimleri aktivite tayini) etkisini gözlemlemek amacıyla

iki çeşidi birbiri ile karşılaştırmıştır. SDS-PAGE ve Bioanalyzer uygulayarak her çeşidi kendi içinde ve tolerant-hassas çeşitlerin toplam protein profillerini karşılaştırmış ve Seyran tuza tolerant çeşitken, Malazgirt tuza hassas mercimek çeşidi olarak, fizyolojik ve biyokimyasal analizler sonucu belirlemiştir.

Günel, (2011) çalışmasında Jasmonik Asit (JA) uygulamasının patlıcan embriyo kültüründe tuza toleransını etkileyip etkilemediğini araştırmıştır. Tuza tolerant 32 günlük Mardin Kızıltepe patlıcanı ile tuza hassas Kemer patlıcan çeşidine ait embriyoları, doku kültüründe geliştirmiştir. Besiyeri olarak kontrol, 10 μ M JA, 20 μ M JA, 100 mM NaCl, 10 μ M JA +100 mM NaCl, 20 μ M JA + 100 mM NaCl, 10 μ M JA (Ön uygulama) +100 mM NaCl veya 20 μ M JA (Ön uygulama) + 100 mM NaCl ilave edilmiş Murashige ve Skoog besin ortamını kullanmıştır. Kontrol materyallerinde bitki gelişmesi normal ve çimlenme oranı %100 olmuş, tuz veya JA ilavesi yapılan tüm ortamlarda gelişme farklı oranlarda yavaşlamıştır. Jasmonik Asit (JA) ilave edilmesi, tuz stresinden daha fazla durdurucu etkiye sahip olduğunu gözlemlenmiştir. JA uygulamaları arasında, önce 10 μ M JA kullanılan ve sonra tuzlu ortama alınan fideler diğerlerine göre çok daha iyi gelişme gösterdiğini belirtmiştir. Antioksidatif enzimler olan Katalaz (CAT), Süperoksit Dismutaz (SOD), ve Askorbat Peroksidaz (APX) değerleri tuz ve JA aynı anda içeren ortamlarda kontrole göre çok daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Tuza tolerant M. Kızıltepe çeşidi, Kemer'e göre enzim aktiviteleri bakımından daha yüksek değerlere sahip olduğunu belirlemiştir. JA'nın kullanım dozlarının nanomolar seviyelerine düşürülmesinin çok daha iyi sonuçlar vereceği sonucuna ulaşmıştır. Bununla birlikte embriyo kültürlerinin fizyolojik çalışmalarda tüm bitki sistemleri kadar olumlu sonuçlar verebildiğini de çalışmasında ortaya koymuştur.

Tabur ve Demir, (2008) çalışmalarında mitotik indeks, kromozom anormallikleri üzerine gibberellik asit (GA_3), kinetin (Kin), benziladenin (BA), 24-epibrassinolid (EBR), ve poliamilerin (kadaverin-Kad, spermidin-Spd, spemin-Spm), putresin-Put ikili, üçlü ve dörtlü kombinasyonlarının tuz stresi altında çimlendirilen arpa tohumları (*Hordeum vulgare* L. var. Bülbül 89) üzerine etkilerini araştırmışlardır. Mitotik aktivite tuz konsantrasyonundaki artışıyla doğru orantılı olarak ciddi ölçüde azalmış ve kromozom anormallik yüzdesin de benzer oranda artış olduğunu belirlemişler. Yüksek tuz konsantrasyonlarında kullanılan kombinasyonlar mitotik aktivitesi üzerinde oldukça olumlu bir etkiye sahip olan bitki büyüme düzenleyicisi kombinasyonlarıdır. Ayrıca bu büyüme düzenleyicilerinin çoğunluğu tüm tuz seviyelerinde kromozom anormallik yüzdesi

zerindeki olumsuz etkiyi önemli ölçüde azalttđđını belirlemişlerdir. Sonuç olarak, kullanılan bitki büyüme düzenleyicisi kombinasyonlarının arpa tohumlarının mitotik indeks ve kromozom anormallikleri üzerinde farklı seviyelerde etkili oldukları ve bu farkın istatistiksel açıdan önemli olduğunu ortaya koymuşlardır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma 2020-2021 yılları arasında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Bitki Moleküler Genetik ve Biyoteknoloji laboratuvarında yürütülmüştür.

3.1 Materyal

Araştırmada 11 mercimek çeşidine ait tohumların farklı tuz konsantrasyonlarına (0, 75, 150, 225, 300mM) verdikleri tepkiler çimlenme ve çıkış denemeleri ile test edilmiştir. Araştırmada kullanılan tohum materyallerinin temin edildiği yerler tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3

Araştırma materyali olarak kullanılan çeşitler ve temin edildikleri kaynaklar.

	Çeşit Adı	Temin Edildiği Yer
1	Kafkas	Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü
2	Özbek	Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü
3	Çiftçi	Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü
4	Ceren	Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü
5	Seyran	GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü
6	Fırat 87	GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü
7	Çağıl	GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü
8	Tigris	GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü
9	Yerli kırmızı	GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü
10	Altın Toprak	GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü
11	Siyah	Market

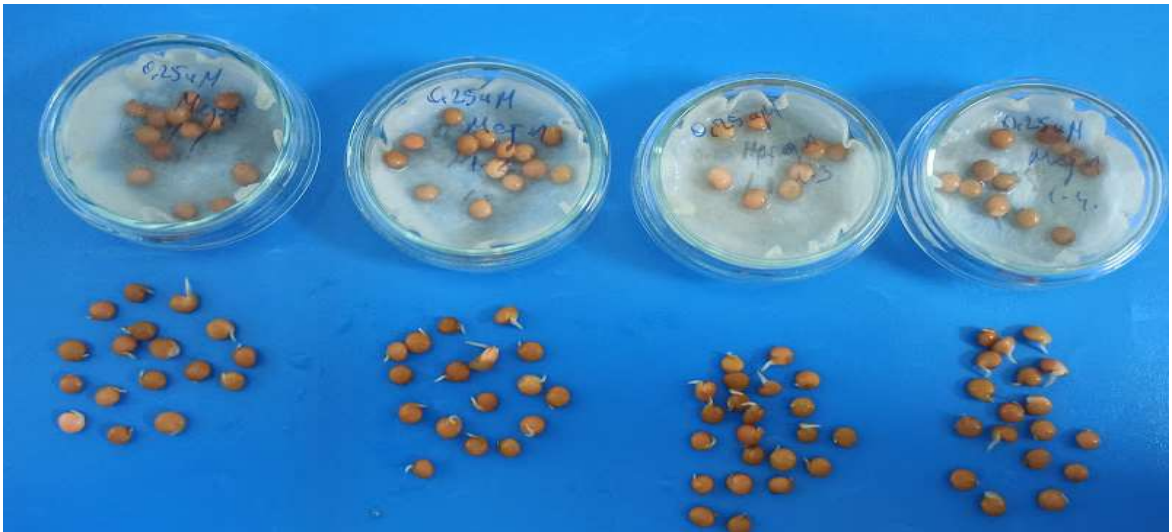
3.2 Yöntem

3.2.1 Mercimek Çeşitlerinin Çimlenme ve Fide Çıkışı Evrelerindeki Farklı Tuz Stresine Toleranslık Seviyelerinin Belirlenmesi

Tuz Stresinin Tohum Çimlenmesi Üzerine Olan Etkileri

Bu amaçla 11 mercimek çeşidine ait tohumlar, her tekerrür de 50 adet tohum olacak şekilde faktöriyel olarak düzenlenmiş tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Tohumlar içerisinde çift katlı kurutma kâğıdı bulunan kapaklı cam petri (60x15mm) kaplarına alınmıştır. Farklı konsantrasyonlarda (0, 75, 150, 225, 300mM NaCl) hazırlanan tuz solüsyonundan her petri kabına 5ml ilave edilmiştir. Petriler 23 ± 0.5 °C’de karanlık şartlarda iklimlendirme kabininde kontrollü şartlarda çimlenmeye bırakılmıştır. Çalışmada kullanılan tuz dozları yapılan ön denemelerle tespit edilmiştir.

Her gün aynı saatte gerçekleştirilen kontrollerde 1-2 mm kökçük (radikula) çıkışı gösteren tohumlar (Şekil 7) çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve sayılarak petri kaplarından uzaklaştırılmıştır. Deneme üç gün üst üste hiçbir petride çimlenen tohum gözlenmeyene kadar (toplam 10 gün) devam etmiştir (Tiryaki, 2006).



Şekil 7. Her petri de çimlendi olarak kabul edilen tohumların genel görünümü.

Çimlendirme Denemesinde Ölçülen Parametreler

Çimlendirme denemesi sırasında günlük olarak alınan değerler kullanılarak, literatürde belirtildiği şekli ile aşağıda belirtilen parametreler alınmıştır (Tiryaki, 2009).

Çimlenme Oranı (%): $[\text{Çimlenen tohum sayısı} / \text{Toplam tohum sayısı}] \times 100$ olarak hesaplanmıştır.

Çimlenme Oranının (Arcsin) Transformasyonu [ÇimY]: ÇimY olarak belirlenen değerlerin açısal (arcsin) transformasyonu alınarak hesaplanmıştır.

Çim₅₀ (gün): Çimlenen tohumların % 50'sinin çimlenmesi için gerekli gün sayısı.

Çim₁₀₋₉₀ (gün): %10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye ulaşmak için gerekli gün sayısı.

Tuz Stresinin Fide Çıkışı Üzerine Olan Etkileri

Farklı tuz konsantrasyonlarının fide çıkış parametreleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla tohumlar önce içinde çift katlı kurutma kâğıdı bulunan kapaklı cam petri kapları (60x15 mm) içerisine alınarak 24 saat süreyle karanlıkta $23 \pm 0,5$ °C'de çimlenme denemesinde kullanılan tuz konsantrasyonları ile iklimlendirme kabini içinde ilgili literatürde (Tiryaki ve Kaplan, 2019) belirtildiği şekilde priming işlemi uygulanmıştır (Şekil 8). Böylece torf ortamında tekrarlanan sulama suyu ile giderek artış gösterebilecek muhtemel tuz konsantrasyonlarının oluşmasına engel olunmuş ve çimlenme denemesinde kullanılan tuz konsantrasyonlarının aynısı priming ortamı olarak kullanılmıştır. Bu sayede priming süresince oluşturulan tuz stresinin fide çıkış parametreleri üzerine olan etkileri tespit edilmiştir.



Şekil 8. Çıkış denemesine alınacak tohumlara 24 saat süre ile farklı tuz konsantrasyonlarında uygulanan ön çimlendirme uygulamasına ait görsel.

Priming sonrası tohumlar saf su yardımı ile üç kez durulanmış ve 1-2 saat oda şartlarında kurutulmaya bırakılmıştır. Devamında içlerinde torf bulunan viyollere, ekim derinliği 2.5-3 cm ve her viyolde 4 tohum olacak şekilde elle ekilmiştir. Deneme dört tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre, her tekerrürde 30 tohum olacak şekilde yürütülmüştür. Tohumlar ekildikten sonra viyoller saf su ile sulanmış ve nem kaybını önlemek amacıyla çıkışlar gerçekleşene kadar üzeri Şekil 9’da görüldüğü gibi streç film yardımıyla kapatılmıştır. Ardından sıcaklığı 23 ± 0.5 °C, 8/16 saat karanlık/aydınlık, nem içeriği %60-70 olacak şekilde ayarlanmış iklim odasında 15 günlük çıkış denemesine alınmıştır. Kontrol tohumlarına aynı işlemler saf su (dH₂O) uygulanarak yürütülmüştür.



Şekil 9. Viyoller de çıkış gerçekleşene kadar su kaybını minimuma indirmek amacıyla üzerinin streç filmle kapatıldığına ait görsel.

Çıkışlar günlük olarak kontrol edilmiştir. Şekil 10'de görüldüğü gibi torf yüzeyine çıkan tohumlar çıkış olarak kabul edilmiş ve kaydedilmiştir.



Şekil 10. Ceren çeşidinin 300mM NaCl konsantrasyonunda çıkış kabul edilen parametreye ait görsel.

Çıkış Denemesinde Ölçülen Parametreler

Fide Çıkış Oranı (%): $[\text{Çıkış gerçekleştiren tohum sayısı} / \text{Toplam tohum sayısı}] \times 100$ olarak hesaplanmıştır.

Çıkış Oranının (Arcsin) Transformasyonu [ÇıkY]: ÇıkY olarak belirlenen değerlerin açısal (arcsin) transformasyonu alınarak hesaplanmıştır.

Fide Çıkış Hızı (Çık₅₀) (gün): Çıkış gerçekleşen tohumların % 50'sinin çıkması için gerekli gün sayısı.

Fide Çıkış Homojenitesi (Çık₁₀₋₉₀) gün: %10 'dan % 90 fide çıkışına ulaşmak için gerekli gün sayısı.

Fide Boyu (cm): Fide çıkış denemesinin son gününde her tekerrürde çıkış gösteren tüm fidelerin toprak yüzeyinde bulunduğu ilk noktadan en son yaprak ucuna kadar olan uzunluk cetvel ile ölçülmüş ve aritmetik ortalamaları alınmıştır.

Yaprak Sayısı (adet/fide): Fide çıkış denemesinin son gününde her tekerrürde çıkış gösteren fidelerden tesadüfen seçilen 10 bitkideki tüm yaprakların aritmetik ortalamaları alınarak belirlenmiştir.

Yaprakçık Sayısı (adet/fide): Fide çıkış denemesinin son gününde her tekerrürde çıkış gösteren ve tesadüfen seçilen 10 bitkilerdeki tüm yapraklardaki yaprakçıklar sayılarak aritmetik ortalamaları alınmıştır.

Ana Gövde Kalınlığı (mm): Fide çıkış denemesinin son gününde her tekerrürde çıkış gösteren ve tesadüfen seçilen 10 bitkilerin ana gövde kalınlıkları kumpas yardımı ile ölçülerek aritmetik ortalamaları alınmıştır.

Yaprak boyu (cm): Fide çıkış denemesinin son gününde her tekerrürde çıkış gösteren ve tesadüfen seçilen 10 bitkide, bitki başına bir yaprak olacak şekilde toplam 10 yapraktan cetvel yardımıyla alınan ölçümlerin aritmetik ortalamaları hesaplanarak belirlenmiştir.

Yaprakçık boyu (cm): Fide çıkış denemesinin son gününde her tekerrürde çıkış gösteren ve tesadüfen seçilen 10 bitkide, bitki başına bir yaprak olacak şekilde toplam 10 yapraktaki yaprakçıklar cetvel yardımıyla ölçülmüş ve aritmetik ortalamaları alınmıştır.

Yaprak Tüylülük Durumu: Fide çıkış denemesinin son gününde her tekerrürde çıkış gösteren ve tesadüfen seçilen 10 bitki alınmış alt ve üst yüzüne bakılarak belirlenmiştir (var/yok).

Gövdede Tüylülük Durumu (var/yok): Fide çıkış denemesinin son gününde her tekerrürde çıkış gösteren ve tesadüfen seçilen 10 bitki gövdesine bakılarak belirlenmiştir.

Gövdede Antosiyanin (var/yok): Fide çıkış denemesinin son gününde her tekerrürde çıkış gösteren ve tesadüfen seçilen 10 bitkinin gövdesinde antosiyanin olup olmadığı belirlenmiştir.

Ana dal sayısı (tohum/ana gövde): Fide çıkış denemesinin son gününde her tekerrürde çıkış gösteren fidelerden tesadüfen seçilen 10 fideye ait ana dal sayılarının aritmetik ortalaması alınarak belirlenmiştir. Fide sayısının yetersiz olduğu durumlarda mevcut olan fidelere ait aritmetik ortalamalar alınarak belirlenmiştir

Yan dal sayısı: (tohum/ yan dal): Fide çıkış denemesinin son gününde her tekerrürde çıkış gösteren fidelerden tesadüfen seçilen 10 fideye ait yan dal sayılarının aritmetik ortalaması alınarak belirlenmiştir. Fide sayısının yetersiz olduğu durumlarda mevcut olan fidelere ait aritmetik ortalamalar alınarak belirlenmiştir

Yaş Ağırlık (g/bitki): Fide çıkış denemesinin son gününde her tekerrürde çıkış gösteren ve tesadüfen seçilen 10 bitkinin torf yüzeyine en yakın noktadan kesilmesi ve hassas terazi yardımıyla tartılarak aritmetik ortalamaları alınmıştır.

Kuru ağırlık (g/bitki): Yaş ağırlık örnekleri 70°C'de 48 saat kurutulduktan sonra hassas terazide tartılmış ve aritmetik ortalamaları alınmıştır.



Şekil 11. Fidelerin morfolojik özelliklerinin belirlenmesine ait bazı görseller;

- a) Fide kuru ağırlık, b) Fide yaş ağırlık, c) Fide yan dal, yaprak ve yaprakçık sayısı, d) Gövde de tüylülük, e) Kulakçıklarda antosiyanin, f) Yaprakta tüylülük, g) Ana gövde kalınlığı, h) Fidelerin torf üzerinden kesilmesi.

3.2.2 Farklı Bitki Hormonlarının Çimlenme ve Fide Çıkışı Evresindeki Tuz Stresinin Giderilmesi Üzerine Etkileri

Farklı mercimek çeşitlerinin çimlenme ve fide çıkışı evrelerinde farklı tuz stresine toleranslık seviyelerinin belirlenmesinin ardından, kullanılan mercimek çeşitleri için toksik (çimlenmede önemli gerilemelere neden olan ancak tohumlarda ölüme sebep olmayan tuz konsantrasyonu) olabilecek tuz konsantrasyonu (150mM NaCl) kullanılarak tuz stresini orta derecede tolere edebilen mercimek çeşidi (Tigris) kullanılarak farklı bitki hormonlarının tuz stresinin giderilmesi üzerine olan etkileri çimlenme ve erken fide evresinde, detayları aşağıda verilen metodolojik yaklaşımlar kullanılarak test edilmiştir.

Çalışmanın bu bölümünde Tigris çeşidi ve 150mM NaCl konsantrasyonu kullanılmıştır. Belirlenen hormonlar stok olarak hazırlanmış ve çalışmadan hemen önce çalışma konsantrasyonlarına seyreltilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4

Denemede kullanılan hormon ve hormon konsantrasyonları

	Uygulama	Konsantrasyon
1	MeJA	0,1µM
2	MeJA	0,25µM
3	MeJA	0,5µM
4	Melatonin	0,1µM
5	Melatonin	0,25µM
6	Melatonin	0,5µM
7	ACC	0,5µM
8	ACC	1,5µM
9	ACC	3µM
10	dH ₂ O	0mM
11	NaCl	150mM

Tohumlar 150mM NaCl varlığında içerisinde Tablo 5’de belirtilen hormon konsantrasyonları varlığında 24 saat süre ile 23 ± 0.5 °C sıcaklıkta karanlık şartlarda ön çimlendirme işlemine alınmıştır. Devamında üzerindeki tuz ve hormon kalıntılarının uzaklaştırılması amacıyla saf su ile yıkanan tohumlar oda şartlarında 1-2 saat kurumaya bırakılmıştır. Devamında yöntem 3.2.1 ve 3.2.2’de belirtilen yöntemler kullanılarak çimlenme ve çıkış ile fide ölçüm parametreleri tespit edilmiştir. Farklılık gösteren parametreler aşağıda belirtildiği şekilde tespit edilmiştir.

Kök Boyu (cm): Fide çıkış denemesinin son gününde çıkış gösteren her tekerrürden 10 bitkinin torf altında kalan kısmının kesilip torftan arındırılıp cetvel yardımıyla ölçülerek belirlendi.

Yaş Ağırlık (g): Fide çıkış denemesinin son gününde çıkış gösteren her tekerrürden seçilen 10 bitkinin torf yüzeyinden en yakın noktadan kesilmesi ve hassas terazi yardımıyla tartılarak aritmetik ortalamaları alınmıştır.

Yaş Kök Ağırlığı (g): Fide çıkış denemesinin son gününde çıkış gösteren her tekerrürden 10 bitkinin torf altında kalan kısmının kesilip torftan arındırılıp hassas terazi yardımıyla tartılarak aritmetik ortalamaları alınmıştır.

Yaş Fide Ağırlığı (g): Fide çıkış denemesinin son gününde çıkış gösteren her tekerrürden 10 bitki üzerinden, (Yaş Ağırlığı) + (Yaş Kök Ağırlığı) şeklinde hesaplanmıştır.

Kuru Ağırlık (g): Yaş ağırlık örnekleri 70°C'de 48 saat kurutulduktan sonra hassas terazide tartılmış ve aritmetik ortalamaları alınmıştır.

Kuru Kök Ağırlığı (g): Yaş kök ağırlık örnekleri 70°C'de 48 saat kurutulduktan sonra hassas terazide tartılmış ve aritmetik ortalamaları alınmıştır.

Kuru Fide Ağırlık (g): (Kuru Ağırlık) + (Kuru Kök Ağırlığı) şeklinde hesaplanmıştır.

3.2.3 Sonuçların İstatiksel Değerlendirilmesi

Çimlenen tohumlar üzerinden son çimlenme yüzdesi (ÇimY) ve bunun açısal transformasyonu [ÇimY] ile çimlenme hızı (Çim₅₀ gün) ve çimlenme homojenitesi (Çim₁₀₋₉₀ gün) ile fide çıkış oranları (ÇıkY) ve onlara ait açısal transformasyonlar [ÇıkY] ile fide çıkış hızı (Çık₅₀ gün) ve fide çıkış homojenitesi (Çık₁₀₋₉₀ gün) verileri ile fide ölçüm parametreleri SAS (SAS, 1997) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre $P < 0,05$ önemlilik seviyesinde test edilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Mercimek Çeşitlerinin Çimlenme ve Fide Çıkışı Evrelerindeki Farklı Tuz Stresine Toleranslık Seviyeleri

4.1.1. Tuz Stresinin Tohum Çimlenmesi Üzerine Olan Etkileri

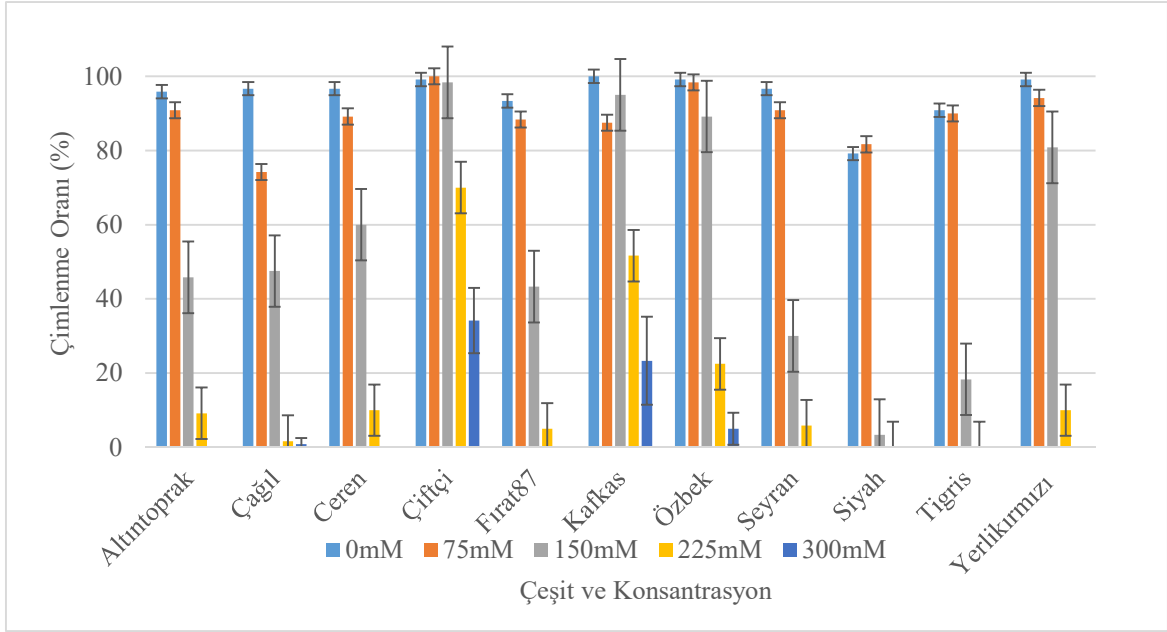
Farklı konsantrasyonlardaki tuz stresi şartlarında çimlendirilen tohumlara ait çimlenme oranlarının açısal transformasyon verileri Tablo 6’da bu veriler kullanılarak yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 5’de, çeşitlere ait çimlenme oranları ise Şekil 12’de verilmiştir.

Tablo 5

Tuz stresi varlığında çimlendirilen tohumların çimlenme yüzdesinin açısal (Arcsin) transformasyonuna [ÇimY]’na ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P Değeri
Genel	219		
Tekerrür	3	38,91	0,4354
Çeşit	10	3363,03	0,0001
Tuz	4	46765,58	0,0001
Çeşit*Tuz	40	359,08	0,0001
Hata	162	42,56	

Sonuçlar kullanılan mercimek çeşitleri ile kullanılan farklı tuz dozları ve Çeşit*Tuz interaksiyonunun istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0001$) olduğunu göstermiştir.



Şekil 12. Farklı tuz konsantrasyonlarında çimlendirilen mercimek çeşitlerine ait tohumların son çimlenme oranları (%). Bar üzerindeki çizgiler standart sapmayı göstermektedir (n=4).

Uygulanan tuz dozları arasında tuz dozu arttıkça çeşitlere ait tohumların çimlenme oranında çok önemli gerilemeler meydana geldiği (Şekil 12, Tablo 5) belirlenmiştir. Kontrol tohumlarında çimlenme oranları %79,17 (Siyah) ile %100 (Kafkas) gerçekleşirken, bu değerler 75mM NaCl’de %74,17 (Çağıl) ile %100 (Çiftçi), 150 mM NaCl’da %3,33 (Siyah) ile %98,33 (Çiftçi), 225 mM NaCl’da %0,0 (Siyah ve Tigris) ile %70,00 (Çiftçi) olarak değişim göstermiştir. En yüksek 300mM NaCl uygulamasında Altıntoprak, Ceren, Fırat87, Seyran ve Yerlikırmızı çeşitlerinde hiç çimlenme olmazken Çiftçi ve Kafkas çeşitlerinde sırasıyla %34,17 ve %23,33 olarak gerçekleşmiştir. Çalışmada kullanılan çeşit ve uygulanan tuz konsantrasyonları dikkate alındığında 150 mM NaCl’ün mercimek tohumlarının çimlenmesini önemli oranda sınırlandırdığı, 225mM NaCl ise çimlenmeyi genel olarak durdurduğu, 300 mM NaCl’ün ise toksik seviyede bir doz etkisi gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 6).

Tablo 6

Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresindeki çimlenme, açılma transformasyonu [ÇimY], çimlenme hızı (Çim₅₀) ve çimlenme homojenite (Çim₁₀₋₉₀) verileri.

		ÇEŞİTLER										
		Altıntoprak	Çağl	Ceren	Çiftçi	Fırat87	Kafkas	Özbek	Seyran	Siyah	Tigris	Yerlikarmızı
Kontrol (dH ₂ O)	[ÇimY]	[79,89]	[82,76]	[82,76]	[87,37]	[75,28]	[90]	[87,37]	[81]	[62,99]	[73,00]	[87,37]
	Çim ₅₀	0,72	0,91	1,52	0,65	1,40	1,10	1,44	0,88	1,53	0,83	1,40
	Çim ₁₀₋₉₀	1,60	1,93	1,07	1,34	1,44	1,60	1,00	1,66	0,88	1,65	1,52
75 mM NaCl	[ÇimY]	[72,92]	[60]	[71,59]	[90,00]	[72,82]	[70,10]	[86,26]	[73,49]	[65,38]	[72,38]	[76,39]
	Çim ₅₀	1,52	1,69	1,74	1,38	1,93	1,57	2,23	1,53	1,54	1,59	2,36
	Çim ₁₀₋₉₀	1,37	1,56	1,81	1,36	1,70	1,18	1,69	1,23	0,95	1,50	3,50
150mM NaCl	[ÇimY]	[42,48]	[43,59]	[50,89]	[86,26]	[41,06]	[79,39]	[71,63]	[32,72]	[9]	[24,91]	[64,18]
	Çim ₅₀	1,92	2,40	2,72	1,58	2,10	1,98	3,04	2,13	2,63	1,98	2,82
	Çim ₁₀₋₉₀	1,62	3,69	2,61	1,12	1,58	2,57	2,76	1,97	0,60	1,57	3,34
225mM NaCl	[ÇimY]	[17]	[3,74]	[18,31]	[57,10]	[10,62]	[46,07]	[27,75]	[9,96]	[0]	[0]	[17,62]
	Çim ₅₀	2,28	0,75	3,56	2,57	1,92	2,92	3,13	1,35	0,00	0,00	3,41
	Çim ₁₀₋₉₀	1,33	0,40	1,34	2,65	0,77	2,83	2,44	1,26	0,00	0,00	1,61
300mM NaCl	[ÇimY]	[0]	[2,63]	[0]	[35,66]	[0]	[28,26]	[10,98]	[0]	[0]	[0]	[0]
	Çim ₅₀	0,00	1,38	0,00	3,14	0,00	3,00	2,44	0,00	0,00	0,00	0,00
	Çim ₁₀₋₉₀	0,00	0,20	0,00	1,57	0,00	2,06	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00
	[ÇimY] ort.	42,46	38,54	44,71	71,28	39,96	62,76	56,80	39,43	27,47	34,06	49,11
	Çim ₅₀ ort.	1,29	1,42	1,91	1,86	1,47	2,11	2,46	1,18	1,14	0,88	2,00
	Çim ₁₀₋₉₀ ort.	1,18	1,56	1,37	1,61	1,10	2,05	1,74	1,22	0,48	0,94	1,99

4.1.2. Tuz Stresinin Çimlenme Hızı (Çim₅₀) Üzerine Olan Etkisi;

Tuz stresi altında çimlenen tohumların % 50 çimlenmesi için gerekli süreye ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7

Tuz stresi altında çimlenen tohumlarının % 50 çimlenmesi için gerekli süreye ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P Değeri
Genel	219		
Tekerrür	3	0,20	0,7406
Çeşit	10	4,74	0,0001
Tuz	4	15,05	0,0001
Çeşit*Tuz	40	2,70	0,0001
Hata	162	0,47	

Analiz sonuçları mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki çimlenme hızları arasında istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,0001$) farklılıklar olduğunu, çimlenme hızındaki değişimin çeşit ve uygulanan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak çok önemli oranda değiştiğini göstermiştir (Tablo 7). Kontrol tohumlarında en hızlı çimlenme Çim₅₀=0,72 gün ile Altın-Toprak çeşidi olurken, en yavaş çimlenme (Çim₅₀=1,53 gün) Siyah çeşidinde tespit edilmiştir. Buna karşın artan tuz stresi çeşitlerin çimlenme hızlarında çok önemli gerilemelere neden olmuştur (Tablo 7). Örneğin, kontrol şartlarında en hızlı çimlenme gösteren çeşide ait çimlenme hızları 75mM NaCl’da Çim₅₀=1,52 güne, 150mM NaCl’da Çim₅₀=1,92 güne, 225mM NaCl’da Çim₅₀=2,28 güne ve 300 mM NaCl’da ise çimlenmenin tamamen durmasına neden olmuştur. Buna karşın çimlenmenin önemli oranda sınırlandırıldığı tuz konsantrasyonu olan 150 mM NaCl’da en hızlı çimlenme (Çim₅₀=1,58 gün) Çiftçi çeşidinde en yavaş çimlenme ise Çim₅₀=3,04 gün ile Özbek çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 6).

4.1.3. Tuz Stresinin Çimlenme Homojenitesi (Çim₁₀₋₉₀) Üzerine Olan Etkisi;

Tuz stresi altında çimlendirilen tohumların çimlenme homojenitesi tohumların %10 çimlenmeden %90 çimlenmeye ulaşabilmesi için geçen süre (Çim₁₀₋₉₀) üzerinden tespit edilmiştir. Bu verilere ait varyans analiz sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8

Tuz stresi altında çimlenen tohumların çimlenme homojenitesi verilerine (Çim₁₀₋₉₀) ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P Değeri
Genel	219		
Rep	3	0,12	0,7164
Çeşit	10	4,32	0,0001
Tuz	4	17,02	0,0001
Çeşit*Tuz	40	1,92	0,0001
Hata	162	0,26	

Çimlenme homojenitesi için yapılan varyans analiz sonuçları çeşit ve uygulanan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak tohumların çimlenme homojeniteleri bakımından istatistiksel açıdan çok önemli ($p < 0,0001$) farklılıkların olduğunu göstermiştir.

Analiz sonuçları mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki çimlenme homojeniteleri arasında istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0,0001$) farklılıklar olduğunu, çimlenme homojenitesindeki değişimin çeşit ve uygulanan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak çok önemli oranda değiştiğini göstermiştir (Tablo 8). Kontrol tohumlarında en homojen çimlenme Çim₁₀₋₉₀=0,88 gün ile Siyah çeşidi olurken, en homojen olmayan çimlenme Çim₁₀₋₉₀=1,60 gün Altıntoprak çeşidinde tespit edilmiştir. Buna karşın artan tuz stresi çeşitlerin çimlenme homojenitesi bakımından çok önemli gerilemelere neden olmuştur (Tablo 6). Örneğin, kontrol şartlarında en homojen çimlenme gösteren çeşide ait çimlenme homojeniteleri 75mM NaCl’da Çim₁₀₋₉₀=0,95 güne, 150mM NaCl’da Çim₁₀₋₉₀=0,60 güne,

225mM ve 300 mM NaCl'da ise çimlenmenin tamamen durması nedeni ile homojenite belirlenememiştir. Buna karşın çimlenmenin önemli oranda sınırlandırıldığı tuz konsantrasyonu olan 150 mM NaCl'da en homojen çimlenme ($\text{Çim}_{10-90}=0,60$ gün) Siyah çeşidinde en homojen olamayan çimlenme ise ($\text{Çim}_{10-90}=3,69$ gün) Çağır çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 6).

4.1.4 Tuz Stresinin Fide Çıkışı Üzerine Olan Etkisi

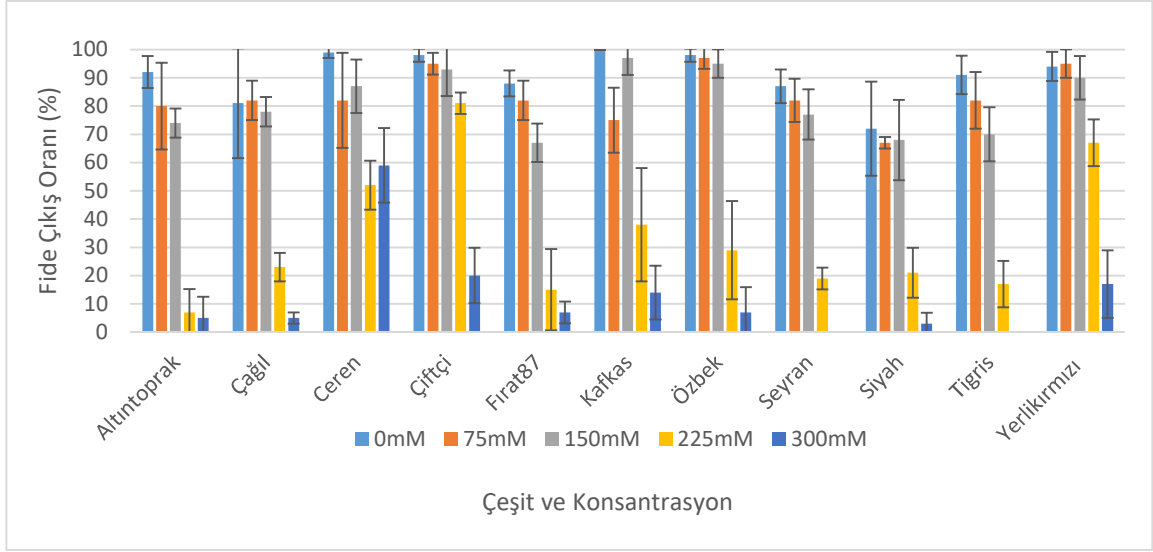
Farklı konsantrasyonlardaki tuz stresi şartlarına ait fide çıkış oranlarının açısal transformasyon verileri Tablo 9'da bu veriler kullanılarak yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 9'da, çeşitlere ait çimlenme oranları ise Şekil 13'de verilmiştir.

Tablo 9

Tuz stresi varlığında çıkış gerçekleştirilen tohumların çıkış yüzdesinin açısal (Arcsin) transformasyonuna [ÇıkY]'na ait varyans analiz sonuçları,

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P Değeri
Genel	219		
Tekerrür	3	50,44	0,5424
Çeşit	10	1863,28	0,0001
Tuz	4	298669,27	0,0001
Çeşit*Tuz	40	262,96	0,0001
Hata	162	70,22	

Sonuçlar kullanılan mercimek çeşitleri ile kullanılan farklı tuz dozları ve Çeşit*Tuz interaksiyonunun istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0001$) olduğunu göstermiştir.



Şekil 13. Farklı tuz konsantrasyonlarında çıkış gerçekleştirilen çeşitlere ait tohumların son çıkış oranları (%) Bar üzerindeki çizgiler standart sapmayı göstermektedir (n=4) .

Uygulanan tuz dozları arasında tuz dozu arttıkça çeşitlere ait tohumların çıkış oranlarında çok önemli gerilemelerin meydana geldiği (Şekil 13, Tablo 10) belirlenmiştir. Kontrol tohumlarında çıkış oranları %72, (Siyah) ile %100 (Kafkas) gerçekleşirken, bu değerler 75mM NaCl’de %67 (Siyah) ile %95 (Yerlikırmızı, Çiftçi), 150 mM NaCl’da %67 (Fırat-87) ile %97 (Kafkas), 225 mM NaCl’da %7 (Altıntoprak) ile %81 (Çiftçi) olarak değişim göstermiştir. En yüksek 300mM NaCl uygulamasında Seyran ve Tigris çeşitlerinde hiç çıkış olmazken Ceren çeşidinde fide çıkış oranı %59 olarak gerçekleşmiştir. Bu nedenle Ceren çeşidi çıkış oranları bakımından tuza en tolerant çeşit olarak tespit edilmiştir. Buna karşın Altıntoprak mercimek çeşidi 225 mM NaCl dozunda %7’lik çıkış oranı ile tuz stresine en hassas çeşit olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan çeşit ve uygulanan tuz konsantrasyonları dikkate alındığında 225 mM NaCl’ün mercimek tohumlarının çıkışını önemli oranda sınırlandırdığı, 300 mM NaCl’ün ise toksik etki yaptığı belirlenmiştir (Tablo 10).

Tablo 10

Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresindeki çıkış oranları (ÇıkY), açısal transformasyonu [ÇıkY], fide çıkış hızı (Çık₅₀) ve fide çıkış homojenite (Çık₁₀₋₉₀) verileri.

		ÇEŞİT										
		Altın toprak	Çağıl	Ceren	Çiftçi	Fırat87	Kafkas	Özbek	Seyran	Siyah	Tigris	Yerli kırmızı
Kontrol (dH ₂ O)	[ÇıkY]	[75,76]	[68,17]	[87,12]	[84,23]	[70]	[90]	[84,23]	[69,25]	[58,99]	[74,93]	[77,94]
	Çık ₅₀	0,88	1,7	0,82	0,99	1,26	1,07	1,16	1,25	0,83	1,16	1,21
	Çık ₁₀₋₉₀	3,08	2,77	2,53	1,67	1,62	2,2	2,16	2,01	2,9	2,18	2,63
75mM NaCl	[ÇıkY]	[64,65]	[65,16]	[68,48]	[78,9]	[65,28]	[60,68]	[83,01]	[65,33]	[54,95]	[65,49]	[79,16]
	Çık ₅₀	2,69	1,05	2,66	3,83	1,05	3,86	1,73	1,47	1,61	1,5	1,27
	Çık ₁₀₋₉₀	2,96	1,98	2,14	2,68	2,94	2,76	2,36	2,81	2,53	1,79	2,65
150mM NaCl	[ÇıkY]	[59,43]	[62,14]	[71,65]	[79,25]	[55,03]	[84,93]	[79,16]	[61,6]	[55,88]	[56,96]	[74,1]
	Çık ₅₀	4,68	1,79	1,34	2,43	1,65	1,5	3,13	2,65	0,82	1,89	5,07
	Çık ₁₀₋₉₀	4,35	2,21	2,23	1,88	3,13	3,18	3,76	2,29	1,79	2,67	5,27
225mM NaCl	[ÇıkY]	[10,96]	[28,55]	[46,17]	[64,24]	[21,28]	[37,6]	[31,86]	[25,77]	[26,91]	[23,84]	[55,07]
	Çık ₅₀	1	2,6	1,51	2,87	2,78	4,09	3,59	2,5	1,15	2,5	2,29
	Çık ₁₀₋₉₀	2,4	2,08	2,52	2,52	2,04	2,71	2,62	3,58	3,03	2,28	3,34
300mM NaCl	[ÇıkY]	[8,78]	[12,76]	[50,36]	[25,98]	[14,95]	[21,27]	[12,41]	[0]	[6,99]	[0]	[23,21]
	Çık ₅₀	1,63	3,38	2,5	4,42	3,38	2,9	3,44	0	0,75	0	3,56
	Çık ₁₀₋₉₀	1	1,25	2,88	2,68	1,9	2,34	1,46	0	0,4	0	3,45
	[ÇıkY] ort.	43,91	47,36	64,76	66,52	45,3	58,9	58,13	44,39	40,74	44,24	61,9
	Çık ₅₀ ort.	2,17	2,1	1,76	2,9	2,02	2,68	2,61	1,57	1,03	1,41	2,68
	Çık ₁₀₋₉₀ ort.	2,76	2,06	2,46	2,28	2,33	2,64	2,47	2,14	2,13	1,78	3,47

4.1.5. Tuz Stresinin Fide Çıkış Hızı (Çık₅₀) Üzerine Olan Etkileri;

Tuz stresi varlığında çıkış gerçekleştiren fidelerin % 50'sinin çıkması için gerekli süreye ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11

Tuz stresi altında çıkış gerçekleştiren tohumlarının % 50'sinin çıkması için gerekli süreye ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P Değeri
Genel	219		
Tekerrür	3	1,11	0,1153
Çeşit	10	7,20	0,0001
Tuz	4	13,94	0,0001
Çeşit*Tuz	40	4,43	0,0001
Hata	162	0,55	

Analiz sonuçları mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki çıkış hızları arasında istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0,0001$) farklılıklar olduğunu, çıkış hızındaki değişimin çeşit ve uygulanan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak çok önemli oranda değiştiğini göstermiştir (Tablo 11). Kontrol tohumlarında en hızlı çıkış Çık₅₀=0,82 gün ile Ceren çeşidi olurken, en yavaş çıkış (Çık₅₀=1,7 gün) Çağır çeşidinde tespit edilmiştir (Tablo 10). Buna karşın artan tuz stresi çeşitlerin çıkış hızlarında çok önemli gerilemelere neden olmuştur (Tablo 10). Örneğin, kontrol şartlarında en hızlı çıkış gösteren çeşide ait çıkış hızları 75mM NaCl'da Çık₅₀=3,86 güne, 150mM NaCl'da Çık₅₀=5,07 güne, 225mM NaCl'da Çık₅₀=4,09 güne, 300 mM NaCl'da Çık₅₀ = 4,42 güne ulaşmış bazı çeşitlerde ise hiç çıkış olmadığı tespit edilmiştir. Buna karşın çıkışın önemli oranda sınırlandırıldığı tuz konsantrasyonu olan 150 mM NaCl'da en hızlı fide çıkışı (Çık₅₀=0,82 gün) Siyah çeşidinde en yavaş çıkış ise Çık₅₀=5,07 gün ile Yerlikırmızı çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 10).

4.1.6. Tuz Stresinin Fide Çıkış Homojenitesi (Çık₁₀₋₉₀) Üzerine Etkisi;

Tuz stresi altında çıkış gerçekleştirilen tohumların fide çıkış homojenitesi tohumların %10 çıkışından %90 çıkışına ulaşabilmesi için geçen süre (Çık₁₀₋₉₀) üzerinden tespit edilmiştir. Bu verilere ait varyans analiz sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12

Tuz stresinin tohumların çıkış homojenitesi (Çık₁₀₋₉₀) verilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P Değeri
Genel	219		
Tekerrür	3	2,64	0,098
Çeşit	10	3,97	0,0009
Tuz	4	11,92	0,0001
Çeşit*Tuz	40	2,24	0,0053
Hata	162	1,23	

Analiz sonuçları mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki çıkış homojeniteleri arasında istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,0001$) farklılıkların var olduğunu, çıkış homejenitesinin uygulanan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak çok önemli oranda değiştiği belirlenmiştir (Tablo 13). Kontrol tohumlarında en homojen çıkan Çık₁₀₋₉₀=1,62 gün ile Fırat-87 çeşidinden elde edilirken Altıntoprak çeşidinde bu değer Çık₁₀₋₉₀=3,08 güne uzamıştır (Tablo 7). Buna karşın artan tuz stresi çeşitlerin çıkış homojenite verilerinde çok önemli gerilemelere neden olmuştur (Tablo 10). Örneğin, 75mM NaCl’da çıkış homojenite verileri (Çık₁₀₋₉₀= 1,79 gün) Tigris ile (Çık₁₀₋₉₀= 2,96 gün) Altıntoprak arasında değişirken 150mM NaCl’de (Çık₁₀₋₉₀=1,79 gün) Siyah ile (Çık₁₀₋₉₀=5,27gün) Yerlikırmızı arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. 225mM’de (Çık₁₀₋₉₀ =2,04gün) Fırat-87 ile (Çık₁₀₋₉₀=3,58gün) Seyran arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. 225mM NaCl’ün üzerindeki

ıkış oranları bazı çeşitler haricinde pratik açıdan çok dşşk olduğu için bu tuz dozlarında çeşitlerin çıkış homojenitelerinin karşılaştırılması yapılmamıştır (Tablo 10).

4.1.7 Tuz Stresinin Fidelerdeki Bitkisel zellikler zerine Etkisi;

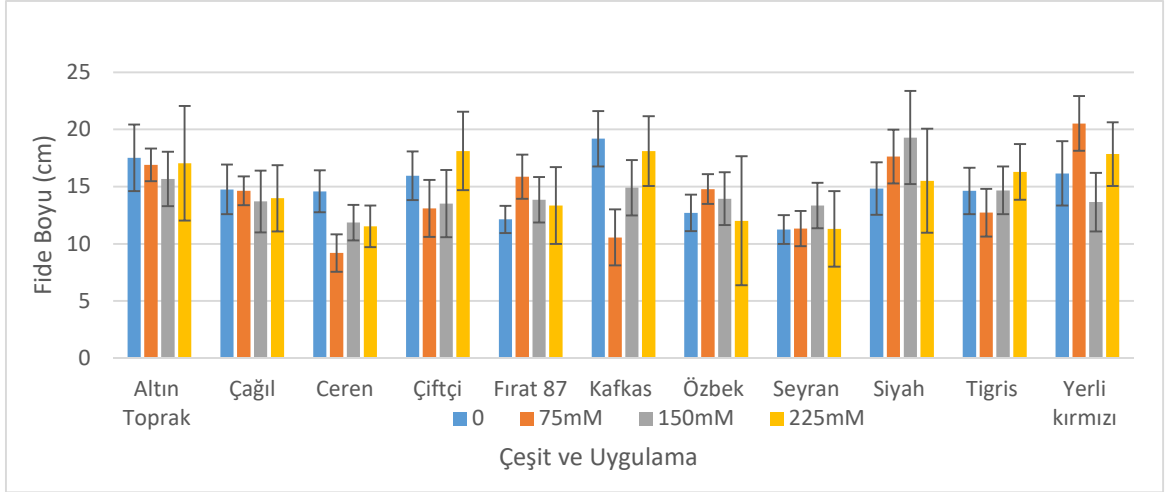
Fide boyu: Tablo 13’de fide boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları şekil 14’de ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 13

Tuz stresinin fide boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	1698		
Tekerrřr	3	36,55	0,0569
eřit	10	476,70	0,0001
Tuz	4	134,28	0,0001
eřit*Tuz	38	151,76	0,0001
Hata	1643	14,54	

Sonuçlar kullanılan mercimek eřitleri ile kullanılan tuz dozları ve çeşit*Tuz interaksiyonunun istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0001$) olduğunu göstermiştir.



Şekil 14. Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki fide boyu ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)

Uygulanan tuz dozları arasında tuz dozu arttıkça çeşitlere ait fide boylarında çok önemli gerilemeler meydana geldiği (Şekil 14, Tablo 13) belirlenmiştir. Kontrol fidelerinde fide boyu 19,20cm (Kafkas) ile 11,26cm (Seyran) arasında değişirken, bu değerler 75mM NaCl'de 20,52 cm (Yerlikırmızı) ile 9,20cm (Ceren) arasında değişim göstermiştir (Şekil 14). 150 mM NaCl'de 19,30cm (Siyah) ile 11,86cm (Ceren), 225 mM NaCl'da 18,12cm (Çiftçi ve Kafkas) ile 11,31cm (Seyran) olarak değişim göstermiştir. En yüksek NaCl uygulamasında (300mM) Altıntoprak ve Fırat-87 fide çıkışı olmazken, geri kalan çeşitler içerisinde en uzun ve en kısa fide boyu sırasıyla 15,37cm (Tigris) ve 5,95cm (Özbek) olarak tespit edilmiştir.

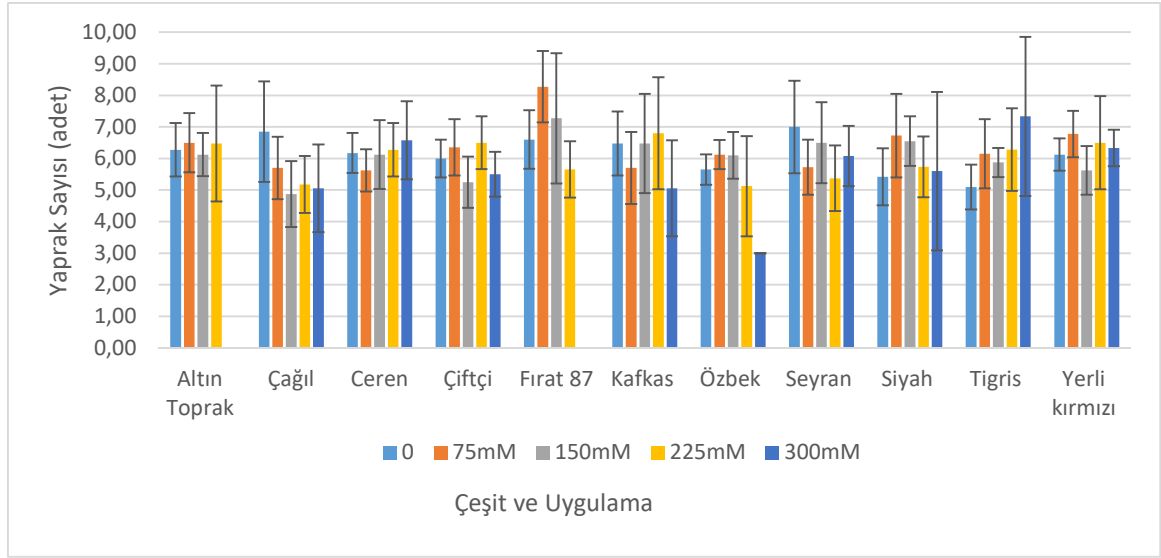
Yaprak Ve Yaprakçık Sayısı: Tablo 14’de yaprak sayısı verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 15’de yaprak sayısı, Şekil 16’da ise yaprakçık sayısı ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafikler verilmiştir.

Tablo 14

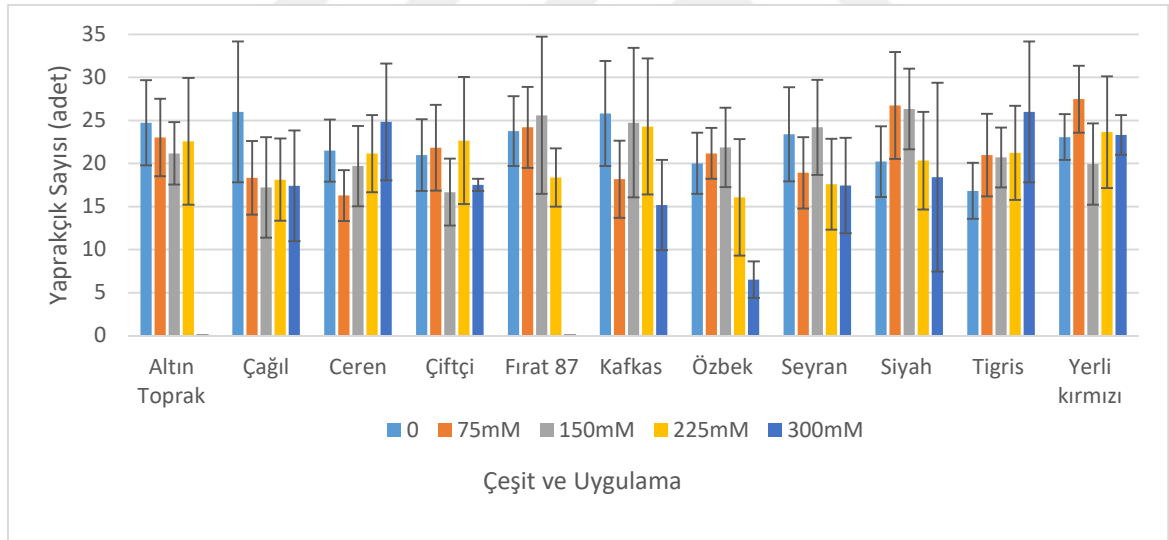
Tuz stresinin yaprak sayısı verilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	1698	-	-
Tekerrür	3	1,99	0,1641
Çeşit	10	22,47	0,0001
Tuz	4	8,23	0,0001
Çeşit*Tuz	38	12,84	0,0001
Hata	1643	1,16	-

Sonuçlar kullanılan mercimek çeşitleri ile kullanılan tuz dozları ve Çeşit*Tuz interaksiyonunun istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0001$) olduğunu göstermiştir.



Şekil 15. Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki yaprak sayısı ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)



Şekil 16. Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki yaprakçık sayısı ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)

Uygulanan tuz dozları arasında tuz dozu arttıkça çeşitlere ait yaprak ve yaprakçık sayısı üzerinde çok önemli gerilemeler meydana geldiği (Şekil 15, Şekil 16) belirlenmiştir. Kontrol fidelerinde yaprak sayısı 7 adet (Seyran), 5,10 adet (Tigris) arasında değişim gösterirken yaprakçık sayısının da ise 26 adet (Çağıl), 16,83 adet (Tigris) arasında değişim

göstermiştir. 75mM NaCl’de yaprak sayısı 8,28 adet (Fırat-87), 5,63 adet (Ceren) arasında değişim gösterirken, yaprakçık sayısının da ise 27,48 adet (Yerlikırmızı), 16,28 adet (Ceren) arasında değişim göstermiştir. 150 mM NaCl’de yaprak sayısı 7,28 adet (Fırat-87), 4,88 adet (Çağıl) arasında değişim gösterirken, yaprakçık sayısında ise 26,33 adet (Siyah), 16,68 adet (Çiftçi) olarak değişim göstermiştir. 225 mM NaCl’da yaprak sayısı 6,80 adet (Kafkas), 5,13 adet (Özbek) arasında değişim gösterirken, yaprakçık sayısı ise 24,30 adet (Kafkas), 16,06 adet (Özbek) olarak değişim göstermiştir. En yüksek 300mM NaCl uygulamasında Altıntoprak ve Fırat-87 fide çıkışı olmadığından yaprak ve yaprakçık sayısı hesaplanamamıştır. Çeşitler içerisinde 300 mM NaCl uygulamasında, yaprak sayısı 7,33 adet (Tigris), 3 adet (Özbek) arasında belirlenirken, yaprakçık sayısı bakımından ise 26 adet (Tigris) 6,5 adet (Özbek) olarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda tuz stresinin yaprak ve yaprakçık sayısı üzerine önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir (Tablo 14).

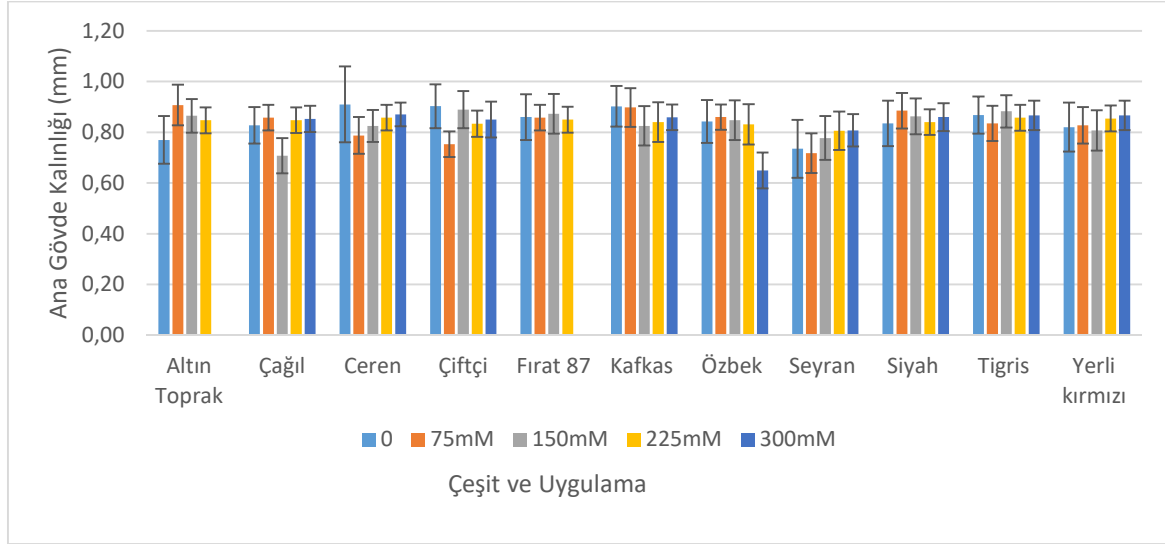
Ana Gövde Kalınlığı: Tablo 15’de ana gövde kalınlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 17’de ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 15

Tuz stresinin ana gövde kalınlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	1698		
Tekerrür	3	0,050	0,2543
Çeşit	10	0,15	0,0001
Tuz	4	0,012	0,8419
Çeşit*Tuz	38	0,065	0,0025
Hata	1643	0,036	

Sonuçlar kullanılan tuz dozlarının istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0001$) olmadığını göstermiştir. Çeşitler ve Çeşit*Tuz interaksyonunu arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.



Şekil 17. Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki ana gövde kalınlığı ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)

Uygulanan tuz dozlarının ana gövde kalınlığı üzerine olan etkisi, istatistiksel açıdan önemli değildir. Ancak çeşitler ve çeşit*tuz interaksyonu ile ana gövde kalınlığı arasındaki ilişkiler istatistiksel açıdan önemli (sırasıyla $P < 0,0001$ ve $P < 0,0025$) bulunmuştur (Tablo 15). Kontrol fidelerinde ana gövde kalınlığı 0,74mm (Seyran) ile 0,91 mm (Ceren) arasında değişirken, bu değerler 75mM NaCl'de 0,72mm (Seyran) ile 0,91mm (Altıntoprak) arasında değişim göstermiştir. 150 mM NaCl'de 0,71mm (Çağıl) ile 0,89mm (Çiftçi) arasında değişim gösterirken, 225 mM NaCl'de 0,81mm (Seyran) ile 0,86mm (Ceren ve Tigris) arasında değişim göstermiştir. En yüksek NaCl uygulamasında (300mM) Altıntoprak ve Fırat-87 çeşitlerinde fide çıkışı olmadığından değer hesaplanamamıştır, geriye kalan çeşitler içerisinde en ince ve en kalın fide ana gövdesi sırasıyla 0,65mm (Özbek) ve 0,87mm (Tigris ve Yerlikırmızı), olarak tespit edilmiştir (Şekil 17).

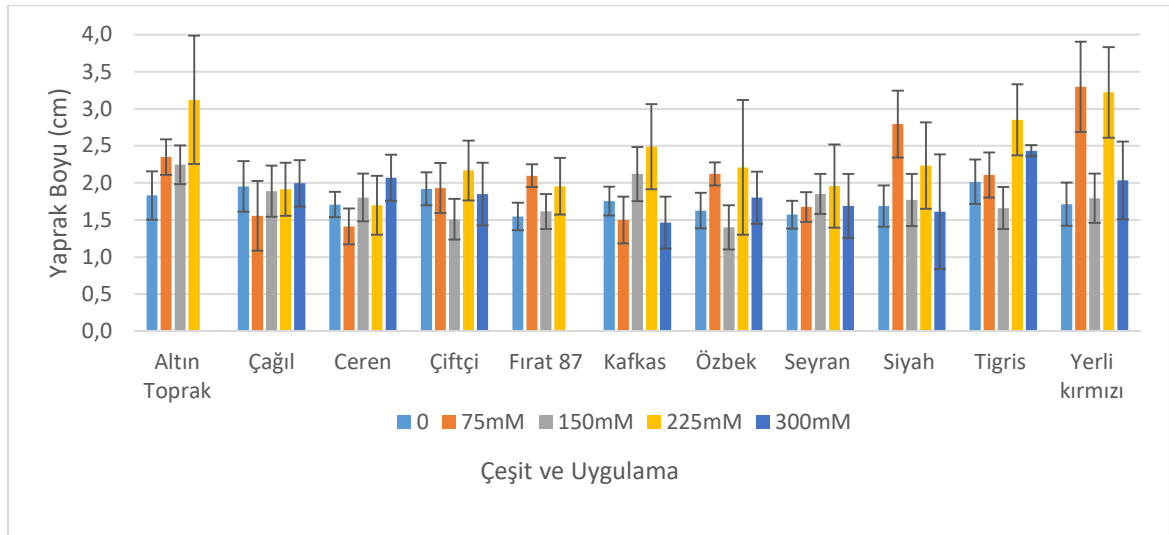
Yaprak Boyu: Tablo 16’da yaprak boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 18’de ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 16

Tuz stresinin yaprak boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	1698	-	-
Tekerrür	3	0,87	0,0012
Çeşit	10	7,79	0,0001
Tuz	4	15,99	0,0001
Çeşit*Tuz	38	4,24	0,0001
Hata	1643	0,12	-

Sonuçlar kullanılan mercimek çeşitleri ile kullanılan tuz dozları ve Çeşit*Tuz interaksiyonunun istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0001$) olduğunu göstermiştir.



Şekil 18. Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki yaprak boyu ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)

Uygulanan tuz dozları arasında tuz dozu arttıkça çeşitlere ait yaprak boyları çok önemli farklılıklar meydana geldiği (Şekil 18, Tablo 16) belirlenmiştir. Kontrol fidelerinde yaprak boyu 2,02cm (Tigris) ile 1,55cm (Fırat-87) arasında değişirken, bu değerler 75mM NaCl’de 3,30 cm (Yerlikırmızı) ile 1,41cm (Ceren) olarak tespit edilmiştir. 150 mM NaCl’de 2,25cm (Altıntoprak) ile 1,40cm (Özbek) arasında değişirken, 225 mM NaCl’de 3,22cm (Yerlikırmızı) ile 1,70cm (Ceren) arasında değişim göstermiştir. En yüksek NaCl uygulamasında (300mM) Altıntoprak ve Fırat-87 fide çıkışı olmadığından değer hesaplanamamıştır, geri kalan çeşitler içerisinde yaprak boyu en uzun ve en kısa yaprak boyu sırasıyla 2,43cm (Tigris) ve 1,46cm (Kafkas) olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda tuz stresinin fide yaprak boyu üzerine önemli etkileri olduğu belirlenmiştir.

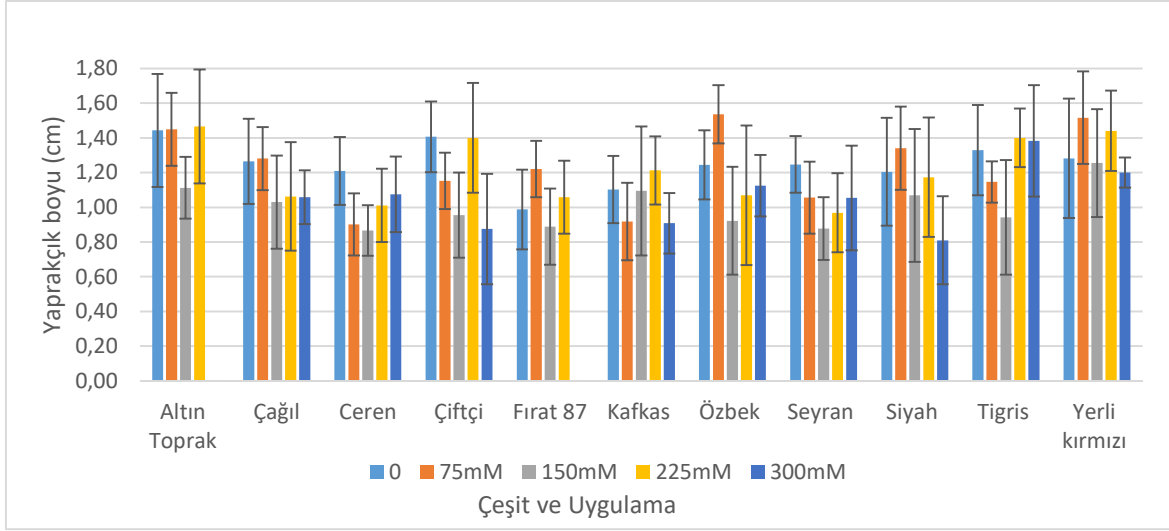
Yaprakçık Boyu: Tablo 17’de yaprakçık boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 19’da ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 17

Tuz stresinin yaprakçık boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	1698		
Tekerrür	3	0,17	0,0306
Çeşit	10	2,20	0,0001
Tuz	4	4,49	0,0001
Çeşit*Tuz	38	0,50	0,0001
Hata	1643	0,05	

Sonuçlar kullanılan mercimek çeşitleri ile kullanılan tuz dozları ve Çeşit*Tuz interaksiyonunun istatistiksel açıdan çok önemli ($P<0,0001$) olduğunu göstermiştir.



Şekil 19. Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki yaprakçık boyu ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)

Uygulanan tuz dozları arasında tuz dozu arttıkça çeşitlere ait yaprakçık boyları çok önemli farklılıklar meydana geldiği (Şekil 19, Tablo 17) belirlenmiştir. Kontrol fidelerinde yaprakçık boyu 1,41cm (Altıntoprak ve Çiftçi) ile 0,99cm (Fırat-87) arasında değişirken, bu değerler 75mM NaCl'de 1,54 cm (Özbek) ile 0,90cm (Fırat-87) arasında değişim göstermiştir. 150 mM NaCl'de 1,26cm (Yerlikırmızı) ile 0,87cm (Ceren) arasında değişirken, 225 mM NaCl'de 1,47cm (Altıntoprak) ile 0,97cm (Seyran) arasında değişim göstermiştir. En yüksek NaCl uygulamasında (300mM) Altıntoprak ve Fırat-87 fide çıkışı olmadığından değer hesaplanamamıştır, geri kalan çeşitler içerisinde yaprakçık boyu en uzun ve en kısa olan çeşitler sırasıyla 1,38cm (Yerlikırmızı) ve 0,81cm (Siyah) olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda tuz stresinin fide yaprakçık boyu üzerine önemli etkileri olduğu belirlenmiştir (Şekil 19).

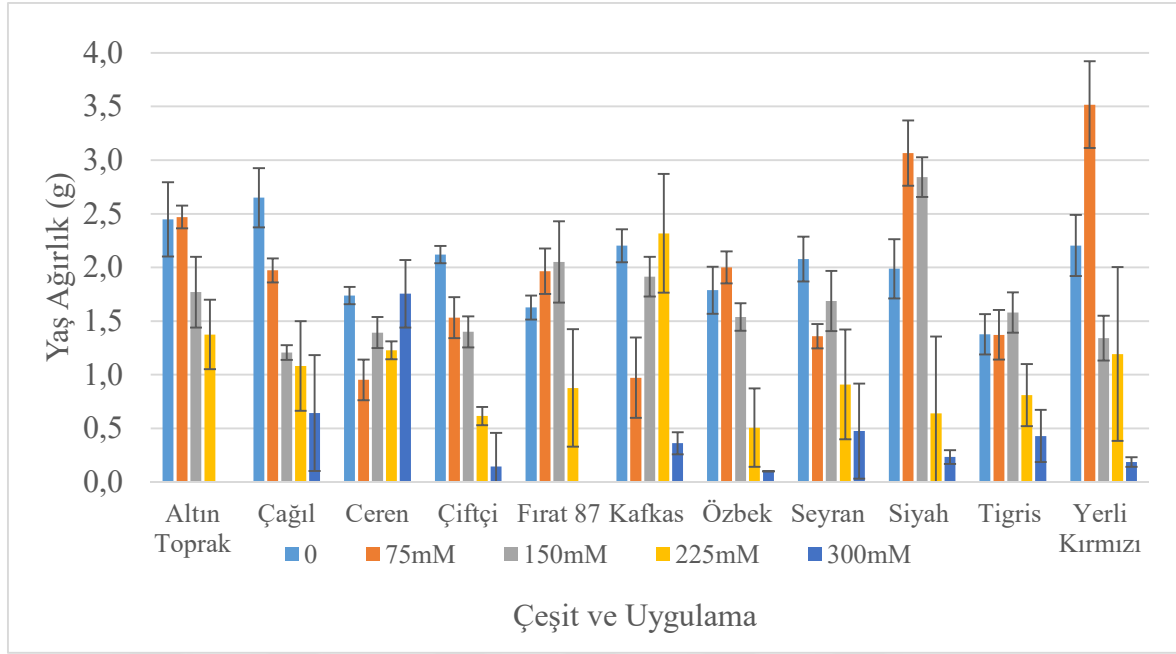
Yaş Ağırlık: Tablo 18’da yaş ağırlık verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 20’de ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir

Tablo 18

Tuz stresinin yaş ağırlık verilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	201	-	-
Tekerrür	3	0,05	0,6541
Çeşit	10	1,17	0,0001
Tuz	4	13,38	0,0001
Çeşit*Tuz	38	1,21	0,0001
Hata	146	0,10	-

Sonuçlar kullanılan mercimek çeşitleri ile kullanılan tuz dozları ve Çeşit*Tuz interaksiyonunun istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0001$) olduğunu göstermiştir.



Şekil 20. Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki yaş ağırlık ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)

Uygulanan tuz dozları arasında tuz dozu arttıkça çeşitlere ait yaş ağırlıklar arasında çok önemli farklılıklar meydana geldiği (Şekil 20, Tablo 18) belirlenmiştir. Kontrol fidelerinde yaş ağırlık 2,65g (Çağıl) ile 1,38g (Tigris) arasında değişirken, bu değerler 75mM NaCl’de 3,52g (Yerlikırmızı) ile 0,95g (Ceren) olarak değişim göstermiştir. 150 mM NaCl’de 2,84g (Siyah) ile 1,21g (Çağıl), 225 mM NaCl’de 2,32g (Kafkas) ile 0,51g (Özbek) olarak değişim göstermiştir. En yüksek NaCl uygulamasında (300mM) Altıntoprak ve Fırat-87 fide çıkışı olmadığından değer hesaplanamamıştır, geri kalan çeşitler içerisinde yaş ağırlık bakımında en fazla ve en az olan çeşitler sırasıyla 1,76g (Ceren) ve 0,10g (Özbek) olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda tuz stresinin fide yaş ağırlık üzerine önemli etkileri olduğu belirlenmiştir (Şekil 20).

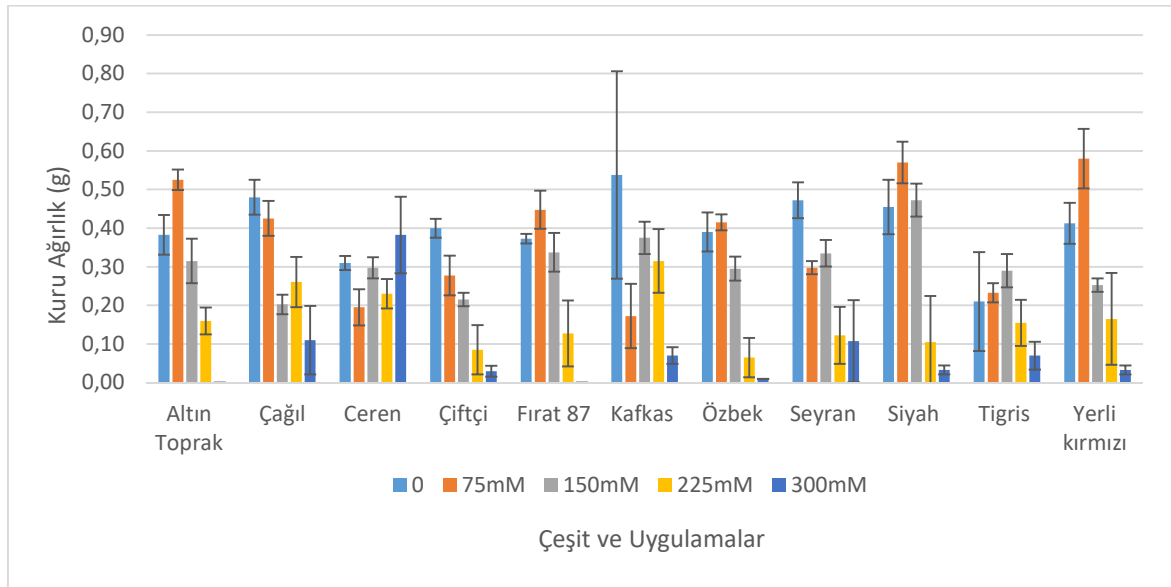
Kuru Ağırlık: Tablo 19’de kuru ağırlık verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 21’de ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 19

Tuz stresinin kuru ağırlık verilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	201	-	-
Tekerrür	3	0,001	0,7898
Çeşit	10	0,034	0,0001
Tuz	4	0,602	0,0001
Çeşit*Tuz	38	0,044	0,0001
Hata	146	0,004	-

Sonuçlar kullanılan mercimek çeşitleri ile kullanılan tuz dozları ve Çeşit*Tuz interaksiyonunun istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0001$) olduğunu göstermiştir.



Şekil 21. Mercimek çeşitlerinin farklı tuz stresi altındaki kuru ağırlık ortalamalarına ait grafik. Bar üzerindeki çizgi standart sapmayı göstermektedir (n=4)

Uygulanan tuz dozları arasında tuz dozu arttıkça çeşitlere ait kuru ağırlıklar arasında çok önemli farklılıklar meydana geldiği belirlenmiştir (Şekil 21, Tablo 19). Kontrol fidelerinde kuru ağırlık 0,54g (Kafkas) ile 0,21gr (Tigris) arasında değişirken, bu değerler 75mM NaCl'de 0,58g (Yerlikırmızı) ile 0,17g (Kafkas) arasında değişim göstermiştir. 150 mM NaCl'de 0,47gr (Siyah) ile 0,20g (Çağıl), 225 mM NaCl'de 0,32g (Kafkas) ile 0,07g (Özbek) olarak değişim göstermiştir. En yüksek NaCl uygulamasında (300mM) Altıntoprak ve Fırat-87 fide çıkışı olmadığından değer hesaplanamamıştır, geri kalan çeşitler içerisinde kuru ağırlık bakımında en fazla ve en az olan çeşitle ise sırasıyla 0,38g (Ceren) ve 0,01g (Özbek) olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda tuz stresinin fide yaş ağırlık üzerine önemli etkileri olduğu belirlenmiştir (Şekil 21).

Varyans analiz tabloları ve grafikleri verilmeyen bütün morfolojik özellikler denem kapsamında kayıt altına alınmıştır ancak değerler arasında hiç bir fark olmadığı için istatistiksel bir analize tabi tutulmamıştır. Bütün çeşitlerin yaprak ve gövdeleri her tuz dozunda tüylüdür. Yalnızca siyah mercimek çeşidinde çeşit özelliği olarak gövde de antosiyanin varlığı tespit edilmiştir. Özbek çeşidinde de yine çeşit özelliği olarak kulakçıklarda antosiyanin gözlemlenmiştir. Bunun dışında, ana dal ve yan da sayısı (1 adet) hepsinde aynıdır. Yaprak dişlilik durumu ve kulakçık şekli yine bütün mercimek çeşitlerinde ve uygulanan tuz dozlarında birbiri ile aynı olduğu tespit edildiğinden dolayı herhangi bir analize dâhil edilmemiştir.

Yapılan çimlenme ve çıkış denemelerinden elde edilen sonuçlar istatistiksel açıdan analiz edilmiş ve elde edilen bulgular yukarıda paylaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda kullanılan 11 çeşit mercimek çeşidi arasından tuz stresinin etkisini her anlamda kritik seviyenin üzerine çıkarılması amacıyla Tigris mercimek çeşidi seçilmiştir. Kullanılan tuz (NaCl) dozları arasında ise hemen hemen bütün çeşitlerde önemli düşüşlerin başladığı doz olan 150mM NaCl tuz dozu seçilmiştir. Bu seçimler doğrultusunda yeni bir çimlenme çıkış denemesi kurulmuş ve elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

4.2. Farklı Bitki Hormonlarının Çimlenme ve Fide Çıkışı Evresindeki Tuz Stresinin Giderilmesi Üzerine Etkileri

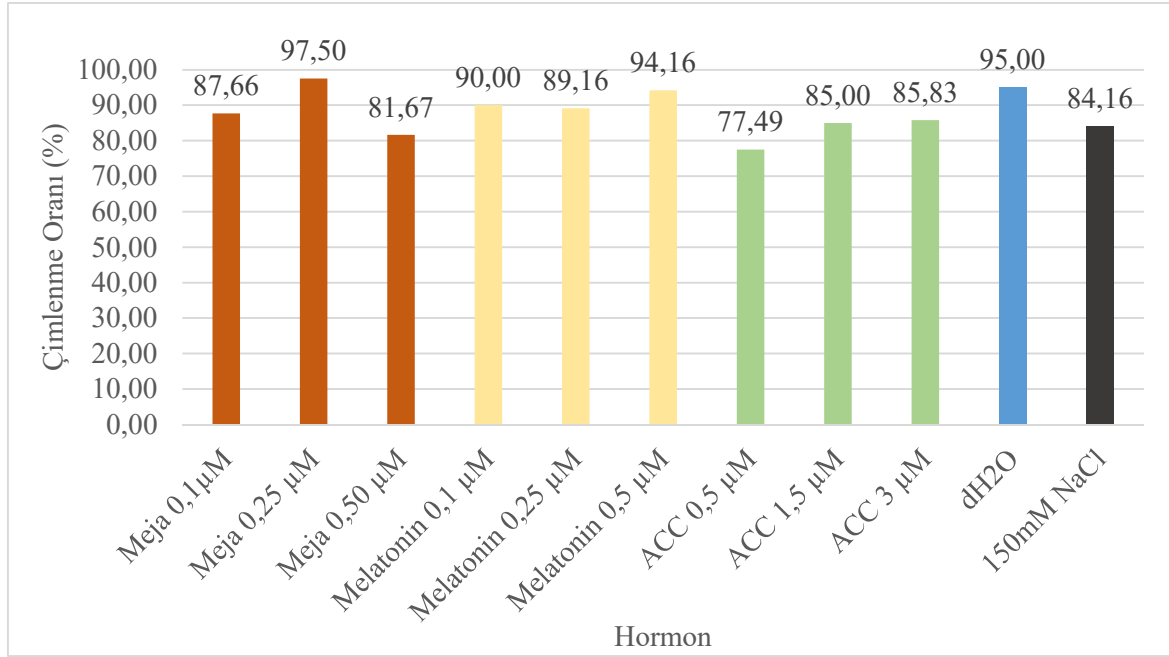
4.2.1. Hormon Uygulamalarının Çimlenme Oranları Üzerine Etkisi

Farklı hormon ve hormon konsantrasyonlarda çimlendirilen tohumlara ait çimlenme oranlarının açısal transformasyon verileri kullanılarak yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 20’de, çeşitlere ait çimlenme oranları ise Şekil 22’de verilmiştir.

Tablo 20

Hormon uygulaması varlığında çimlendirilen tohumların çimlenme yüzdesinin açısal (Arcsin) transformasyonuna [ÇimY]’na ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	43		
Tekerrür	3	20,50	0,78
Hormon	10	152,92	0,01
Hata	30	57,18	



Şekil 22. Farklı hormon ve hormon konsantrasyonlarında çimlendirilen çeşide ait tohumların son çimlenme oranı.

Sonuçlar çalışmada kullanılan bitki hormonları ve kullanılan hormon konsantrasyonlarının 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin giderilmesi üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur (Tablo 20). Hormon içermeyen 150mM NaCl’de çimlenme oranı %84,16 olurken hidropriming (dH₂O) uygulanan kontrol tohumlarında çimlenme oranı %95 olarak tespit edilmiştir (Şekil 22; Tablo 21). Buna karşın en yüksek çimlenme oranı 0,25µM MeJA uygulanan tohumlarda elde edilirken en düşük çimlenme oranı (77,49%) 0,5µM ACC uygulanan tohumlardan elde edilmiştir (Tablo 21; Şekil 22).

Tablo 21

Hormon ve hormon konsantrasyonlarının çimlenme, açılma transformasyonu [ÇimY], çimlenme hız (Çim₅₀) ve çimlenme homojenite (Çim₁₀₋₉₀) verileri.

Hormon	Konsantrasyon (μM)	Çim[Y]	Çim ₅₀ (gün)	Çim ₁₀₋₉₀ (gün)
MeJA	0,1	[69,67]	0,87	2,60
	0,25	[82,11]	0,8	2,59
	0,5	[65,29]	1,01	2,61
Melatonin	0,1	[74,79]	0,73	2,13
	0,25	[70,82]	0,85	2,55
	0,5	[78,71]	0,66	1,83
ACC	0,5	[61,79]	1,41	2,75
	1,5	[70,4]	1,36	3,77
	3	[67,91]	0,89	2,89
Kontrol	dH ₂ O	[77,26]	0,52	1,35
	150mM	[66,7]	1,09	2,35

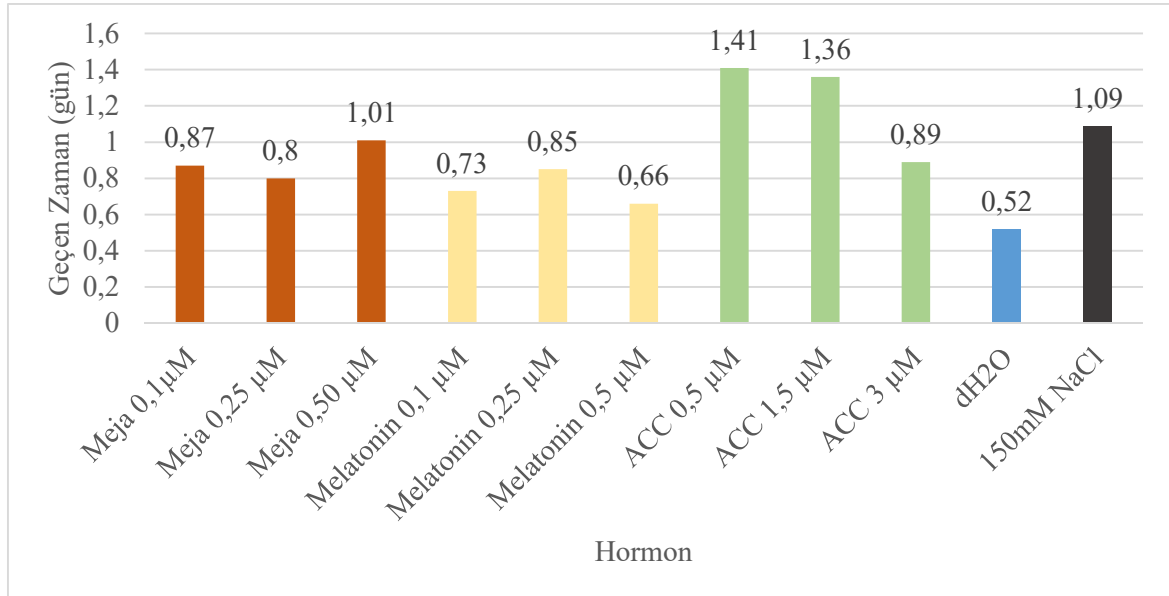
4.2.2. Hormon Uygulamalarının Çimlenme Hızı (Çim₅₀) Üzerine Olan Etkisi;

Farklı hormon ve hormon konsantrasyonlarında çimlenen tohumların %50 çimlenmesi için gerekli süreye ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 22’de, uygulamalara ait çimlenme hızlarının oranı ise Şekil 23’de verilmiştir.

Tablo 22

Hormon uygulaması altında çimlenen tohumlarının % 50 çimlenmesi için gerekli süreye ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	43	-	-
Tekerrür	3	0,0016	0,9192
Hormon	10	0,303	0,0001
Hata	30	0,0100	-



Şekil 23. Farklı hormon ve hormon konsantrasyonlarında çimlendirilen çeşide ait tohumların çimlenme hızına olan etkisi (Çim₅₀=gün).

Sonuçlar çalışmada kullanılan bitki hormonları ve kullanılan hormon konsantrasyonlarının çimlenme hızı üzerine olan etkisini istatistiksel açıdan çok önemli bulunmuştur (Tablo 22). Hormon içermeyen 150mM NaCl’de $\text{Çim}_{50}=1,09$ gün olurken hidropriming (dH₂O) uygulanan kontrol tohumlarında $\text{Çim}_{50}=0,52$ gün olarak tespit edilmiştir (Şekil 23; Tablo 21). Buna karşın en yüksek çimlenme hızı 0,1 μ M Melatonin uygulanan tohumlarda elde edilirken ($\text{Çim}_{50}=0,73$ gün) en düşük çimlenme hızı ($\text{Çim}_{50}=1,41$ gün) 0,5 μ M ACC uygulanan tohumlardan elde edilmiştir (Tablo 21; Şekil 23).

4.2.3. Hormon Uygulamalarının Çimlenme Homojenitesi (Çim_{10-90}) Üzerine Olan Etkisi;

Farklı hormon ve hormon konsantrasyonlarında çimlendirilen tohumların çimlenme homojenitesi tohumların %10 çimlenmeden %90 çimlenmeye ulaşabilmesi için geçen süre (Çim_{10-90}) üzerinden tespit edilmiştir. Bu verilere ait varyans analiz sonuçları Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23

Farklı hormon ve hormon konsantrasyonları altında tohumların çimlenme homojenitesi (Çim_{10-90}) verilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	43	-	-
Tekerrür	3	0,66	0,32
Hormon	10	1,52	0,0063
Hata	30	0,55	-

Tohumların çimlenme homojenitesinde uygulamalar arasında ortaya çıkan fark istatistiksel açıdan önemli ($p<0,0063$) bulunmuştur (Tablo 23).

4.2.4. Hormon Uygulamasının Fide Çıkış Oranları Üzerine Etkisi

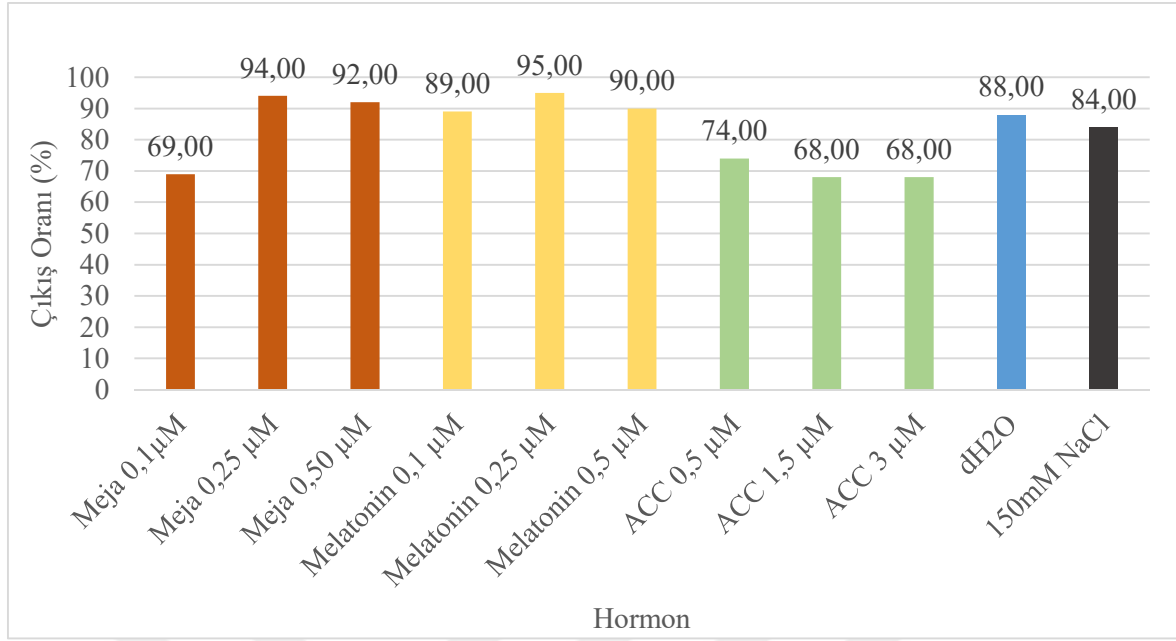
Farklı hormon ve hormon konsantrasyonları uygulanarak çıkış gerçekleştirilen tohumlara ait çıkış oranlarının açısal transformasyon verileri kullanılarak yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 24’de, uygulamalara ait çıkış oranları ise Şekil 24’de verilmiştir.

Tablo 24

Farklı hormon ve hormon konsantrasyonları uygulanan tohumların çıkış yüzdesinin açısal (Arcsin) transformasyonu [ÇıkY]’na ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	43	-	-
Tekerrür	3	12,79	0,87
Hormon	10	322,39	0,0001
Hata	30	56,85	-

Sonuçlar kullanılan hormon ve hormon konsantrasyonlarının çıkış yüzdesi üzerinde istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0001$) olduğunu göstermiştir.



Şekil 24. Farklı hormon ve hormon konsantrasyonlarında çıkış gerçekleştirilen çeşitlere ait tohumların son çıkış oranları.

Sonuçlar çalışmada kullanılan bitki hormonları ve kullanılan hormon konsantrasyonlarının 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin fide çıkışı üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p < 0,0001$) bulunmuştur (Tablo 24). Hormon içermeyen 150mM NaCl’de çıkış oranı %84 olurken hidropriming (dH₂O) uygulanan kontrol fidelerinde çıkış oranı %88 olarak tespit edilmiştir (Şekil 24; Tablo 25). Buna karşın en yüksek ve en düşük fide çıkış oranı sırasıyla 0,25µM Melatonin uygulanan tohumlardan %95, ACC’ye ait 1,5 ve 3µM konsantrasyonlarından %68 fide çıkış oranı elde edilmiştir. (Tablo 25; Şekil 24).

Tablo 25

Farklı hormon ve hormon dozlarının, çıkış açısal transformasyonu [ÇıkY], fide çıkış hızı (Çık₅₀) ve fide çıkış homojenite (Çık₁₀₋₉₀) verileri.

Hormon	Konsantrasyon (µM)	Çık[Y]	Çık ₅₀ (gün)	Çık ₁₀₋₉₀ (gün)
MeJA	0,1	[56,72]	3,24	4,76
	0,25	[77,94]	1,93	3,45
	0,5	[73,57]	1,77	3,60
Melatonin	0,1	[71,3]	1,51	2,95
	0,25	[79,16]	1,65	2,38
	0,5	[71,65]	2,60	4,46
ACC	0,5	[59,72]	2,34	2,90
	1,5	[55,57]	2,15	5,55
	3	[55,6]	2,63	4,18
Kontrol	dH ₂ O	[73,14]	0,53	1,33
	150mM	[67,19]	1,06	2,69

4.2.5. Hormon Uygulamalarının Fide Çıkış Hızı (Çık₅₀) Üzerine Olan Etkileri;

Farklı hormon ve hormon konsantrasyonları altında çıkış gerçekleştiren tohumların % 50'sinin çıkması için gerekli süreye ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26

Farklı hormon ve hormon konsantrasyonu uygulanan tohumların % 50'sinin çıkması için gerekli süreye ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	43	-	-
Tekerrür	3	0,16	0,21
Hormon	10	2,35	0,0001
Hata	30	0,10	-

Analiz sonuçları çalışmada kullanılan bitki hormonları ve kullanılan hormon konsantrasyonlarının 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin fide çıkış hızı üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p < 0,0001$) bulunmuştur (Tablo 26). Hormon içermeyen 150mM NaCl'de fide çıkış hızı Çık₅₀=1,06 gün olurken hidropriming (dH₂O) uygulanan kontrol tohumlarında fide çıkış hızı Çık₅₀=0,53 gün olarak tespit edilmiştir (Tablo 25). Buna karşın en hızlı fide çıkış oranı 0,1µM Melatonin uygulanan tohumlardan (Çık₅₀=1,51 gün) elde edilirken, en yavaş fide çıkış oranı (Çık₅₀=3,24 gün) 0,1µM MeJA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir (Tablo 25).

4.2.6. Hormon Uygulamalarının Fide Çıkış Homojenitesi (Çık₁₀₋₉₀) Üzerine Etkisi;

Farklı hormon ve hormon konsantrasyonu altında çıkış gerçekleştirilen fidelerin çıkış homojenitesi fidelerin %10 çıkışından %90 çıkışına ulaşabilmesi için geçen süre (Çık₁₀₋₉₀) üzerinden tespit edilmiştir. Bu verilere ait varyans analiz sonuçları Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27

Farklı hormon ve hormon konsantrasyonu altında çıkış gerçekleştiren fidelerin çıkış homojenitesi (Çık₁₀₋₉₀) verilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	43	-	-
Tekerrür	3	0,81	0,71
Hormon	10	5,78	0,0059
Hata	30	1,77	-

Analiz sonuçları çalışmada kullanılan bitki hormonları ve kullanılan hormon konsantrasyonlarının 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin fide çıkış homojenitesi üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0059$) bulunmuştur (Tablo 27). Hormon içermeyen 150mM NaCl’de fide çıkış homojenitesi Çık₁₀₋₉₀=2,69 gün olurken hidropriming (dH₂O) uygulanan kontrol tohumlarında fide çıkış homojenitesi Çık₁₀₋₉₀=1,33 gün olarak tespit edilmiştir (Tablo 25). Buna karşın hormon uygulamaları arasında en homojen fide çıkış oranı 0,25µM Melatonin uygulanan tohumlardan (Çık₁₀₋₉₀=2,38 gün) elde edilirken, en homojen olamayan fide çıkış oranı (Çık₁₀₋₉₀=4,76 gün) 0,1µM MeJA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir (Tablo 25).

4.2.7. Hormon Uygulamasının Fidelerdeki Bitkisel Özellikler Üzerine Etkisi;

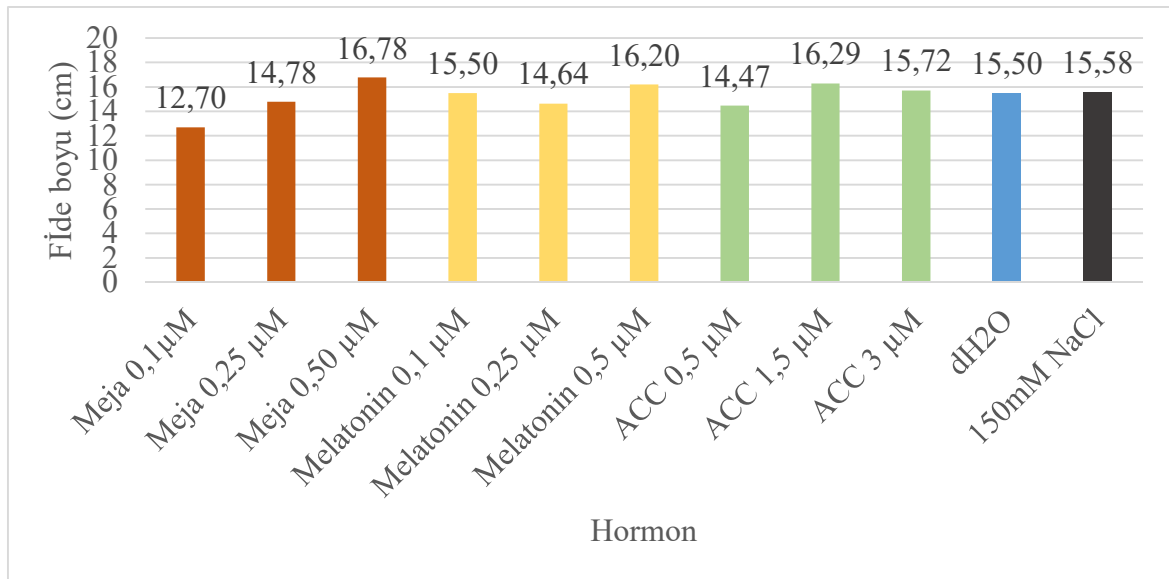
Fide boyu: Tablo 28’de fide boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 25’de ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 28

Hormon uygulamasının fide boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	438	-	-
Tekerrür	9	3,16	0,6771
Hormon	10	49,97	0,0001
Hata	419	4,30	-

Sonuçlar 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin giderilmesi amacıyla uygulanan bitki hormonlarının fide boyu üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0001$) bulunmuştur (Tablo 28).



Şekil 25. Hormon uygulamaları altındaki fide boyu ortalamalarına ait grafik.

Kontrol fidelerinde fide boyu 15,50cm (dH₂O) ve 15,85cm (150mM NaCl) olurken hormon uygulamalarında en uzun fide boyu 16,78 cm ile 0,50 μ M MeJA uygulanan tohumlardan elde edilirken en kısa fide boyu (12,70 cm) 0,1 μ M MeJA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir (Şekil 30). MeJA hormonu kendi içerisinde değerlendirildiğinde konsantrasyon arttıkça fide boyunun da arttığı ancak kontrol uygulamaları ile karşılaştırıldığında kullanılan ilk iki MeJA dozun fide boyunda önemli azalmalara neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 25).

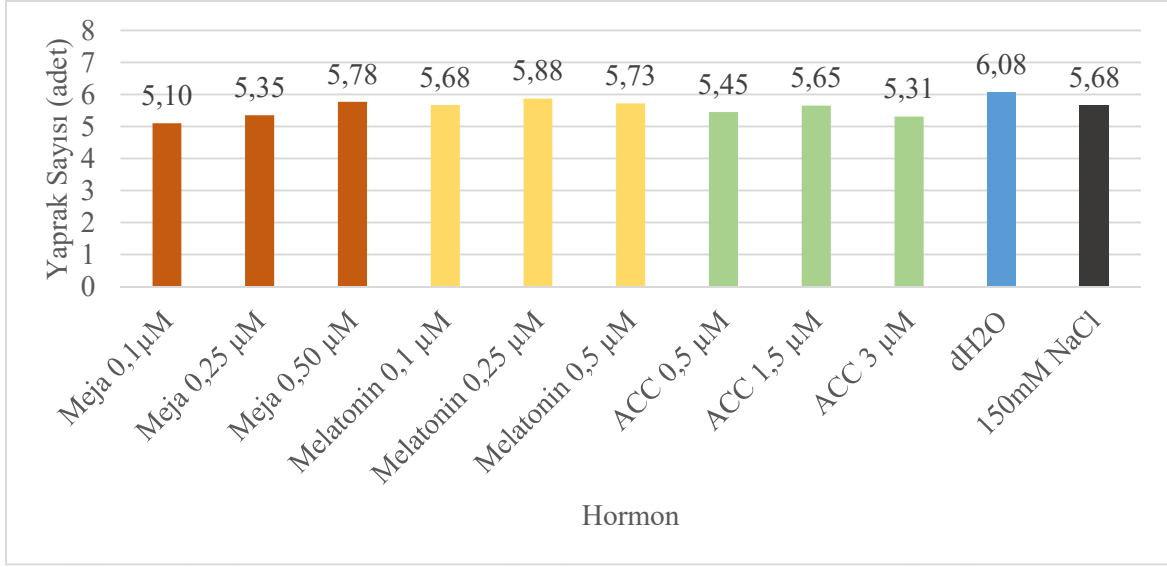
Yaprak Ve Yaprakçık Sayısı: Tablo 29’da yaprak sayısı verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 26’de yaprak sayısı, Şekil 27’de ise yaprakçık sayısı ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafikler verilmiştir.

Tablo 29

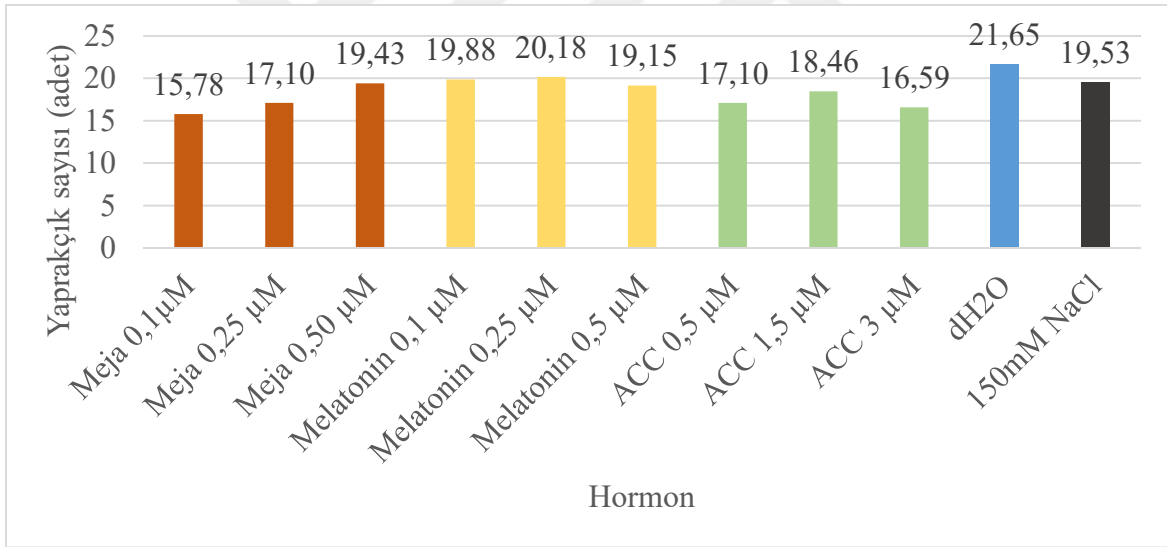
Hormon uygulamasının yaprak sayısı verilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	438	-	-
Tekerrür	9	0,61	0,2902
Hormon	10	3,12	0,0001
Hata	419	0,51	-

Sonuçlar 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin giderilmesi amacıyla uygulanan bitki hormonlarının yaprak ve yaprakçık sayısı üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p < 0,0001$) bulunmuştur (Tablo 29).



Şekil 26. Hormon uygulamaları altındaki yaprak sayısı ortalamalarına ait grafik.



Şekil 27. Hormon uygulamaları altındaki yaprakçık sayısı ortalamalarına ait grafik.

Kontrol fidelerinde fide yaprak sayısı 6,08 adet (dH₂O) ve 5,68 adet (150mM NaCl) olurken yaprakçık sayıları ise 21,65 adet (dH₂O) ve 19,53 adet (150mM NaCl) olarak elde edilmiştir. Hormon uygulamalarında en fazla yaprak ve yaprakçık sayısına sahip olan uygulama 5,88 adet yaprak ve 20,18 adet yaprakçık sayısı ile 0,25µM Melatonin uygulanmış fidelerden elde edilmiştir (Şekil 27). MeJA hormonu kendi içerisinde değerlendirildiğinde konsantrasyon arttıkça yaprak ve yaprakçık sayısının arttığı, ancak kontrol uygulamaları ile

karşılaştırıldığından kullanılan MeJA dozlarının yaprak ve yaprakçık sayısı üzerinde olumsuz bir etkiye sebep olduğu belirlenmiştir (Şekil 26; Şekil 27).

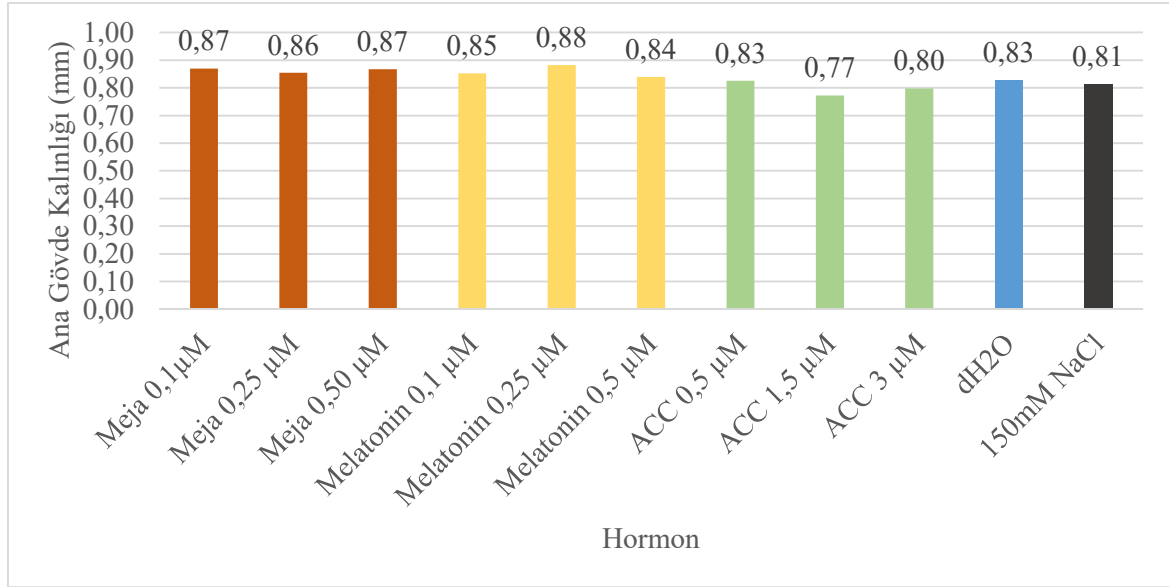
Ana Gövde Kalınlığı: Tablo 30’da ana gövde kalınlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 28’de ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir

Tablo 30

Hormon uygulaması ana gövde kalınlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	438	-	-
Tekerrür	9	0,009	0,71
Hormon	10	0,04	0,0003
Hata	419	0,013	-

Sonuçlar 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin giderilmesi amacıyla uygulanan bitki hormonlarının fide ana gövde kalınlığı üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p < 0,0003$) bulunmuştur (Tablo 30).



Şekil 28. Hormon uygulamaları altındaki fide ana gövde kalınlığı ortalamalarına ait grafik.

Kontrol fidelerinde ana gövde kalınlığı 0,87 mm (dH₂O) ve 0,81mm (150mM NaCl) elde edilirken, ana gövde kalınlığı en fazla olan uygulama 0,88 mm (0,25 µM Melatonin), en ince gövde kalınlığına sahip olan uygulama ise 0,77mm (1,5 µM ACC) olarak hesaplanmıştır. MeJA ve Melatonin hormonlarının her dozu fide ana gövde kalınlığının da artışlara neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 28). ACC ana gövde kalınlığı üzerinde artırıcı bir etki göstermemiştir, aksine azaltıcı bir etkiye neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 28).

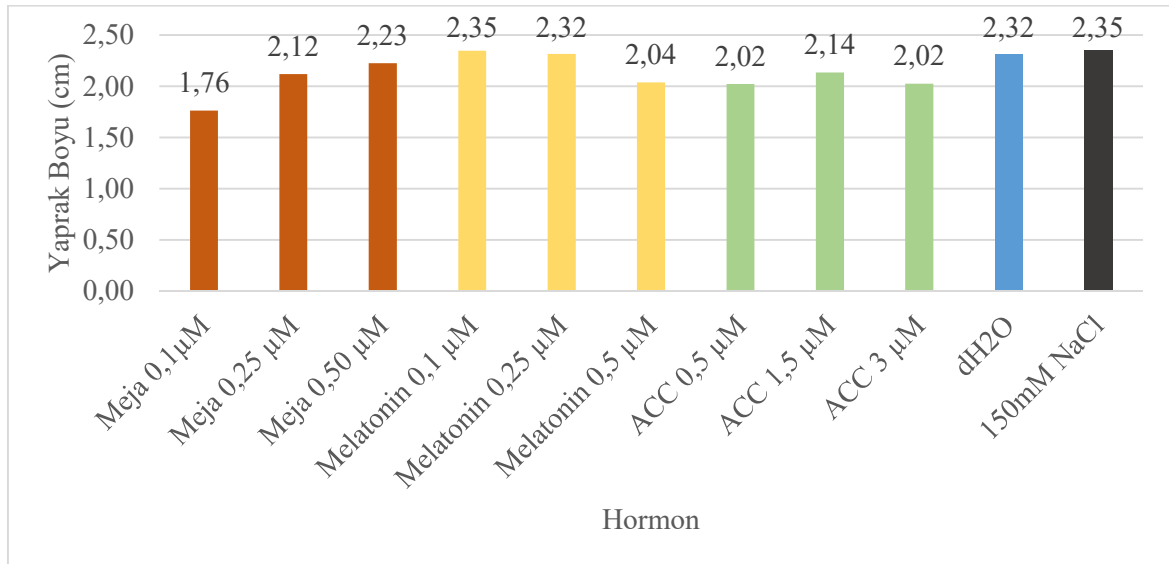
Yaprak Boyu: Tablo 31’de yaprak boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 29’da ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 31

Hormon uygulaması yaprak boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	438	-	-
Tekerrür	9	0,13	0,0978
Hormon	10	1,34	0,0001
Hata	419	0,080	-

Sonuçlar 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin giderilmesi amacıyla uygulanan bitki hormonlarının yaprak boyu üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p < 0,0001$) bulunmuştur (Tablo 31).



Şekil 29. Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait yaprak boyu ortalamalarına ait grafik.

Kontrol grupları ile karşılaştırıldığında genel olarak priming süresince uygulanan hormonlar fidelerin yaprakçık boylarında kısalmalara neden olmuştur (Şekil 29). Kontrol fidelerinde yaprak boyu 2,32 cm (dH₂O) ve 2,35cm (150mM NaCl) elde edilirken, yaprak boyu olarak en uzun olan uygulama 2,35cm (0,1 µM Melatonin ve dH₂O), en kısa yaprak boyuna sahip olan uygulama ise 1,76cm (0,1 µM MeJA) olarak elde edilmiştir. MeJA hormonu kendi içerisinde değerlendirildiğinde, konsantrasyon arttıkça yaprak boyu uzarken, Melatonin hormonu kendi içerisinde kıyaslandığında ise konsantrasyon arttıkça yaprak boyunun kısalmasına neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 29). Ancak yapılan hiçbir uygulama yaprak boyunu kontrol uygulamalarında olan değerlerin üzerine çıkarmaya yeterli olmadığı belirlenmiştir. Ancak diğer hormon ve konsantrasyonları ile karşılaştırıldığında Melatonin uygulamasına ait ilk dozun yaprak boyunda bir gerilemeye neden olmadığı belirlenmiştir (Şekil 30).

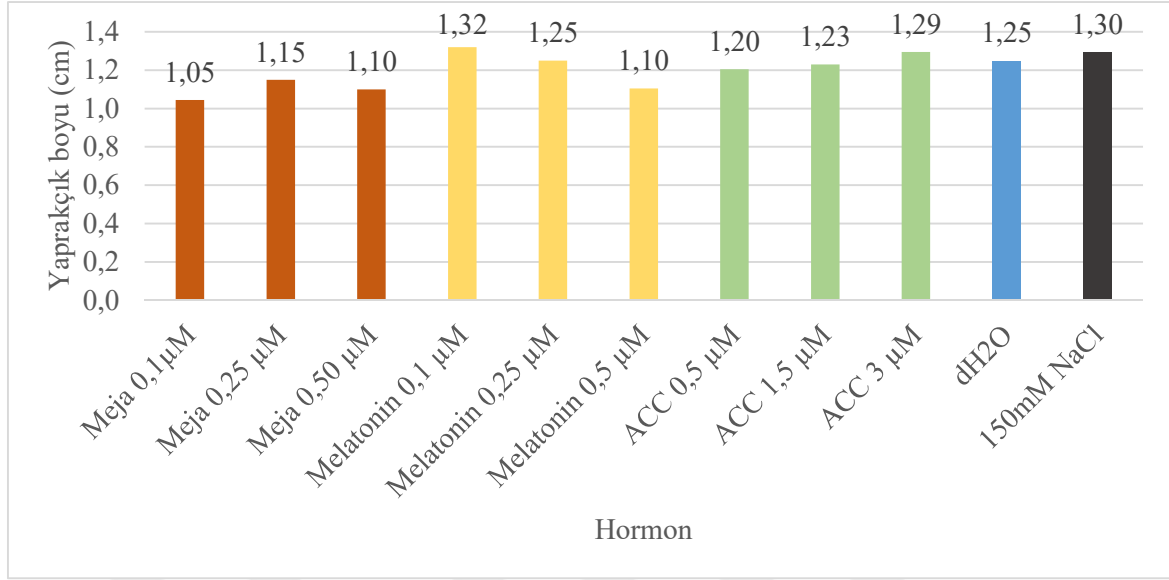
Yaprakçık Boyu: Tablo 32’de yaprakçık boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 30’da ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 32

Hormon uygulamalarının yaprakçık boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	438	-	-
Tekerrür	9	0,07	0,1771
Hormon	10	0,33	0,0001
Hata	419	0,05	-

Sonuçlar 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin giderilmesi amacıyla uygulanan bitki hormonlarının yaprakçık boyu üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p < 0,0001$) bulunmuştur (Tablo 30).



Şekil 30. Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait yaprakçık boyu ortalamalarına ait grafik.

Kontrol grupları ile karşılaştırıldığında genel olarak priming süresince uygulanan hormonlar fidelerin yaprakçık boylarında kısılmalara neden olmuştur (Şekil 30). Kontrol fidelerinde yaprakçık boyu 1,25cm (dH₂O) ve 1,30cm (150mM NaCl) elde edilirken, yaprakçık boyu olarak en uzun olan uygulama 1,32cm (0,1 µM Melatonin), en kısa yaprak boyuna sahip olan uygulama ise 1,05cm (0,1 µM MeJA) olarak elde edilmiştir. ACC uygulamasında konsantrasyon arttıkça yaprakçık boyu uzarken, Melatonin uygulamasında konsantrasyon arttıkça yaprakçık boyunda önemli azalmalar olduğu belirlenmiştir. Ancak 0,1 µM Melatonin uygulaması yaprakçık boyunda hidropriming uygulanan kontrole göre önemli artışlar sağlamıştır (Şekil 30).

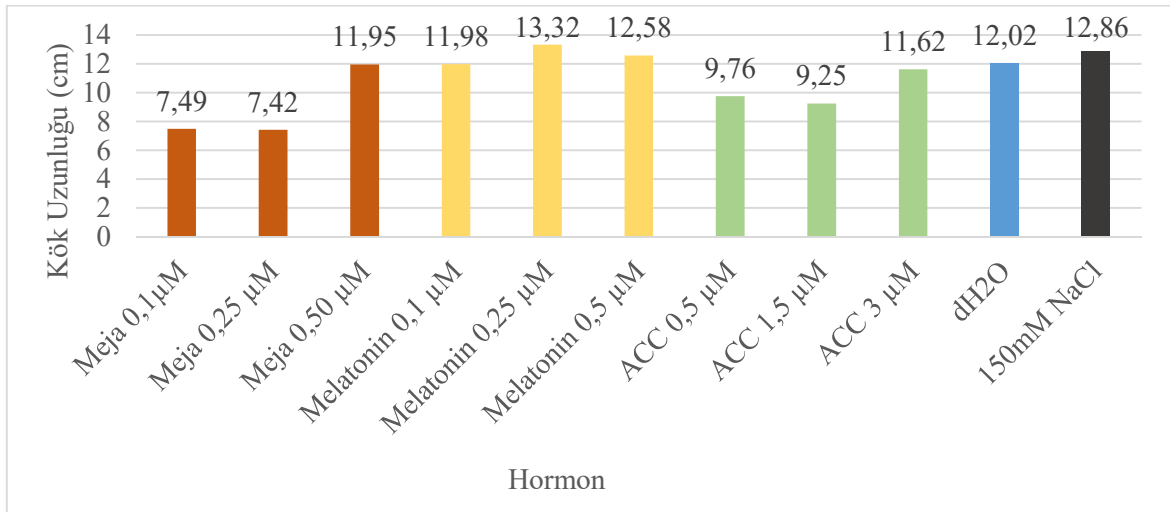
Kök uzunluğu: Tablo 33’de kök uzunluğu verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 31’de ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 33

Hormon uygulamalarının kök uzunluğu verilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	438	-	-
Tekerrür	9	12,60	0,2524
Hormon	10	177,45	0,0001
Hata	419	9,94	-

Sonuçlar 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin giderilmesi amacıyla uygulanan bitki hormonlarının kök uzunluğu üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0001$) bulunmuştur (Tablo 33).



Şekil 31. Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait kök uzunluğu ortalamalarına ait grafik.

Melatonin haricindeki diğer hormon uygulamalarının fide kök uzunlukları üzerine olumsuz etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 31). Kontrol fidelerinde kök uzunluğu 12,02cm (dH₂O) ve 12,86cm (150mM NaCl) ölçülürken, hormon uygulamalarında kök uzunluğu en fazla olan uygulama 13,32cm (0,25 µM Melatonin), en kısa kök uzunluğuna sahip olan uygulama ise 7,42cm (0,25 µM MeJA) olarak hesaplanmıştır (Şekil 31). MeJA hormonu kendi içerisinde incelendiğinde ilk iki dozun kök uzunluğunda çok önemli gerilemelere neden olduğu, ancak en yüksek dozun (0,5µM) kök boyunu artırmaya teşvik edici olduğu belirlenmiştir. ACC hormonunda da benzer bir durum söz konusudur ilk iki doz kök uzamasını oldukça olumsuz etkilerken üçüncü doz, kök boyunu artırıcı bir etki göstermiştir.

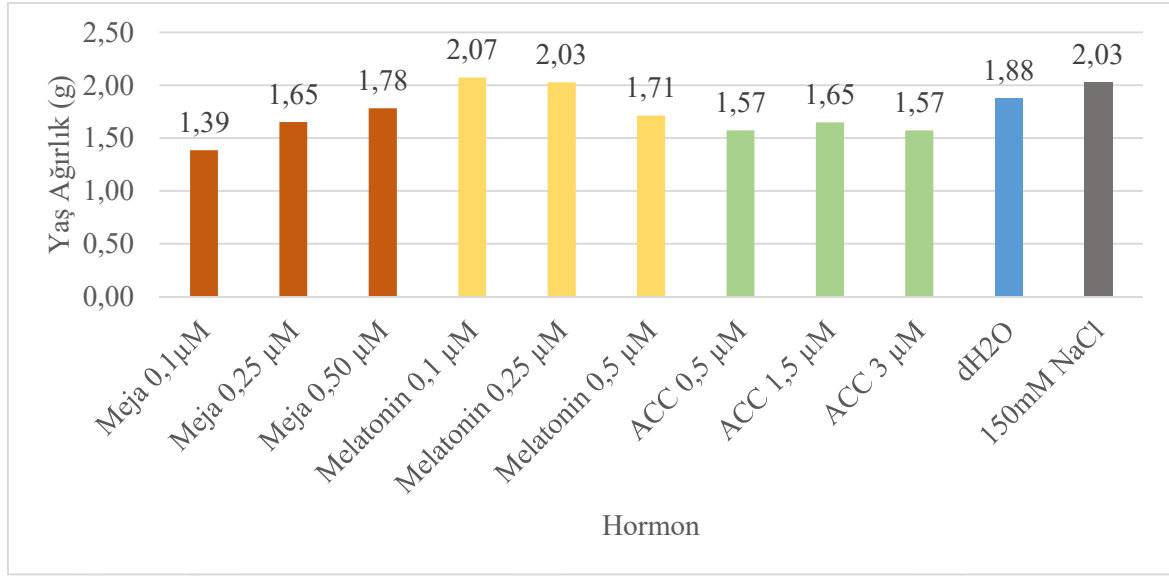
Yaş Ağırlığı: Tablo 34’de yaş ağırlık verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 32’de ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 34

Hormon uygulamalarının yaş yeşil aksam verilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	43	-	-
Tekerrür	3	0,01	0,8037
Hormon	10	0,19	0,0014
Hata	30	0,04	-

Sonuçlar 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin giderilmesi amacıyla uygulanan bitki hormonlarının yaş ağırlığı üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0014$) bulunmuştur (Tablo 34).



Şekil 32. Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait yaş ağırlık ortalamalarına ait grafik.

Melatonin haricindeki diğer hormon uygulamaları fide yaş ağırlıkları üzerine olumsuz etki göstermiştir (Şekil 32). Diğer taraftan Melatonin olumlu etkisi en yüksek Melatonin dozunda (0,5 µM) ortadan kalkmıştır (Şekil 32). Kontrol fidelerinde yaş ağırlık 1,88g (dH₂O) ve 2,03g (150mM NaCl) olarak belirlenirken, yaş ağırlığı en fazla olan uygulama 2,07g (0,1 µM Melatonin), en az olan uygulama ise 1,39g (0,1 µM MeJA) olarak belirlenmiştir. MeJA uygulamasında konsantrasyon arttıkça yaş ağırlık artarken, Melatonin uygulamasında konsantrasyon arttıkça yaş ağırlığın azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 32).

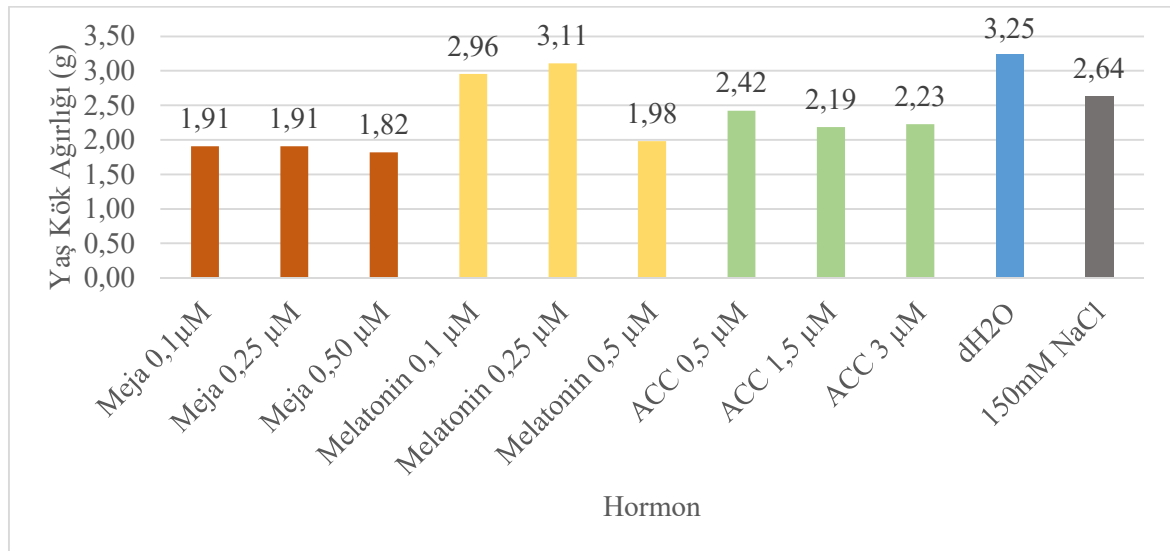
Yaş Kök Ağırlığı: Tablo 35’de yaş kök ağırlık verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 33’de ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 35

Hormon uygulamalarının yaş kök ağırlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	43	-	-
Tekerrür	3	0,12	0,6739
Hormon	10	1,06	0,0009
Hata	30	0,24	-

Sonuçlar 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin giderilmesi amacıyla uygulanan bitki hormonlarının yaprakçık boyu üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p < 0,0009$) bulunmuştur (Tablo 35).



Şekil 33. Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait yaş kök ağırlık ortalamalarına ait grafik.

Melatonin haricindeki diğer hormon uygulamaları fide kök yaş ağırlıkları üzerine olumsuz etki gösterirken Melatonin, en yüksek uygulama dozu haricince hormon uygulanmayan tuz kontrol tohumlarına göre fide kök yaş ağırlıklarında çok önemli iyileşmelere ve artışlara neden olmuştur (Şekil 33). Kontrol fidelerinde yaş kök ağırlığı 3,25g (dH₂O) ve 2,64g (150mM NaCl) olarak belirlenirken, yaş kök ağırlığı en fazla olan uygulama 3,11g (0,25µM Melatonin), en az yaş kök ağırlığına sahip olan uygulama ise 1,82g (0,5 µM MeJA) olarak belirlenmiştir. Hormonlar kendi içinde değerlendirildiğinde ise MeJA kendi konsantrasyonları içerisinde büyük farklılıklar oluşturmazken, Melatoninde birinci ve ikinci doz yaş kök ağırlığını artırırken, üçüncü dozun çok ciddi gerilemelere neden olduğu belirlenmiştir.

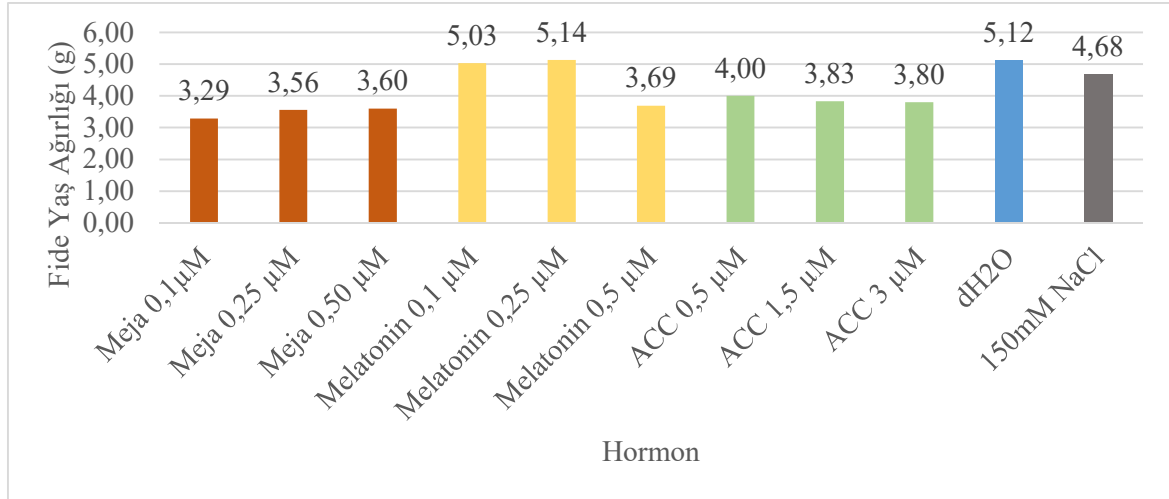
Yaş Fide Ağırlığı: Tablo 36’da yaş fide ağırlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 34’de ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 36

Hormon uygulamalarının yaş fide ağırlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	43	-	-
Tekerrür	3	0.14013561	0.6323
Hormon	10	1.92530682	0,0001
Hata	30	0.24133894	-

Sonuçlar 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin giderilmesi amacıyla uygulanan bitki hormonlarının yaş fide ağırlığı üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0,0001$) bulunmuştur (Tablo 36).



Şekil 34. Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fide yaş ağırlık ortalamalarına ait grafik.

Melatonin haricindeki diğer hormon uygulamaları fide yaş ağırlıkları üzerine olumsuz etki gösterirken Melatonin, en yüksek uygulama dozu haricince hormon uygulanmayan tuz kontrol tohumlarına göre fide yaş ağırlıklarında çok önemli iyileşmelere neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 34). Kontrol fidelerinde yaş fide ağırlığı 5,12g (dH₂O) ve 4,68g (150mM NaCl) ölçülürken, yaş fide ağırlığı en fazla olan uygulama 5,14g (0,25µM Melatonin), en az yaş fide ağırlığına sahip olan uygulama ise 3,29g (0,1 µM MeJA) olarak belirlenmiştir (Şekil 34). MeJA kendi içinde değerlendirildiğinde konsantrasyon arttıkça yaş fide ağırlığının arttığı sonucu elde edilirken, ACC’de konsantrasyon arttıkça yaş fide ağırlığının azaldı sonucu elde edilmiştir. Melatoninde ise ilk iki doz yaş fide ağırlığı oldukça fazla artmasına neden olurken, üçüncü doz diğer iki doza göre yaş fide ağırlığını azaltıcı etki ettiği belirlenmiştir.

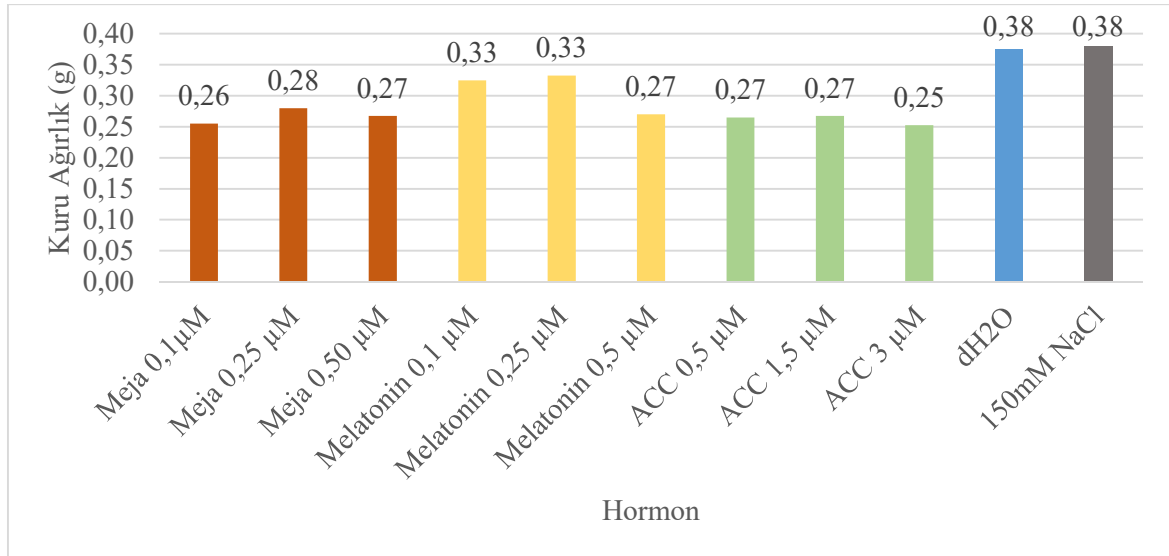
Fide Kuru Ağırlığı: Tablo 37’de kuru ağırlık verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 35’de ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 37

Hormon uygulamalarının kuru ağırlık verilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	43	-	-
Tekerrür	3	0,0009	0,5586
Hormon	10	0,009	0,0001
Hata	30	0,001	-

Sonuçlar 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin giderilmesi amacıyla uygulanan bitki hormonlarının kuru ağırlık üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p < 0,0001$) bulunmuştur (Tablo 37).



Şekil 35. Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait kuru ağırlık ortalamalarına ait grafik.

Kullanılan hormonlar fide kuru ağırlıkları üzerine olan etkileri fide yaş ağırlıklarına benzer bir etki göstermiştir (Şekil 35). Melatonin haricindeki diğer hormon uygulamaları fide kuru ağırlıkları üzerine olumsuz etki gösterirken Melatonin uygulanan tohumlardan elde edilen fide kuru ağırlıkları kontrol grubundan daha düşük olmuştur (Şekil 35). Kontrol fidelerinde kuru ağırlık 0,38g (dH₂O) ve 0,38g (150mM NaCl) elde edilirken, kuru ağırlık en fazla olan uygulama 0,33g (0,1 ve 0,25 µM Melatonin), en az kuru ağırlığa sahip olan uygulama ise 0,25g (3 µM ACC) olarak hesaplanmıştır. İki kontrol grubu arasında da değer olarak bir fark olmaması kuru ağırlık üzende tuz uygulamasının olumsuz bir etkisinin olmadığını göstermiştir (Şekil 35).

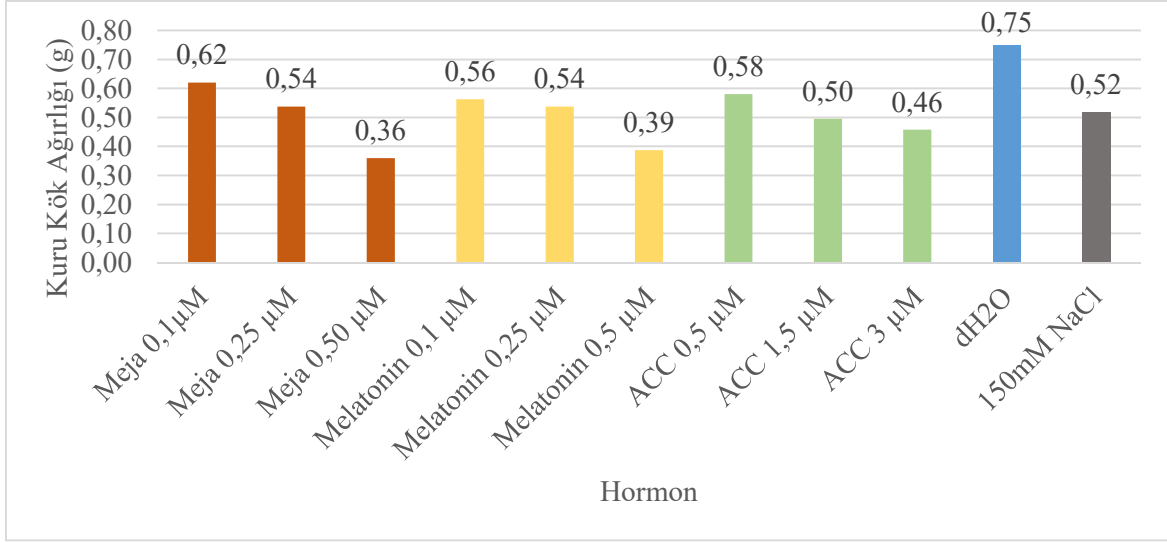
Kuru Kök Ağırlığı: Tablo 38’de kuru kök ağırlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 36’da ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 38

Hormon uygulamalarının kuru kök ağırlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	43	-	-
Tekerrür	3	0,015	0,4487
Uygulama	10	0,046	0,0186
Hata	30	0,017	-

Sonuçlar kullanılan hormon ve hormon dozlarının kuru kök ağırlığı üzerindeki etkisinin istatistiksel açıdan önemli %5 seviyesinde ($P < 0,0186$) olduğunu göstermiştir.



Şekil 36. Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait kuru kök ağırlık ortalamalarına ait grafik.

Kullanılan hormonlar fide kök kuru ağırlıklarında kontrol uygulamalarına göre önemli düşüslere neden olmuştur (Şekil 36). Kontrol fidelerinde kuru kök ağırlığı 0,75g (dH₂O) ve 0,52g (150mM NaCl) elde edilirken, kuru kök ağırlığı en fazla olan uygulama 0,62g (0,1 µM MeJA), en az kuru kök ağırlığına sahip olan uygulama ise 0,36g (0,5 µM MeJA) olarak hesaplanmıştır (Şekil 36). Hormon uygulamaları kendi içinde değerlendirildiğinde ise bütün hormon uygulamalarında konsantrasyon arttıkça kuru kök ağırlığında azalma olduğu sonucu elde edilmiştir (Şekil 36).

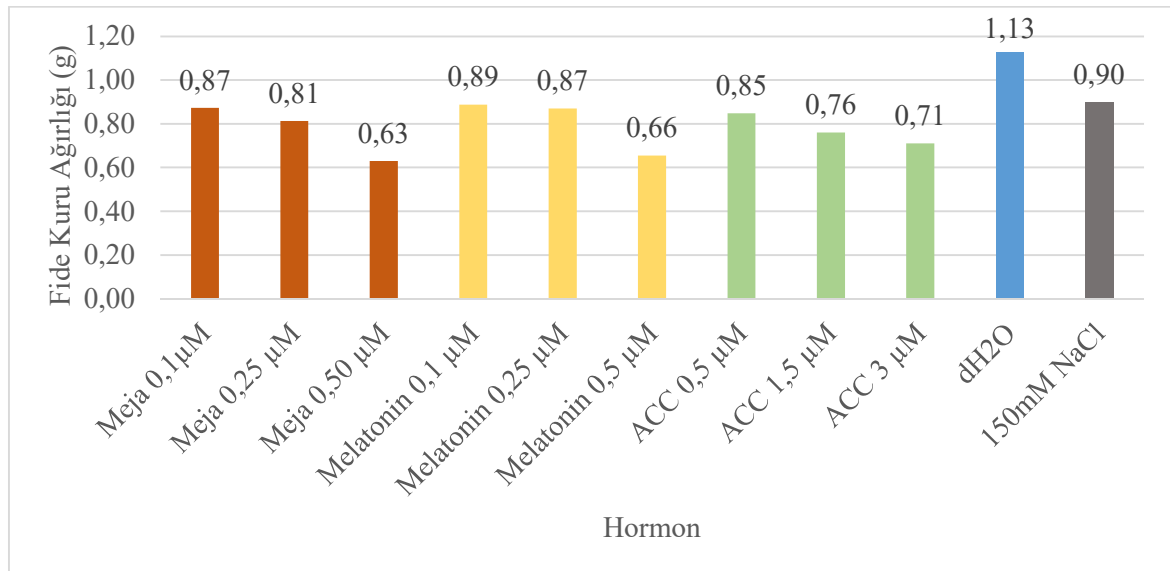
Kuru Fide Ağırlığı: Tablo 39’da kuru fide ağırlığı verilerine ait varyans analiz sonuçları Şekil 37’de ise ortalama veriler kullanılarak oluşturulan grafik verilmiştir.

Tablo 39

Kuru fide ağırlığı verilerine ait varyans analiz tablosu.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P-değeri
Genel	43	-	-
Tekerrür	3	0,017	0,4298
Hormon	10	0,075	0,0010
Hata	30	0,017	-

Sonuçlar 24 saatlik priming süresince 150 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresinin giderilmesi amacıyla uygulanan bitki hormonlarının fide kuru ağırlığı üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan çok önemli ($p < 0,001$) bulunmuştur (Tablo 39).



Şekil 37. Hormon uygulaması altında gerçekleştirilen çıkış denemesinden elde edilen fidelere ait fide kuru ağırlık ortalamalarına ait grafik.

Kullanılan hormonlar fide kuru ağırlıklarında kontrol uygulamalarına göre önemli düşüşlere neden olmuştur (Şekil 37). Uygulanan tuz stresi fide kuru ağırlığında hidropriming yapılan kontrol grubuna göre önemli gerilemelere neden olmuştur (Şekil 37). Kontrol fidelerinde kuru fide ağırlığı 1,13g (dH₂O) ve 0,90g (150mM NaCl) olarak belirlenirken, fide kuru ağırlığı en fazla olan uygulama 0,89g (0,1 µM Melatonin), en az kuru fide ağırlığına sahip olan uygulama ise 0,63g (0,5 µM MeJA) olarak belirlenmiştir. Hormon uygulamaları kendi içinde değerlendirildiğinde ise bütün hormon uygulamalarında konsantrasyon arttıkça kuru fide ağırlıklarda azalma olduğu sonucu elde edilmiştir (Şekil 37).

İncelenen morfolojik özellikler arasında yer alan yaprak ve gövde de tüylülük durumu, kulakçık şekli, yaprak dişlilik durumu, gövde ve kulakçıklarda antosiyanin durumu gibi gözleme dayalı veriler ile ana dal ve yan dal sayısı gibi parametrelerde uygulamalar arasında fark gözlenmediği ya da yapılan istatistiksel analizler sonucunda önemli ($p>0,05$) farklılıklar bulunmadığı için tezin sonuç kısmında dahil edilmemiştir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada kullanılan mercimek çeşitleri çimlenme ve fide evresinde tuzun farklı konsantrasyonları kullanılarak oluşturulan tuz stresine çok farklı tepkiler vermişlerdir. Bu sonuçlar kullanılan mercimek çeşitleri arasında tuza toleranslık bakımından büyük bir varyasyonun var olduğu göstermiştir. Çalışmada Kafkas ve Çiftçi çeşitleri çimlenme oranları bakımından tuza en tolerant çeşitler olarak tespit edilirken, Siyah mercimek çeşidi tuza en hassas mercimek çeşidi olarak belirlenmiştir.

Tuz stresi tohumların fide çıkış parametrelerinde de çok önemli gerilemelere neden olmuştur. Ancak bu gerilemelerin çeşide göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan mercimek çeşitleri arasında fide çıkışı oranları bakımından tuza en tolerant olan çeşit Ceren olurken en hassas çeşit ise Altıntoprak olarak belirlenmiştir.

Uygulanan tuz dozları içerisinde, 150 mM NaCl dozunun genel olarak çimlenmeyi önemli oranda geriletmediği, 225 mM NaCl dozunun ise çimlenmeyi genel olarak durdurduğu, çalışmada kullanılan en yüksek tuz dozu olan 300 mM NaCl dozunun ise mercimek tohumları üzerine toksik etki yaptığı belirlenmiştir. Fide çıkış denemesinde ise 225mM NaCl dozunun genel olarak fide çıkışını bazı çeşitlerde ciddi oranda geriletmediği, bazı çeşitlerde ise durdurduğu belirlenirken, 300 mM NaCl dozunun Ceren çeşidi hariç bütün çeşitlerde toksik etki yaptığı tespit edilmiştir.

Uygulanan tuz konsantrasyonları ve konsantrasyonların çeşitler üzerindeki etkileri çeşit ve uygulanan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak önemli oranda değişiklik göstermiştir. Tuz stresi altında yetiştirilen fidelerden elde edilen en uzun fide boyu 20,52cm (75mM NaCl, Altıntoprak) olarak belirlenmiştir. En fazla yaprak ve yaprakçık sayısına sahip olan çeşit ve tuz konsantrasyonu ise 8,28 adet yaprak/bitki (75mM NaCl, Fırat-87) ve 27,48 adet yaprakçık/bitki (75 mM NaCl, Yerlikırmızı) olarak tespit edilmiştir. En yüksek yaş ve kuru ağırlıklar Yerlikırmızı çeşidinde 75mM NaCl uygulanan tohumlarda sırasıyla 3,52 g/bitki ve 0,58 g/bitki olarak tespit edilmiştir.

Priming ortamında uygulanan tuz stresinin giderilmesi amacıyla priming ortamına ilave edilen farklı konsantrasyonlardaki bitki hormonlarından MeJA ve Melatonin, kontrol uygulamalarına göre çimlenme parametrelerinde bazı iyileşmelere neden olurken ACC

olumsuz etki göstermiştir. Hormon içermeyen ve sadece 150mM NaCl içeren kontrol tohumlarında çimlenme oranı %84,16 olurken 0,25µM MeJA uygulanan tohumlarda bu oran %97,5 ve 0,25µM Melatonin uygulanan tohumlarda ise %89,16 olarak belirlenmiştir.

Hormon uygulamalarına ait fide çıkış denemesinde elde edilen veriler doğrultusunda en yüksek çıkış gösteren uygulama %94 (Melatonin 0,25 µM) olarak belirlenirken en düşük çıkış oranı %68 (ACC 1,5 µM) olarak belirlenmiştir. Hormonlar birbiri ile kıyaslandığında ise ACC çıkışı olumsuz (%68) etkilemiş ve kontrol uygulamasının altında (%84) bir çıkış oranının elde edilmesine neden olmuştur.

Hormon uygulamaları ölçülen fide parametreleri olan fide boyu, yaprak ve yaprakçık sayısı, ana gövde kalınlığı, yaprak boyu, yaprakçık boyu, kök uzunluğu, yaş ağırlık, yaş ve kuru kök ağırlığı, yaş ve kuru fide ağırlıkları ile fide kuru ağırlıkları, fide kök ağırlığı parametreleri üzerine kontrol uygulamaları ile karşılaştırıldığında genel olarak negatif bir etki yaptığı belirlenmiştir. Ancak düşük konsantrasyonlarda kullanılan Melatonin hormonu diğer hormon uygulamaları ile karşılaştırıldığında bazı fide parametreleri üzerine olumlu etkilerinin olduğunu göstermiştir. Örneğin kök uzunluğu, ana gövde kalınlığı ve yaş fide ağırlığı en fazla sırasıyla 13,32cm, 0,88mm, 5,14g ile 0,25 µM Melatonin uygulanan tohumlardan elde edilmiştir.

Bu çalışma sonuçları tuza tolerant mercimek çeşit ıslahı çalışmalarında melezlemeye girecek çeşit adaylarının belirlenmesi, ilgili alanda yapılacak muhtemel moleküler çalışmalar olan genetik haritalama, dizilme ve gen ifade çalışmalarına çok önemli katkılar sunması beklenmektedir. Ancak laboratuvar şartlarında elde edilen bu sonuçların farklı biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin var olduğu tarla şartlarında da test edilmesi tavsiye edilebilir. Tuz stresinin giderilmesine yönelik yapılan hormon uygulamaları özellikle MeJA ve Melatonin hormonlarının uygun dozlarının tuz stresinin giderilmesi üzerine önemli etkilerinin olabileceğini, bu etkilerin farklı mercimek çeşitleri ile tekrar edilmesinin faydalı olacağına işaret etmektedir.

KAYNAKÇA

- Ahlawat, I. P. S. (2012). Agronomy – Rabi Crops: Lentil, Division of Agronomy Indian Agricultural Research Institute, New Delhi – 110 012 Agronomy, pp. 10.
- Anonim (2018). Mercimekte Apion. Ankara: Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Müdürlüğü.
- Aydoğan, A., Karagül, V., & Gürbüz, A. (2008). Farklı ekim zamanlarının yeşil ve kırmızı mercimeğin (*Lens culinaris* Medik.) verim ve verim öğelerine etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi (17), 1-2.
- Baran, A., & Doğan, M. (2014). Tuz stresi uygulanan soyada (*Glycine max* L.) salisilik asidin fizyolojik etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi ,18 (1), 1-2.
- Bodenheimer, F. (1958). The history of biology: an introduction. The History of Biology: An Introduction.
- Çavuşoğlu, K., Kılıç, S., & Kabar, K. (2016). Tuzlu koşullar altında çimlendirilen arpanın (*Hordeum vulgare* L. var. Bülbül 89) tohum çimlenmesi, fide büyümesi ve yaprak anatomisine gibberellik asit (GA3), kinetin (Kin) ve etilen (E)'in etkileri. Suleyman Demirel University journal of science. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (11).
- Çulha, Ş., Çakırlar, H. (2011). Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 11(2), 11-34.
- Demir, İ., Ellialtıoğlu, Ş., Tıprıdamaz, R., (1994). The effect of different priming treatments on reparability of aged eggplant seeds. Acta Horticulturae. 362: 205-212.
- Elkoca, E., (2007). Priming ekim öncesi tohum uygulamaları. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg. 38: 1, 113-120.
- Eryılmaz, Z., & Aydemir, T. (2005). NaCl stresi uygulanmış mercimek (*Lens esculenta*) bitkisinde bazı antioksidan enzim aktivitesindeki değişimlerin incelenmesi. Environ. Exp. Botany-I.Fridovich Arch.Biochem. Biophys. Plant Cell PhysiolAebi. Methods Enzymol (49(105)), 69-76.

- Botella, M.A., Rosado, A., Bressan, R.A. ve Hasegawa, P.M., (2005). Plant Adaptive Responses to Salinity Stress, Plant Abiotic Stress, Blackwell Publishing Ltd., 270p.
- FAO, (2021). Dünyada Mercimek üretiminde ilk 5’de yer alan ülkelerin 2018-2019 yıllarına ait ekim alanı (ha) ve üretim miktarı (ton).
- Geçit, H. H. (2011). Tarla bitkileri ders kitabı. Ankara, Türkiye: Ankara Üniversitesi.
- Gülaç, Z. N. (2020). Mercimek Ürün Raporu. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. 323
- Gülümser, A. (2016). Dünyada ve Türkiye’de yemeklik dane baklagillerin durumu. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi (25), 292-298.
- Günel, B. (2011). Patlıcan (*Solanum melongena* L.) embriyo kültüründe, jasmonik asit ve tuz stresi etkileşiminin incelenmesi. Ankara Üniversitesi , 82.
- Heydecker W., Coolbear P. (1977). Seed Treatments for Improved Performance- Survey Prognosis. Seed Sci. And Tech. 5; 353-425.
- Heydecker, W., Gibbins, B. (1978). The priming of seeds, Acta Horticulturae. 83:213-215.
- Johann, G. S. (1796). File:*Lens culinaris* Sturm8.jpg - Wikimedia Commons. Retrieved Nisan 22,2018,fromWikimediaCommons:https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lens_culinaris_Sturm8.jpg
- Karagüzel, O., Mansuroğlu, S. (2003). Giberellik asidin doğal hazeranların (*consolidia orientalis*) çiçeklenme özellikleri ile yaprak ve çiçek renklerine etkisi. Dergi Park (32(1-2)), 15-22.
- Karakurt, H., Aslantaş, R., & Eşitken, A. (2010). Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2), 115-128.
- Kaydan, D., Yağmur, M. (2006). Farklı salisilik asit dozları ve uygulama şekillerinin buğday (*Triticum aestivum* L.) ve mercimek (*Lens culunaris* Medik) verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi (12(3)), 285-293.

- Kılıç, N., Ulvi, A., Çatalpınar, A., Adıgüzel, N. (1968). Mercimek hortumlu böceğinin bio-ekolojisi ve mücadele metodları üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni (8), 1.
- Korkmaz, A., Demir, Ö., Kocapınar, F., & Cıci, F. Y. (2016). Biber fidelerinde yapraktan yapılan melatonin uygulamalarıyla üşüme stresine karşı toleransın artırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi 19 (3), 348-354.
- Kökten, K., Karaköy, T., Bakoğlu, A., & Akçura, M. (2009). Determination of salinity tolerance of some lentil (*Lens culinaris* M.) varieties. Journal of Food Agriculture and Environment 8 (1), 239.
- Köse, F. S. (2012). Physiological and biochemical screening of different turkish lentil cultivars under salt stress conditions. Physiological and biochemical screening of different turkish lentil cultivars under salt stress conditions.
- Lichtenhaler, H.K. (1996), Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants, Journal of Plant Physiology, 148, 4-14.
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology 59 (1), 651-681.
- Özberk, İ. (2014). Güneydoğu Anadolu'da kırmızı mercimekte (*Lens culinaris* Medik.) pazarlama fiyatını düşüren bazı değerlendirme faktörlerinin incelenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 23 (1), 1-6.
- Özcan, H., Turan, M. A., Koç, Ö., Çıkkılı, Y., & Taban, S. (1999). Tuz stresinde bazı nohut (*Cicer aietinum* L. cvs.) çeşitlerinin gelişimi ve Prolin, Sodyum, Klor, Fosfor ve Potasyum konsantrasyonlarındaki değişimleri. Türk J Agric For (24), 649-654.
- Pandey, A. K., & Sengar, R. S. (2020). Effect of salt stress on salt tolerant indices of morpho-physiological traits and yield attributes of lentil (*Lens culinaris* Medik.). Int. J. Chem. Stud, 8, 2292-2301.
- Parlakova, Y. S., Karagöz, F., & Dursun, A. (2017). Gibberellik asit ön uygulamasına tabi tutulmuş Hüsnüyusuf (*Dianthus Barbatulus* L.) tohumlarının tuz stresinde çimlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 48 (1), 1-1.
- Pessarakli, M., Szabolcs, İ. (2010). Soil salinity and sodicity as particular plant/crop stress factors. Handbook of plant and crop stress (2), 3-21.

- Phan, H. T., Ellwood, S. R., Hane, J. K., Ford, R., Materne, M., & Oliver, R. (2007). Extensive macrosynteny between *Medicago truncatula* and *Lens culinaris* ssp. *culinaris*. *Theoretical and Applied Genetics* 114 (3), 549-558.
- Reddy, G. V., Rao, G. V., & Iyengar, D. S. (1999). A novel, simple, chemoselective and practical protocol for the reduction of azides using In/NH₄Cl. *Tetrahedron Letters* 40 (20), 3937-3938.
- Sağlam, S., Day, S., Kaya, G., Gürbüz, A. (2010). Hydropriming increases germination of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) under water stress. *Not Sci Biol* 2 (2), 103-106.
- Sandhu, J.S. ve Singh, S. (2007). “History and Origin Lentil an Ancient Crop for Modern Times”, (Ed. Shyam S. Yadav, David L. McNeil, Philip C. Stevenson), pp. 1 – 9, Published by Springer, Netherlands.
- Saskatchewan, M. G. (1984). *Lens* newsletter. Lentil Experimental News Service .
- Saxena, M. C. (2009). *The lentil*. (W. Erskine, Ed.) New Delhi, India: University of Western Australia.
- Sepetoğlu, H., (2002). *Yemeklik Dane Baklagiller*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, Ders Notları: 24/4.
- Solaimanifar, S., & Asemaneh, T. (2021). Investigation of silicon effects on some growth and biochemical parameters of *Lens culinaris* Medik under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 1-15.
- Subaşı, B., & Mustafaoglu, M. (1997). *Türk tarımında mercimek ve pirincin yeri ve önemi*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası.
- Süzer, S. (2021). *Mercimek tarımı*. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Erişim: 20 Haziran 2021, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=81>
- Şahin, G. (2016). Uluslararası bakliyat yılı hasebiyle Türkiye’de mercimek (*Lens culinaris* Medik) yetiştiriciliği /Lentil (*Lens culinaris* Medik). *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 20 (4), 1665-1696.
- Tabur, S., Demir, K. (2008). Tuz stresi (NaCl) altında çimlendirilen arpa tohumlarının mitotik indeks ve kromozom anormallikleri üzerine bazı bitki büyüme düzenleyicisi

kombinasyonlarının etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi 3 (2), 162-173.

Tiryaki İ., (2006). Priming and Storage of Amaranth Seeds: Effects of Plant Growth 44 Regulators on Germination Performance at Low Temperature. Seed Sci. & Technol., 34: 169-179.

Tiryaki I., (2009). Osmotic Priming Increases Seed Germination of *Amaranthus caudatus* L. at Low Temperature. Agrochimica, 53: 177-182.

Tiryaki, I., ve Kaplan, S. A. (2019). Enhanced germination performance of dormant seeds of *Eragrostis tef* in the presence of light. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales, 7(3), 244-251.

Turhan, A., Şeniz, V. (2015). Farklı tuz konsantrasyonlarının Türkiye'de yetiştirilen bazı domates genotiplerinin çimlenmesi üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 24 (2), 11-22.

TÜİK (2021). 2001-2020 Yılları Arası Ülkemizde Mercimek Üretim Miktarı. Erişim: 10 Haziran 2021, <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/MILLI%20TARIM/MERCIMEK%20ARALIK%20BÜLTENİ.pdf>

Uçar, Ö. ve Erman, M. (2020). Farklı sıra arası mesafeleri, tavuk gübresi dozları ve tohum ön uygulamalarının nohut (*Cicer arietinum* L.)'un nodülasyonu üzerine etkileri. Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences, 7(11):96-109.

USDA (2018). United states department of agriculture agricultural research service USDA food composition databases. USDA.

Yavaş, İ., ve İlker, E. (2020). Çevresel Stres Koşullarına Maruz Kalan Bitkilerde Fotosentez ve Fitohormon Seviyelerindeki Değişiklikler. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 9(2), 295-311.

Yıldırım, E., Güvenç, İ. (2006). Çimlenme ve fide döneminde biber çeşitlerinin tuza toleransı. Turk J Agric For (30), 347-353.