

TC
MARDİN ARTUKLU ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

EKMEKLİK BUĞDAYA SALİSİLİK ASİT
UYGULAMASININ ÇİMLENME DÖNEMİNDE
KURAKLIK VE TUZLULUK STRESİNE ETKİSİNİN
BELİRLENMESİ

Melikşah YILMAZ

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Ferhat KIZILGEÇİ

Mardin-2021

TC
MARDİN ARTUKLU ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

EKMEKLİK BUĞDAYA SALİSİLİK ASİT
UYGULAMASININ ÇİMLENME DÖNEMİNDE
KURAKLIK VE TUZLULUK STRESİNE ETKİSİNİN
BELİRLENMESİ

Melikşah YILMAZ

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Ferhat KIZILGEÇİ

Mardin-2021

ETİK BEYAN

Mardin Artuklu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tez çalışmasının hazırlık, bilgi, belge, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarda bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun davrandığımı,
- Tez çalışmada kullanılan tüm eserlere eksiksiz atıf yaptığımı ve kullanılan tüm eserlere kaynaklar/kaynakçada yer verdiğimi,
- Tez çalışmasının özgün olduğunu,
- Tez çalışmasının Mardin Artuklu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı” ile tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabullendiğimi bildiririm.

İmza

Melikşah YILMAZ

13/08/2021

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Ekmeklik Buğdaya Salisilik Asit Uygulamasının Çimlenme Döneminde Kuraklık ve Tuzluluk Stresine Etkisinin Belirlenmesi

Melikşah YILMAZ

Mardin Artuklu Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

2021: 77 Sayfa

Mevcut araştırma, iki ekmeklik buğday genotipine (DZ17-1 ve Empire Plus) farklı dozlarda salisilik asit uygulamasının çimlenme ve erken gelişim döneminde kuraklık ve tuz stresi koşullarına tepkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma 2020 yılında Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında tesadüf parseller faktöriyel deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çalışmada, ekmeklik buğday genotiplerinin tohumlarına 0, 0.5 ve 1 mM salisilik asit (SA) uygulanmıştır. Tohumlar 5 farklı kuraklık stresi (0, -0.25, -0.50, -0.75, -1 MPa PEG 6000 çözeltisi) ve 5 farklı tuz stresi (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl) ortamında çimlendirilmiştir. Koleoptil uzunluğu, kök uzunluğu, fide uzunluğu, kök yaş ağırlığı, fide yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, fide kuru ağırlığı, çimlenme hızı ve çimlenme gücü özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; artan tuz ve kuraklık stresi incelenen tüm özellikler üzerinde olumsuz etkiye sahip olmuştur. DZ17-7 genotipi tuz stresine ve Empire Plus kuraklık stresine daha toleranslı olduğu bulunmuştur. Genotiplerin incelenen özelliklere göre tuz stresine kıyasla kuraklık stresinden daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Tuz stresi koşullarında tohumlara 1 mM SA uygulaması bazı özellikler için iyileştirici etkiye sahip olurken kuraklık koşullarında sadece 0.5 mM SA uygulaması çimlenme hızı ve çimlenme gücü özelliklerinde artırıcı etkiye sahip olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre SA abiyotik stres koşullarında olumlu etkiler gösterebilir, bitkilerin stres toleransını sağlamadaki rolünün açıklığa kavuşturulması için daha ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres, çimlenme hızı, fide uzunluğu, koleoptil uzunluğu, PEG.

ABSTRACT

Master Thesis

Determination of the Effect of Salicylic Acid Application on Drought and Salinity Stress in Germination Stage of Bread Wheat

Melikşah YILMAZ

Mardin Artuklu University

Institute of Graduate Education

Department of Field Crops

2021: 77 Pages

The present study was carried out to determine the responses of salicylic acid application at different doses to two bread wheat genotypes (DZ17-1 and Empire Plus) to drought and salt stress conditions during germination and early growing stage. The research was established in the laboratory of the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Şırnak University in 2020, according to as a factorial experiment arranged in a Completely Randomized Design with four replications. In the study, 0, 0.5 and 1 mM salicylic acid (SA) was applied to the seeds of bread wheat genotypes. Seeds were germinated under 5 different drought stresses (0, -0.25, -0.50, -0.75, -1 MPa PEG 6000) and 5 different salt stresses (0, 50,100,150,200 mM NaCl). Coleoptile length, root length, seedling length, root fresh weight, seedling fresh weight, root dry weight, seedling dry weight, germination rate and germination vigor were investigated. According to the research results; increased salt and drought stress had a negative effect on all the traits studied. DZ17-7 genotype was found to be more tolerant to salt stress and Empire Plus drought stress. It has been determined that genotypes are more affected by drought stress compared to salt stress according to the investigated characteristics. While 1 mM SA application to seeds under salt stress conditions had an improving effect for some traits, only 0.5 mM SA application was found to have an increasing effect on germination rate and germination vigour properties in drought conditions. According to the result obtained, although SA shows positive effects in abiotic stress conditions, further studies are needed to clarify the role of plants in providing stress tolerance.

Keywords: Abiotic stress, coleoptile length, germination rate, PEG, seedling height.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim süresince beni her zaman destekleyen, çalışmamı yönlendiren kıymetli hocam, Sayın Doç. Dr. Ferhat KIZILGEÇİ' ye, laboratuvar çalışmam süresince yardımını esirgemeyen Öğr. Görevlisi Nihan TAZEBAY ASAN (Şırnak Üniversitesi İdil Meslek Yüksek Okulu) ve Ufuk ASAN'a çok teşekkür ederim. Tüm eğitim yaşamım boyunca benden desteklerini esirgemeyen, varlıklarını her zaman yanımda hissettiğim aileme sonsuz teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Tuz Stresi.....	2
1.2. Kuraklık Stresi.....	3
1.3. Salisilik Asit Uygulamaları	4
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
2.1. Tuz Stresi.....	6
2.2. Kuraklık Stresi.....	11
3. MATERYAL ve METOT	15
3.1. Bitki Materyali ve Denemenin Kurulması	15
3.2. Salisilik Asit ve Stres Uygulamalarının Hazırlanması	16
3.2.1. Salisilik asit uygulaması.....	16
3.2.2. Tuz stresi uygulaması.....	16
3.2.3. Kuraklık stresi uygulaması	16
3.3. İncelenen Özelliklerin Belirlenmesi	17
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi.....	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	20
4.1. Tuzluluk Stresi	20
4.1.1. Koleoptil uzunluğu	20
4.1.2. Kök uzunluğu.....	23
4.1.3. Fide boyu.....	26
4.1.4. Kök yaş ağırlığı.....	28

4.1.5. Fide yaş ağırlığı.....	30
4.1.6. Kök kuru ağırlığı	32
4.1.7. Fide kuru ağırlığı.....	35
4.1.8. Çimlenme hızı	37
4.1.9. Çimlenme gücü	39
4.2. Kuraklık Stresi.....	43
4.2.1. Koleoptil uzunluğu	43
4.2.2. Kök uzunluğu.....	46
4.2.3. Fide boyu.....	48
4.2.4. Kök yaş ağırlığı.....	51
4.2.5. Fide yaş ağırlığı.....	53
4.2.6. Kök kuru ağırlığı	56
4.2.7. Fide kuru ağırlığı.....	59
4.2.8. Çimlenme hızı	61
4.2.9. Çimlenme gücü	64
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ.....	78

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1: Araştırmada uygulanan salisilik asit çözeltileri	16
Çizelge 3.2: Araştırmada uygulanan NaCl çözeltileri.....	16
Çizelge 3.3: Araştırmada uygulanan PEG-6000 çözeltileri	17
Çizelge 4.1: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları	20
Çizelge 4.2: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna (mm) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	21
Çizelge 4.3: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları	23
Çizelge 4.4: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök uzunluğuna (mm) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	24
Çizelge 4.5: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide boyuna ait varyans analiz sonuçları	26
Çizelge 4.6: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide boyuna (mm) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	26
Çizelge 4.7: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.8: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök yaş ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	29
Çizelge 4.9: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.10: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide yaş ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	31
Çizelge 4.11: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.12: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök kuru ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	34
Çizelge 4.13: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.14: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide kuru ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	35
Çizelge 4.15: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme hızına ait varyans analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4.16: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme hızına (%) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	38

Çizelge 4.17: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme gücüne ait varyans analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.18: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme gücüne (%) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları.....	41
Çizelge 4.19: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.20: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna (mm) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	44
Çizelge 4.21: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları	46
Çizelge 4.22: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök uzunluğuna (mm) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	47
Çizelge 4.23: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide boyuna ait varyans analiz sonuçları	49
Çizelge 4.24: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide boyuna (mm) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	49
Çizelge 4.25: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	51
Çizelge 4.26: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök yaş ağırlığı (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	51
Çizelge 4.27: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	54
Çizelge 4.28: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide yaş ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	54
Çizelge 4.29: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	56
Çizelge 4.30: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök kuru ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	57
Çizelge 4.31: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	59
Çizelge 4.32: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide kuru ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	60
Çizelge 4.33: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme hızına ait varyans analiz sonuçları.....	62
Çizelge 4.34: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme hızına (%) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları	62
Çizelge 4.35: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme gücüne ait varyans analiz sonuçları.....	64

Çizelge 4.36: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme gücüne (%) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları..... 65



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1: İklimlendirme odasında çimlendirmeye bırakılan tohumlar.....	15
Şekil 3.2: Koleoptil ve fide uzunluğunun ölçülmesi.....	18
Şekil 3.3: Çimlenen tohumların ölçüme hazır hale getirilmesi.....	18
Şekil 3.4: Uygulanan kuraklık ve tuz stresinin bitki gelişimine etkisi.....	18
Şekil 4.1: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın koleoptil uzunluğu üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	22
Şekil 4.2: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın kök uzunluğu üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	25
Şekil 4.3: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın fide boyu üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	27
Şekil 4.4: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın kök yaş ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	30
Şekil 4.5: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın fide yaş ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	32
Şekil 4.6: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın kök kuru ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	34
Şekil 4.7: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın fide kuru ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	37
Şekil 4.8: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın çimlenme hızı üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	39
Şekil 4.9: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın çimlenme gücü üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	41
Şekil 4.10: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın koleoptil uzunluğu üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	45
Şekil 4.11: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın kök uzunluğu üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	48
Şekil 4.12: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın fide boyuna üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	50
Şekil 4.13: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın kök yaş ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	53
Şekil 4.14: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın fide yaş ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	55
Şekil 4.15: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın kök kuru ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler.....	58

Şekil 4.16: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın fide kuru ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler	61
Şekil 4.17: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın çimlenme hızında meydana getirdiği etkiler	63
Şekil 4.18: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın çimlenme gücü üzerinde meydana getirdiği etkiler	66



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu tez çalışmasında kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda belirtilmiştir.

Simgeler	Açıklamalar
%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
cm	Santimetre
g	Gram
kg	Kilogram
mg	Miligram
mm	Milimetre
mM	Milimolar
MPa	Megapaskal

Kısaltmalar	Açıklama
ABA	Absisik Asit
A.Ö.F	Asgari Önemli Fark
IAA	İndolasetik Asit
NaCl	Sodyum Klorür
PEG	Polietilenglikol
SA	Salisilik Asit

1. GİRİŞ

Buğday (*Triticum aestivum* L.), tüm tahıllar içerisinde en önemli tahıl ürünü olarak kabul edilmektedir. Özellikle insan tüketimi için üretilen tahıllar arasında Dünya genelinde 1. sırada yer almaktadır (Giraldo ve ark., 2019). Dünya nüfusunun yaklaşık % 36'sı temel gıda olarak buğdaya bağımlıdır. Dünya genelinde beslenmede günlük kalorinin yaklaşık % 20'si ve karbohidratın % 55'i buğday tarafından karşılanmaktadır (Kizilgeci, 2021). Şu anda, diğer tahıllara göre nispeten daha yüksek tahıl proteine (% 12-15) sahip olması nedeniyle ekilebilir arazilerin çoğunda (% 38.8) yetiştiriciliği yapılmasına rağmen verimlilik düzeyi düşük kalmaktadır (FAO, 2016). Son zamanlarda iklim değişikliği ve küresel ısınma, stres faktörlerinin sıklığını ve kapsamını artırarak ürün verimini ve kalitesini doğrudan etkilemiştir. Çeşitli abiyotik stres faktörlerinin artmasına neden olan iklim değişikliği nedeniyle verimin daha da azalacağı kaçınılmaz bir gerçektir. Çeşitli iklim modelleri, stresli ortamlar nedeniyle buğday üretiminin % 6 oranında azalabileceğini öngörülmektedir (Asseng ve ark., 2015).

Bitkiler yaşamları süresince birçok stres faktörlerine maruz kalmaktadırlar. Bu stres unsurları bitkilerde biyokimyasal ve fizyolojik hasalara yol açarak ürünlerin nitelik ve niceliklerini bozabilmektedirler (Kaya ve ark., 2016). Çevresel koşulların bitkilerin büyümesini ve gelişmesini olumsuz şekilde etkileyecek kadar değişimi stres olarak tanımlanmaktadır. Bitkiler belirli bir sınıra kadar strese karşı koyarak yaşamlarını devam edebilmektedirler. Bitkinin strese karşı göstermiş olduğu dayanıklılık bitkinin büyüme ve gelişim safhalarına göre değişiklikler gösterebilmektedir. Bitkilerin strese karşı dayanımı tolerans ve kaçınma olarak ifade edilen mekanizmalar ile ilişkilidir. Stres koşulları dış çevrede devam ederken bitkinin kendisi için stressiz bir iç ortam sağlamasına olayına sakinme denilmektedir. Bitkinin hem iç hem de dış koşullara karşı belli bir sınıra kadar yaşamını devam ettirebilmesi ise tolerans olarak ifade edilmektedir.

Bitkiler yetiştirme ortamlarında değişik stres unsurlarına maruz kalırlar. Bu stres unsurları biyotik ve abiyotik stres unsurları olmak üzere iki başlığa ayrılmaktadır. Biyotik stres unsurları hayvanların meydana getirdiği zarar, yabancı otların meydana

getirdiği zararlar ve mikroorganizmaların enfeksiyonu gibi faktörlerdir. Abiyotik stres unsurları ise fiziksel (kuraklık, sıcaklık, radyasyon, su baskınları) ve kimyasal (tuzlar, hava kirliliği, pestisitler, besinler) faktörler gibi cansız etmenlerden oluşmaktadır (Kadıoğlu 2007).

1.1. Tuz Stresi

Tuz stresi kurak ve yarı kurak olarak ifade edilen tarımsal alanlarda bitki gelişimini ve üretimini sınırlayan en önemli abiyotik stres faktörlerden biridir. Tuzluluk stresi, bitki köklerinde düşük ozmotik potansiyel nedeniyle Na^+ iyonunun asimilasyonunu artırarak ve Na^+/K^+ oranını azaltarak ozmotik strese ve iyon toksisitesine neden olur. Ayrıca, bu iyonik dengesizlik, hedef hücrelerde diğer önemli temel iyonların alımını ve taşınmasını etkiler ve önemli bitki süreçlerini ve işlevlerini engeller (Arif ve ark., 2020). Tuzluluk, fide oluşumunu, bodur bitki büyümesini, üreme gelişimini bozar ve sonuçta ürün verimini düşürür (Turan ve ark., 2009). Tuzluluk, su alımını engelleyen ozmotik etki uygulayarak ya da iyonik toksisiteye neden olarak tohum çimlenmesini engeller. Bunun sonucunda bazı önemli enzimlerin aktivitesini, hücre bölünmesini ve genişlemesini engeller (El-Hendawy ve ark., 2019). Tuzluluk ayrıca ultrastrüktürel hücre bileşenlerini değiştirir, fotosentez mekanizmasına, membran öz yapısına zarar verir, reaktif oksijen türlerinin üretimini arttırır, bitki büyümesini ve verimini sınırlayan enzimatik aktiviteyi azaltmaktadır (Hasanüzzaman ve ark., 2014). Bitkilerin tuzluluğa toleransı, birçok genetik faktör tarafından yönetilen poligenik bir karakterdir (Arzani ve Ashraf, 2016). Bitki gelişimi K^+ artışı, Na^+ 'nın elimine edilmesi veya hem Na^+ hem de K^+ iyonlarının oranının optimize edilmesi, terleme etkinliğinin iyileştirilmesi, ozmotik potansiyelin düzenlenmesi ve antioksidan artışına bağlı olarak tuz stresi koşullarında iyileşme göstermektedir (Rahman ve ark., 2005). Tuz stresi, küresel ekilebilir arazilerin yaklaşık olarak % 20'sini etkilemekte ve iklim değişikliği ve antropojenik faaliyetler bağlı olarak sürekli artış göstermektedir (Arora, 2019). Tuzluluk dâhil çevresel stres, üretim kayıplarının yaklaşık % 50'sine neden olabilir (Acquaah, 2007). Ayrıca, insan nüfusundaki ve tüketimdeki artış gibi faktörler nedeniyle, dünyanın gıda arzının 2050 yılına kadar % 70'e kadar artırılması gerekliliği, küresel gıda güvenliği sağlanması için baskı oluşturmaktadır (FAO, 2009). Tarla bitkileri içerisinde genel olarak buğday,

bitki büyümesini ve gelişmesini engelleyen tuzluluğa daha hassastır. Tuzluluk buğdayda biyokimyasal aktivitelerinin yanı sıra fizyolojik faaliyetlerini değiştirerek kalitesini ve verimliliği en çok olumsuz etkileyen faktördür. Toprak tuzluluğu, fide büyümesi dâhil buğdayın bitki boyu, sürgün ve kök uzunluğu, kök, yaprak, yaprak sayısı alanı, yaş ve kuru ağırlık, kök/sürgün oranı ve klorofil içeriği gibi çeşitli morfolojik yapıları olumsuz etkilemektedir (İyem ve ark., 2020). Tuzluluk stresi buğdayın tüm fenolojik aşamalarını hızlandırır (Grieve ve ark., 1994), kardeş sayısını (Abbas ve ark., 2013), başakta başakçık sayısı sayısını azaltır (Frank ve ark., 1987), tane ağırlığı (Abbas ve ark., 2013) ve tane verimini olumsuz etkiler (Sorour ve ark., 2019). Ali ve ark. (2009) tuz stresine maruz kalmış buğdayın veriminde % 45'e varan bir azalmaya neden olduğunu belirtmiştir.

1.2. Kuraklık Stresi

Kuraklık stresi dünya genelinde bitkisel üretimi sınırlayan en önemli abiyotik stres kaynaklarının başında gelmektedir. Küresel iklim değişikliği kuraklık stresini artırarak buğday verimliliği kısıtlayıp fizyolojik aktiviteyi değiştirerek verim ve kaliteyi olumsuz etkilemektedir (Kosina ve ark., 2007; Otu ve ark., 2018; Yassin ve ark., 2019). Kısa veya uzun süreli kuraklık streslerine maruz kalma, özellikle hassas büyüme aşamalarında büyümeyi ve verimi önemli ölçüde etkiler (Prasad ve ark., 2008). Hoegh-Guldberg ve ark. (2018), iklim değişikliği ve küresel sıcaklıktaki 2-3 °C artış nedeniyle buğday verimi kayıplarının 2050 yılına kadar % 30'a kadar artacağını tahmin etmektedirler. Suyun mevcudiyeti dünyanın birçok yerinde bitkisel üretimini sınırlayan önemli bir faktör olduğundan, su yönetim uygulamalarıyla gelecekteki ürünlerin su kullanım verimliliğini artırmaya odaklanılmaktadır (Majid ve ark., 2017). Buna ek olarak, kuraklığa tolerans özellikleri tahmin etmek için iklim değişikliği senaryosuna ürünleri dahil edilmesi gerekmektedir (EL-Shawy ve ark., 2017). İklim değişikliğiyle başa çıkmak ve sürdürülebilir gıda kaynaklarını korumak için uygun çeşitlerin seçiminin yanı sıra sulama suyunun optimizasyonu da gereklidir (Bernardi, 2011). Kuraklık stresinden kaynaklanan ürün kayıplarının üstesinden gelmek için stres yönetimi uygulamaları, strese dayanıklı çeşitler geliştirmek için ıslah, strese dayanıklı çeşitler geliştirmede fizyolojik mekanizmaların kullanılması ve stres toleransını artıran kimyasalların dışsal kullanımı gibi çeşitli yaklaşımlar

önerilmektedir (Farooq ve ark., 2011; Hossain ve Teixeira da Silva, 2012; Hossain ve Teixeira da Silva, 2013).

Optimum sıcaklığın üstünde veya altında bir sıcaklık, su ve besin alımı gibi çeşitli süreçleri etkileyerek buğdayın büyümesini ve gelişmesini engelleyebilir, ancak bu etkiler bitki gelişim aşamalarına göre değişiklik gösterebilmektedir (Wahid ve ark., 2007). Stres koşulları altında buğdayda tohum çimlenmesi, başlangıçta fide oluşumunu ve son olarak buğday verimini etkileyen en kritik büyüme aşamalarından biridir (Almansouri ve ark., 2001). Tohum yatağı, toprak nemi, sıcaklık ve ayrıca tohum canlılığı/kalitesi gibi çevresel faktörler, tohumların çimlenmesinde ve fide oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır (Khajeh-Hosseini ve ark., 2003). Toprağın nem durumu ve sıcaklığı, eşit olmayan fide oluşumu, çimlenmenin engellemesi veya gecikmesine neden olmakta nihayetinde tahıl veriminin azalmasına yol açmaktadır (Hampson ve Simpson, 1990; Hossain ve ark., 2012).

1.3. Salisilik Asit Uygulamaları

Salisilik asit (SA) veya orto hidroksibenzoik asit [$C_6H_4(OH)CO_2H$], bütün bitki türlerinde fenolik tipte endojen bir büyüme düzenleyicisi olarak bilinmektedir (Joseph ve Dark., 2010; Ghorbani ve ark., 2011) SA fotosentez hızı, stoma iletkenliği, terleme (Khan ve ark., 2003; Arfan ve ark., 2007), antioksidan korumayı arttırmada (Xu ve ark., 2008) ve Na^+ ve Cl^- birikimini inhibe etmede (Gunes ve ark., 2007) önemli bir rol oynayan hormon benzeri bir madde olarak kabul edilmektedir. Abhinandan ve ark., (2018) SA uygulamasının abiyotik stres faktörlerinin zararlı etkisini azaltmada etki gösterdiğini bildirmiştir. Yapılan çalışmalarda, tuzluluk (Shakirova ve ark., 2003) ve kuraklık (Singh ve Usha, 2003) stresi esnasında SA'nın hafifletici role sahip olduğunu göstermektedir. SA'nın buğdayda harici uygulamasının, radikal detoksifikasyon sistemini uyarmak için bir sinyal molekülü olduğu gösterilmiştir (Noreen ve ark., 2017; Fardus ve ark., 2018). SA'nın buğdayda eksojen olarak uygulaması, ROS'u kullanarak antioksidan üretimini desteklemektedir (Agarwal ve ark., 2005a,b). Bu tür tepkiler kuraklık, sıcaklık ve tuzlu su koşulları altında oksidatif hasarı azaltabilmektedir (Fardus ve ark., 2018). Salisilik asit ayrıca tuzluluk stresine karşı tolerans sağlayan oksin ve ABA birikimini de indükler (Shakirova ve ark., 2003).

Benzer şekilde, SA, ABA ve askorbik asit ile tohum priming'i, fide yaş ağırlığını, boyunu artırarak ve elektrolit sızıntısını azaltarak fide performansını iyileştirmektedir.

Bu çalışmada; ekmeklik buğday genotiplerinin tohumlarının kuraklık ve tuz stresi koşullarında farklı dozlarda (0, 0.5, 1 mM) salisilik asit ile muamele edilmesinin çimlenme ve erken gelişme döneminde bitki gelişimi üzerine olan etkileri araştırılmıştır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Tuz Stresi

Shakirova ve ark. (2003), normal ve stres koşullarında buğday bitkilerinin hormonal sisteminde salisilik asit'in (SA) neden olduğu değişikliklerin inceledikleri çalışmalarında, buğday bitkisine 0.05 mM SA ile muamele edilmesinin, bitkinin apikal meristemi içindeki hücre bölünme seviyesini arttırdığını, kök uzamasına, bitki büyümesinde ve buğday veriminde artışa neden olduğunu belirtmişler. SA uygulamasının buğday fidelerinde hem absisik asit (ABA) hem de indolasetik asit (IAA) birikimine neden olduğu ancak sitokinin içeriğini etkilemediğini ve SA uygulamasının, tuzluluğun fide büyümesi üzerindeki zararlı etkisini azaltarak büyüme sürecinin onarımını hızlandığını rapor etmişlerdir. SA uygulamasının, tuzluluk stresi altında buğday fidelerinde fitohormon seviyelerindeki değişiklikleri azalttığı IAA ve sitokinin içeriğindeki azalmayı önlediğini ve böylece bitki büyümesinin stres kaynaklı inhibisyonunu azalttığı sonucuna varmışlardır.

El-Tayeb (2005), arpaya (*Hordeum vulgare* cv Gerbel) 1 mM SA ve NaCl (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) uyguladığı çalışmada; NaCl düzeyinin artması çimlenme yüzdesini, büyüme parametrelerini (taze ve kuru ağırlık), potasyum, kalsiyum, fosfor ve sürgün ve köklerde çözünmeyen şeker içeriğini azalttığını bildirmiştir. SA ön işlemi, stres koşullarında fidelerde RWC, taze ve kuru ağırlıklar, su, fotosentetik pigmentler, çözünmeyen sakkaritler, fosfor içeriği ve peroksidaz aktivitesini artırdığını rapor etmiştir.

Arfan ve ark. (2007), tuzluluğa toleranslı (S-24) ve orta hassas (MH-97) buğday çeşitlerine 0, 0.25, 0.50, 0.75 ve 1.00 mM salisilik asit (SA) uygulayarak 0 ve 150 mM NaCl koşullarında bitki gelişimi ve verimi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, SA'nın eksojen uygulaması büyümeyi ve verimi artırdığını ve normal ve tuzlu koşullar altında sırasıyla 0.75 ve 0.25 mM SA uygulamasının buğday gelişimi üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Deef (2007), buğday (*Triticum aestivum* L.) ve arpaya (*Hordeum vulgare* L.) SA ile ön uygulamanın çimlenme sırasında tuz stresine karşı olan toleransını

araştırmışlardır. Kök uzunluğu ve fide uzunluğunun tuzluluk stresinden önemli ölçüde etkilendiğini ancak fide uzunluğunun kök uzunluğuna göre daha fazla etkilendiğini rapor etmişlerdir. Salisilik asit uygulamasının ise kök, sürgün uzunluğu ve biokütledeki azalışı önlediğini bildirmişlerdir.

Kaydan ve ark. (2007), ekmeclik buğday tohumuna uygulanan salisilik asidin (kontrol, 10^{-2} mol/L, 10^{-4} mol/L ve 10^{-6} mol/L) tuzlu (8 dS m^{-1}) ve tuzsuz şartlarda buğdayın büyümesi ve bazı fizyolojik parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; Tuz stresinin K^+/Na^+ oranı, ozmotik potansiyel ve fotosentetik pigment (Klorofil *a*, *b* ve karotenoidler) içeriklerinde fidelerinde çıkış oranı, büyüme değerlerinde (toprak altı ve toprak üstü kuru ağırlıklar) azalış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Çıkış oranının SA uygulamasıyla tuzsuz koşullarda değiştirmedeği, hem tuzlu hemde tuzsuz koşullarda SA fidelerin toprak altı ve toprak üstü kuru ağırlıkları, K^+/Na^+ oranı, fotosentetik pigment içerikleri (Klorofil *a*, *b* and karotenoidler) ve ozmotik potansiyelini arttırdığını belirtmişlerdir.

Dolatabadian ve ark. (2009), tuzlu koşullar altında salisilik asit ile ön muamele edilmiş buğday (*Triticum aestivum* L. Roshan), tohumlarının çimlenme, lipid peroksidasyon ve süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), polifenol oksidaz (PPO) ve peroksidaz (POX) aktivitesi üzerine etkilerini incelemişler. Araştırmada farklı konsantrasyonlarda SA (0, 0.5, 1mM) ve tuz stresi için NaCl çözeltisi (0, 50 100, 200 mM) uygulamışlar. Tuzluluk stresinin tohum çimlenmesinde önemli derecede azalma meydana getirdiğini özellikle yüksek konsantrasyon NaCl (200 mM) uygulamasının kontrol uygulamasına kıyasla % 17.6 oranında çimlenmede azalma meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Salisilik asit uygulamasının, stres ve kontrol koşullarında çimlenmeyi önemli ölçüde arttırdığını, fide ve köklerin hücre bölünme seviyesini arttırdığını rapor etmişlerdir. Tuz stresi, buğday fidelerinde katalaz, süperoksit dismutaz, peroksidaz ve polifenol oksidaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini önemli ölçüde artırmış ve salisilik asidin stres sinyal molekülleri olan antioksidan enzimlerin aktivitesini azalttığını bildirmişlerdir.

Tepe (2011), tuzluluk koşulları altında arpanın (*Hordeum vulgare* L. var. Bülbül 89) çimlenmesi, koleoptil yüzdesi, koleoptil ve radikula uzunluğu, radikula sayısı, taze ağırlık ve yaprak anatomisi (epidermis hücre sayısı ve genişliği, stoma sayısı, genişliği

ve indeksi, yaprak kalınlığı, iletim demetleri arası mesafe) üzerine SA ön muamelesinin etkileri inceledikleri çalışmalarında; tuz stresindeki artışa paralel olarak tohumlarının çimlenmesini, fide büyümesini ve yaprak anatomisini konsantrasyonda azalmaya neden olduğunu ancak SA ön uygulamasının ise tuz stresinin tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki olumsuz etkisini ortadan kaldırmada etkili olduğunu rapor etmiştir.

Bahrani ve Pourreza (2012), bir ekmekli buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinin çimlenmesi ve fide büyümesi aşamasında tuz stresini etkisini belirlemek üzerine üç tuzluluk düzeyi (0, 50, 100 ve 200 mM NaCl) ve dört salisilik asit (0, 1.5, 3 ve 4.5 mg Lit) uygulamışlardır. SA uygulamasının, çimlenme yüzdesini ve çimlenme oranını 3 mg L^{-1} 'de arttığı ancak yüksek dozda ise azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Tuzluluk koşulları altında SA uygulanmayana kıyasla SA asit uygulananda çimlenme yüzdesi ve çimlenme oranı önemli ölçüde artmıştır. SA uygulamasının tüm tuz stresi seviyelerinde kök uzunluğunu ve kök kuru ağırlığını iyileştiremediğini bununla birlikte, SA ile muamele edilmiş tohumlar, muamele edilmemiş tohumlara göre tüm tuzluluk seviyelerinde daha yüksek hipokotil uzunluğu elde etmişlerdir.

Fayez ve Bazaid (2014), arpa bitkisine üç farklı NaCl (50, 100 ve 150 mM), üç seviyede su stresine (toprağın % 80, % 70 ve % 50'si) ve 150 mM NaCl + 50 μM SA, 150 mM NaCl + 10 mM KNO₃, % 50 SWC + 50 μM SA ve % 50 SWC + 10 mM KNO₃ kombinasyonu uygulayarak kuraklık ve tuz stresine etkilerini araştırmışlardır. Tuz ve kuraklık stresleri sürgün büyümesini, yaprak fotosentetik pigmentlerini, K⁺ içeriğini azalttığını ve yapraklarda oksidatif stresi tetiklediği, çözünür karbonhidrat, prolin, malondialdehit (MDA), toplam fenolik bileşikler, antioksidan aktivite ve Na⁺ içeriğindeki önemli değişikliklere neden olduğunu bildirmişlerdir.

Yildirim ve ark. (2015), 10 makarnalık buğday genotipine (1 ticari çeşit, 4 ileri hat ve 5 yerel genotip) uygulanan dört farklı NaCl konsantrasyonunun (0, 50, 100, 150 mM) koleoptil uzunluğu, fide uzunluğu, kök uzunluğu, fide taze ağırlığı, kök taze ağırlığı, fide kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, çimlenme oranı ve fide gücü özellikle üzerine olan etkilerini araştırmışlar. Çalışmadan elde ettikleri sonuçlara göre, tuz stresi ölçülen parametreler için makarnalık buğday genotipleri aralarında önemli farklılıklar olduğunu rapor etmişler. Tuz konsantrasyonunun artışına bağlı olarak incelenen tüm

parametrelerde önemli düşüşler oluştuğunu ve genotipler üzerine tuzluluğun etkisi ölçüldüğünde, 'Sorgul' genotipi, kök uzunluğu ve kök kuru ağırlığı açısından tuzluluğa en toleranslı iken, 'Altintoprak 98' koleoptil uzunluğu, fide taze ağırlığı, çimlenme oranı ve fide gücü en toleranslı olmuştur.

Fardus ve ark. (2018), tuzlu koşullar altında buğdayın çimlenme ve gelişmesinde salisilik asidin (SA) düzenleyici rolünü belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, iki buğday çeşidi (BARI Gom 21 ve BARI Gom 25) olmak üzere ve on tuz stresi uygulaması kontrol (tuzsuz), SA (1 mM salisilik asit), S50 (50 mM NaCl), S50+SA (1 mM SA ile 50 mM NaCl), S100 (100 mM NaCl), S100+SA (100 mM) 1 mM SA ile NaCl), S150 (150 mM NaCl), S150+SA (1 mM SA ile 150 mM NaCl), S200 (200 mM NaCl) ve S200+SA (1 mM SA ile 200 mM NaCl) gerçekleştirilmişlerdir. Araştırma sonucunda; stres koşullarında tohum çimlenme yüzdesi, normal fide yüzdesi, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlığı ve kuru ağırlık azalmış, ancak anormal fide yüzdesi artmıştır. Tuz stresleri her iki çeşidin bitki boyunu, yaş ağırlığı ve kuru ağırlığını önemli ölçüde azaltmıştır. Tuz stresi koşullarında dışarıdan uygulanan SA uygulaması her iki genotipte çimlenmeyi ve bitki gelişim parametrelerini iyileştirdiği özellikle BARI Gom 25'in daha iyi tolerans gösterdiği bunun yanı sıra aşırı tuz stresinde (200 mM NaCl) SA uygulamasının çimlenme ve ürün büyüme parametrelerine etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

Öner ve Kırılı (2018), çalışmalarında 7 farklı ekmeklik buğday çeşidine uyguladıkları 5 farklı tuz konsantrasyonun (0, 25, 50, 100 ve 150 mM) tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerine etkileri araştırmışlardır. Çalışma sonucunda çeşitlerin çimlenme süresi yönünden tuz stresine karşı tepkilerinin farklı olduğu belirtmişlerdir. Ayrıca tuz stresi arttıkça çeşitlerin koleoptil, radicle taze ve kuru ağırlıklarının radikula ve koleoptil uzunluklarının azalma meydana geldiği rapor etmişlerdir.

Azeem ve ark. (2019), salisilik asit'in (SA) tuz stresi altındaki buğdayın tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, iki SA konsantrasyonu (0.5 ve 1.0 mM) ve üç tuz dozu (0, 50 ve 100 mM NaCl) kullanmışlar. Priming uygulanan tohumların (hem 0.5 hem de 1.0 mM SA), tohum çimlenmesini, çimlenme oranını, toplam klorofil, çözünür şekerler, proteinler ve fenolik içeriklerinin

primig uygulanmamışlara kıyasla önemli ölçüde iyileştiğini ve 1.0 mM SA ile tohumun muamele edilmesinin bitkileri tuzluluğun zararlı etkilerinden korumak için en etkili olduğunu bu nedenle, tuzdan etkilenen topraklarda buğday gelişimini artırmak için 1.0 mM SA uygulanmasının uygun olacağını bildirmişlerdir.

Ghafoor ve ark. (2020), ANAJ-2017, Shafaq-2006 ve Galaxy-2013 buğday çeşitlerinin NaCl uygulamaları altında salisilik asidinin (SA) fide büyümesi ve gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemek için yürüttükleri çalışmalarında, tuz (NaCl) stresi koşulları altında salisilik asit (SA) uygulamasının buğday fidelerinin stresli koşullara dayanmasına ve rekabet etmesine yardımcı olduğuna ve kök uzunluğunu, sürgün uzunluğunu, fide nem yüzdesini ve taze fide ağırlıklarını iyileştirmeye yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Kizilgeci ve ark. (2020), kuraklığa ve tuzluluğa toleranslı genotipleri belirlemek için, laboratuvar koşullarında beş ekmeklik buğday genotipi tuzluluk stresi için dört farklı NaCl konsantrasyonu (0, 4, 8 ve 12 dS m⁻¹) ve kuraklık stresi için dört farklı PEG 6000 konsantrasyonu (0, -0.2, -0.4, -0.6 MPa) uygulamışlar. Araştırmada, 'Dinç' ve 'Ceyhan 99' ekmeklik buğday çeşitlerinin fide döneminde hem kuraklık hem de tuzluluk stresine toleranslı olduğu tespit edilmişler. Tuz ve kuraklık stresi şiddeti arttıkça kök uzunluğu, kök yaş, fide uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığında azalma meydana geldiğini belirtmişler.

Kizilgeci (2021), Dört ekmeklik buğday ebeveyni ve bunların 4 x 4 tam diallel melezlerinin erken fide aşamasında tuzluluk stresine (0 kontrol, 100 mMol) karşı gösterdikleri tepkiyi belirlemek için yürüttüğü çalışmada; ebeveynler ve bunların F2 hibritlerine tuz stresinin, koleoptil özelliği hariç kök uzunluğu, fide boyu, çimlenme hızı ve çimlenme gücü özellikleri üzerine olumsuz etkilere sahip olduğunu bildirmiştir.

2.2. Kuraklık Stresi

Wasem ve ark. (2006), köklendirme ortamı yoluyla eksojen olarak uygulanan SA'nın iki buğday genotipinin (S-24 VE MH-97) besin durumu, fotosentez ve bitki büyümesi üzerine su stresinin olumsuz etkilerini azaltıp azaltamayacağını araştırmışlardır. Bu amaçla, % 0 ve % 19 PEG8000 sırasıyla, 0 MPa ve -0.6 MPa stres koşulu oluşturularak buğdayların köklendirme ortamına salisilik asit 0, 5 ve 10 mg L⁻¹ uygulanmış. Köklendirme ortamından uygulanan farklı SA seviyeleri, stres olmayan koşullar altında her iki çeşidinde fotosentetik hızını artırdığını gözlemlemişler. Köklendirme ortamından salisilik asidin uygulanması, hem normal hem de su stresi koşullarında iki çeşidin kök K⁺'nu önemli ölçüde azaltmıştır. Köklendirme ortamı yoluyla eksojen olarak uygulanan SA'nın, stres olmayan koşullar altında büyümeyi teşvik edici etkileri olmasına rağmen, su stresi koşulları altında genotip MH-97 bir miktar iyileşme göstermesine rağmen, kuraklık stresinin her iki çeşidin büyümesi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmadığını belirtmişlerdir.

Farooq ve ark. (2009), yaptıkları çalışmalarında, Basmati 2000 çeltik çeşidinde kuraklık stresinde salisilik asidin (SA) rolü değerlendirilmiştir. SA, çeltik tohumlarına 50, 100 ve 150 mg L⁻¹ seviyesinde uygulanmıştır. Kuraklık stresi fide yaş ve kuru ağırlığını, fotosentezi, stoma iletkenliğini, bitki su ilişkilerini ve nişasta metabolizmasını ciddi şekilde etkilemiştir. Ancak, SA uygulaması hem normal hem de stres koşulları altında çeltiğin incelenen özellikler üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Maghsoudi ve Arvin (2010), kuraklık stresi altında (% 10 ve % 20 PEG) yetiştirilen Roshan ve Mahdavi buğday çeşitlerine salisilik asit uygulayarak çimlenme ve fide büyümesi üzerindeki etkisini incelenmişler. Sonuç olarak ozmotik stresi çimlenme yüzdesini, büyüme oranını, canlılık indeksini, fide uzunluğunu ve kuru ağırlığını azaltmıştır. % 20 PEG'nin araştırmada incelenen özellikler üzerine etkisinin % 10 PEG göre daha şiddetli olduğunu ancak SA (0.1 ve 0.5 mM) uygulamasının çimlenme ve fide indekslerini önemli ölçüde iyileştirdiğini ifade etmişler. Çeşitlerin kuraklık ve SA etkileşimine benzer şekilde yanıt verdiği SA'nın özellikle 0.5 mM'de, ozmotik stresin kaydedilen parametrelerin çoğu üzerindeki olumsuz etkilerini

hafiflettiği bu nedenle, SA uygulamasının kuru tarım alanlarında buğdayın çimlenme ve fide büyümesini geliştirici etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Fateh ve ark. (2012), farklı ozmotik stres seviyeleri altında buğday (BC ROSHAN) çimlenmesi üzerine Salisilik asit (SA) ve tohum ağırlığının etkisini incelemek için 2012 yılında İran'ın Ahvaz Shahid Chamran Üniversitesi araştırma laboratuvarında çalışma yürütmüşler. Çalışmada SA (kontrol ve 1 mM) ve PEG (Polietilen glikol) ile dört seviyede ozmotik stres oluşturularak tohum çimlenme yüzdesi, çimlenme oranı ve fide boyu ve kuru ağırlığı özelliklerini ölçmüşler. Sonuç olarak, Osmotik stres, kontrole kıyasla % olarak çimlenmedeki azalış 1000 tane ağırlığı (22 gr) ve PEG (12 bar) konsantrasyonunun genelinde çimlenmeyi azalttığını ayrıca SA'nın fide boyunu ve fide kuru ağırlığını arttırdığını belirtmişlerdir.

Movaghatian ve Khorsandi (2013), kuraklık stresi altında salisilik asit (SA) ile muamele edilen buğdayın (Chamran) çimlenme özellikleri (çimlenme hızı, çimlenme gücü, kök ve sürgün uzunluğu) üzerine etkilerini laboratuvar koşullarında araştırdıkları çalışmalarında, beş SA konsantrasyonu (0, 0.00001, 0.001, 0.1 ve 1 mM), dört kuraklık stres seviyesi (0, -3, -6 ve -9 bar) uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, kuraklık stresinin ölçülen tüm çimlenme özelliklerini engellediğini, 0.00001 mM SA ile muamele edilen tohumlar en yüksek çimlenme yüzdesine ve oranına, kök ve sürgün uzunluklarına sahip oluğuna ve 0.00001 mM SA konsantrasyonu, yüksek stres altında (-9 bar) en yüksek çimlenme yüzdesine ve orta stres altında (-6 bar) en yüksek çimlenme oranına sahip olduğunu belirtmişler. Düşük SA konsantrasyonlarının, buğday çimlenmesi üzerinde yüksek konsantrasyonlardan daha olumlu etkilere sahip olduğu bu nedenle buğday tohumuna düşük SA konsantrasyonlu (0.00001 mM) priming uygulamasının düşük ile yüksek kuraklık stresi koşulları için önerilebileceğini belirtmişlerdir.

Sharafizad (2013), araştırmalarında Chamran buğday çeşidinin tohumlarını, 24 saat boyunca salisilik asit [0 (kontrol), 0.7, 1.2, 2.7 mM] solüsyonunda bekletildikten sonra 10 ml polietilen Glikol (6000) [0 (kontrol), -5, -10 ve -15 bar] içeren petri kaplarında çimlendirmeye bırakarak kuraklık stresine tepkisini belirlemeye çalışmışlar. Salisilik asidin çimlenme süresini azaltmadaki en büyük etkisinin düşük stres seviyesinde olduğunu ve en yüksek çimlenme yüzdesinin minimum miktarda (0.7

mM) tohuma salisilik asit uygulamasında elde etmişler. Yüksek SA yoğunluğu ve yüksek kuraklık stresinde çimlenme için daha fazla enerji gerektiğinden çimlenme için gereken süre daha fazla olacaktır. Bu nedenle çimlenme hızı ve çimlenme gücü indeksi yüksek kuraklık stresinde ve yüksek SA dozunda azaldığını belirtmişlerdir.

Kizilgeci ve ark. (2017), beş farklı kuraklık stresinin (0, -0.3, -0.6, -0.9, -1.2 MPa, PEG 6000 solüsyonu kullanılarak) 4 farklı ekmeklik buğday çeşidinin (Tekin, Pehlivan, DZT13-1 ve DZT13-2) çimlenme ve erken gelişme dönemindeki özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri araştırmalarında, PEG dozu artışına bağlı olarak fide büyümesinin önemli ölçüde etkilendiğini ve artan kuraklık stresinin çimlenme hızı, çimlenme gücü, koleoptil uzunluğu, kök uzunluğu ve sürgün uzunluğu azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Ilyas ve ark. (2017), salisilik asit (SA) ve jasmonik asidin (JA) kuraklık stresi altındaki buğday üzerindeki etkisini incelemek için tohumlara, jasmonik asit (100uM) ve salisilik asit (10 mM) uygulamışlar. Salisilik asit ve Jasmonik asit uygulamasının buğdayda kuraklık etkilerini azalttığını, kuraklık stresi çimlenmeyi % 26 oranında azaltırken, Jasmonik asit ve Salisilik asit uygulaması çimlenmeyi sırasıyla, % 27 ve % 21 oranında artırarak stresi iyileştirmiştir. Kuraklık koşullarında Jasmonik asit ve Salisilik asit uygulamasının sürgün boyunda % 23 ve % 20 artış meydana getirmiştir. Kuraklık stresi toleransını artırmada SA ve jasmonik asidin, eksojen olarak uygulandığında, JA'nın etkinliğinin SA dan daha fazla olduğu ancak salisilik asit ve jasmonik asidin birlikte uygulanmasının bitki büyümesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Dolgun ve Aydoğan Çifci (2018), 3 makarnalık buğday çeşidine (Maestrale, Meram, Levante) 4 farklı kuraklık stresi (2.5, 5.0, 7.5, 10.0 bar) uygulayarak çimlenme ve erken fide gelişimi (çimlenme oranı, vigor indeksi, kök uzunluğu, fide uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı) üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada; kuraklık stresi seviyelerinin artan etkisi tüm çeşitleri olumsuz yönde etkilediğini özellikle 5.0 bar kuraklık stresi seviyesinden sonra çeşitlerde incelenen tüm özelliklerde önemli derecede azalma görülmüştür. 7.5 bar ve 10.0 bar kuraklık stresi seviyesinde hiçbir çeşitte fide gelişiminin görülmediğini bildirmişlerdir.

İyem ve ark. (2021), buğday çeşitlerinin çimlenme ve fide büyüme özellikleri üzerine kuraklık stresinin tepkisini belirlemek için yürüttükleri çalışmalarında; Beş ekmeklik buğday genotipi (Wafia, Lucilla, Envoy, DZ19-2 ve DZ19-1) ve polietilen glikol (PEG 6000) kullanarak kuraklık stresi [0 (kontrol=damıtılmış su), -0.2, -0.4 ve -0.6 MPa] oluşturmuşlardır. Araştırma sonucuna göre; kök uzunluğu ve kuru ağırlığı ile ilgili olarak, Wafia, Lucilla ve DZ19-1 genotipleri üstün bulunduğunu ve diğer genotiplere göre kuraklık stresine nispeten toleranslı olduklarını belirtmişler. Biyokimyasal analizlerle ilgili olarak, prolin içeriğinin, DZ19-1 genotipinde en yüksek olduğunu, artan kuraklık seviyelerinde prolin miktarı artmıştır. Kuraklık stresi kontrole göre kuraklığa dayanıklı buğday genotiplerinde prolin içeriği artarken, hassas olanlarda prolin seviyesi azaldığını rapor etmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Bitki Materyali ve Denemenin Kurulması

Mevcut çalışma, 2020 yılında Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarında tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 4 tekerrürlü olacak biçimde kurulmuştur. Araştırmada Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından geliştirilen ileri ekmekli buğday hattı DZ17-1 ve Empire Plus ekmekli buğday çeşidine yer verilmiştir. Çalışmada kullanılan tohum materyalleri çimlendirme işlemene tabi tutulmadan önce bulaşma oluşmasını % 10'luk Sodyum Hipoklorit (NaClO) ile 5 dakika çalkalama işlemi yapılmıştır. Dezenfekte edilen tohumlar daha sonra 3 defa saf su ile durulanmıştır. Salisilik asitle muamele edilecek tohumlar hazırlanan solüsyon içerisinde 12 saat bekletildikten sonra kurutma havluları ile oda sıcaklığında kurutulmuştur. Çimlendirme ortamı olan 9 cm'lik plastik petri kapları içerisinde bulunan filtre kâğıdı üzerine her genotipten 15'er tohum bulunacak şekilde yerleştirilmiştir. Deneme ortamı 24 ± 1 °C'lik sabit sıcaktaki çimlendirme odasında 18/6 saat gün uzunluğunda 8 gün süreyle yürütülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: İklimlendirme odasında çimlendirmeye bırakılan tohumlar

3.2. Salisilik Asit ve Stres Uygulamalarının Hazırlanması

3.2.1. Salisilik asit uygulaması

Merck firmasından temin edilen salisilik asit 1 L saf su içerisinde 0.50 mM ve 1mM uygulamaları için çözelti hazırlandı (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1: Araştırmada uygulanan salisilik asit çözeltileri

Uygulama	g L ⁻¹
0 (kontrol)	Saf su
0.5 mM	0.0345 g
1 mM	0.0695 g

3.2.2. Tuz stresi uygulaması

Tuz stresi meydana getirmek için, her bir uygulama 300 ml saf su içerisinde 50 mM, 100mM, 150 mM ve 200 mM dozlarında NaCl çözeltileri hazırlanıp, petri kaplarına yerleştirilen tohumlara 10 ml uygulanarak çimlendirmeye bırakılmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2: Araştırmada uygulanan NaCl çözeltileri

Uygulama	NaCl g L ⁻¹
0 (kontrol)	Saf su
50 mM	0.857 g
100 mM	1.753 g
150 mM	2.630 g
200 mM	3.507 g

3.2.3. Kuraklık stresi uygulaması

Kuraklık stresi uygulaması 300 ml saf su içerisinde polietilen glikol (PEG 6000) çözeltileri kullanılarak, -0.25MPa, -0.50MPa, -0,75 MPa ve -1 MPa dozlarında hazırlanmıştır (Çizelge 3.3). Hazırlanan çözeltilerden her bir petriye 10 ml uygulanmıştır.

Çizelge 3.3: Araştırmada uygulanan PEG-6000 çözeltileri

Uygulama	PEG-6000 g L ⁻¹
0 (Kontrol)	Saf su
-0.25 MPa	40.92 g
-0.50 MPa	60.66 g
-0.75 MPa	75.84 g
-1 MPa	88.71 g

3.3. İncelenen Özelliklerin Belirlenmesi

Koleoptil Uzunluğu (mm): Çalışmanın 8. gününde, tohum ile ilk yaprağın çıktığı mesafenin dijital kumpas yardımı ile ölçülmesiyle belirlenmiştir (Şekil 3.2).

Fide Uzunluğu (mm): Çalışmanın 8. gününde, fidenin tohuma bağlandığı yerden yaprağın en uç noktasına kadar olan mesafenin dijital kumpas yardımı ile ölçerek belirlenmiştir (Şekil 3.2).

Kök Uzunluğu (cm): Çalışmanın 8. gününde, kökün tohumla bağlandığı yerden en uzun kökün uç kısmına kadar olan mesafe dijital kumpas yardımı ile ölçülmesiyle belirlenmiştir.

Fide Yaş Ağırlığı (mg): Çalışmanın 8. gününde, fidelerin tohumla bağlandığı yerden ayırarak hassas terazide tartılması ile elde edilmiştir.

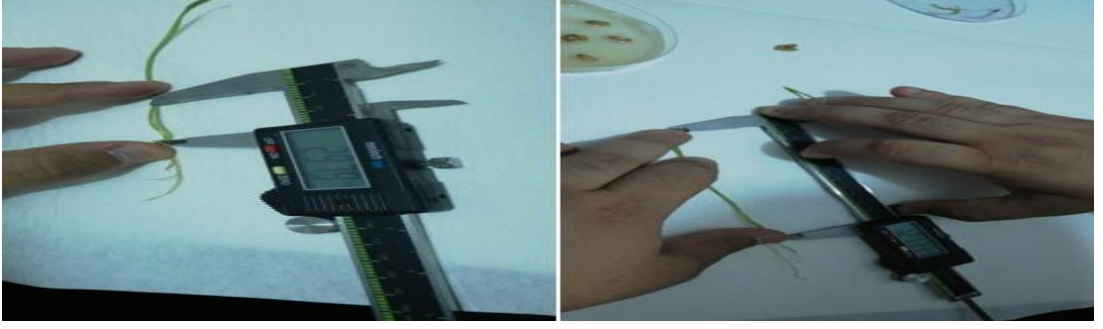
Kök Yaş Ağırlığı (mg): Çalışmanın 8. gününde, kökün tohuma bağlandığı yerden ayırarak hassas terazide tartılması ile elde edilmiştir.

Sürgün Kuru Ağırlığı (mg): Yaş ağırlığı belirlenen fideler, 48 saat boyunca 70 °C'lik etüvde kurutulduktan sonra hassas terazide tartılarak elde edilmiştir.

Kök Kuru Ağırlığı (mg): Yaş ağırlığı belirlenen köklerin, 48 saat boyunca 70 °C'lik etüvde kurutulduktan sonra hassas terazide tartılarak elde edilmiştir.

Çimlenme Hızı (%): Çimlendirmeye bırakılan tohumların 3. gününde çimlenen tohum sayısının yüzde değeri olarak hesaplanmıştır.

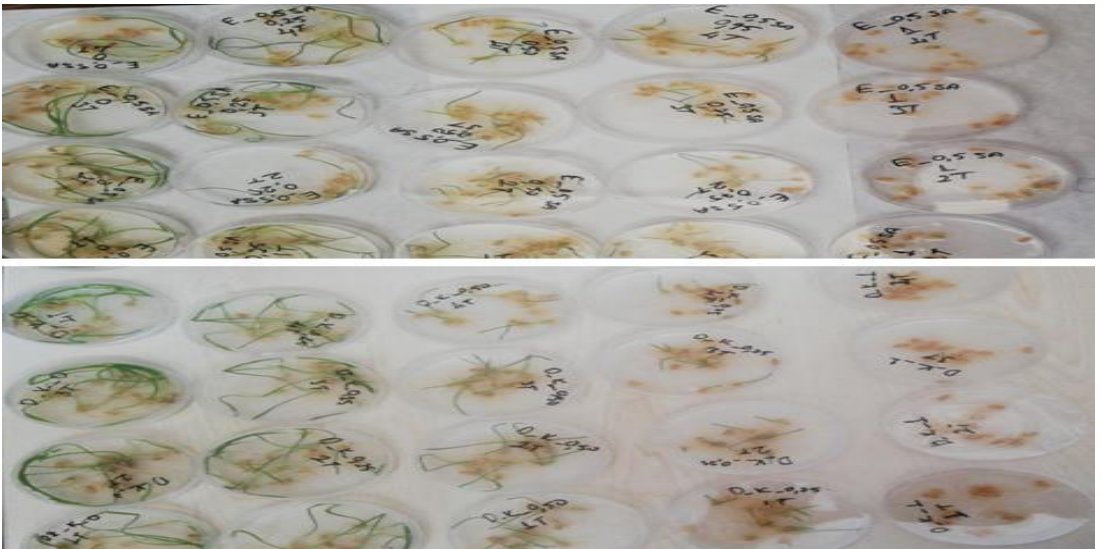
Çimlenme Gücü (%): Çimlendirmeye bırakılan tohumların 8. gününde çimlenen tohum sayısının yüzde değeri olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.2: Koleoptil ve fide uzunluğunun ölçülmesi



Şekil 3.3: Çimlenen tohumların ölçüme hazır hale getirilmesi



Şekil 3.4: Uygulanan kuraklık ve tuz stresinin bitki gelişimine etkisi

3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmadan elde edilmiş verilerin varyans analizi tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre JMP 10 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arası farklılıklar % 5 A.Ö.F testine göre yorumlanmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Tuzluluk Stresi

4.1.1. Koleoptil uzunluğu

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan salisilik asit uygulamalarının tuz stresi koşullarında koleoptil uzunluğuna etkisini gösteren varyans analizi sonucu Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; genotip, tuz stresi, $G \times T$ interaksyonu $P < 0.001$ düzeyinde ve salisilik asit, $G \times SA$, $G \times SA \times T$ interaksyonu $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. $SA \times T$ interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.1: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	453.7499	77.8095***
Salisilik asit (SA)	2	89.298	7.6565**
Tuz stresi (T)	4	4378.621	187.7126***
$G \times SA$	2	96.369	8.2627**
$G \times T$	4	238.1259	10.2085***
$SA \times T$	8	49.9197	1.07öd
$G \times SA \times T$	8	139.7614	2.9958**
Hata	90	524.8393	
VK (%)	13		

,* sırasıyla % 1, % 0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna (mm) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Tuzluluk stresi (mM)					Ortalama
		0	50	100	150	200	
DZ17-1	0	25.42a-d	24.39abc	22.85c-f	19.33ghi	8.18op	20.03 ^A
	0.5	24.16a-d	23.32b-e	24.39a-d	13.90lm	5.47p	18.25 ^B
	1	26.70ab	27.19a	25.83abc	18.42g-j	5.64p	20.76 ^A
Empire Plus	0	21.60d-g	24.54a-d	20.52e-h	14.75klm	7.13op	17.70 ^B
	0.5	20.75e-h	18.12h-k	15.50j-m	12.83mn	9.35o	15.31 ^C
	1	19.65f-i	18.47g-j	16.38i-l	10.04no	7.25op	14.36 ^C
DZ17-1 ortalaması		25.43A	24.97A	24.35A	17.22C	6.43E	19.68 ^a
Empire Plus ortalaması		20.67B	20.38B	17.46C	12.54D	7.91E	15.79 ^b
Genel ortalama		23.05 ^A	22.67 ^A	20.91 ^B	14.88 ^C	7.17 ^D	17.74
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		18.87a		16.78b		17.56b	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

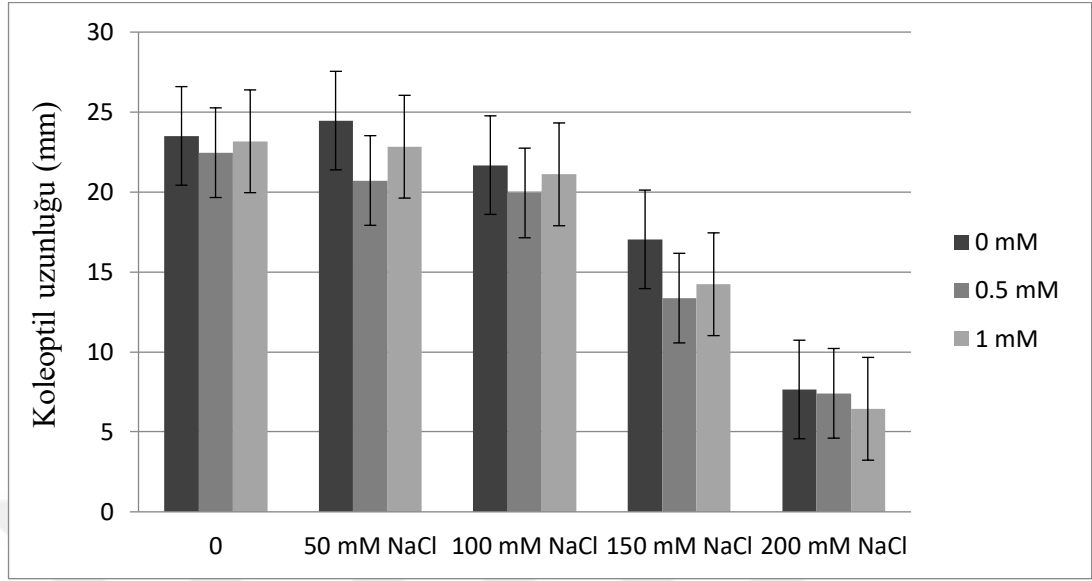
Çizelge 4.2. incelendiğinde genotiplerinin genel ortalamalarına göre, en yüksek koleoptil uzunluğuna DZ17-1 genotipi sahip olmuştur.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek koleoptil uzunluğu değerine DZ17-1 genotipine 1 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer Empire plus çeşidinin 1 mM SA uygulamasında elde edilmiştir.

Tuzluluk stresine maruz kalan genotiplerin ortalama koleoptil uzunluğuna göre en yüksek değer DZ17-1 genotipinin kontrol koşulunda belirlenirken, en düşük değer aynı genotipin 200 mM NaCl uygulamasında belirlenmiştir.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek koleoptil uzunluğu uzunluğuna (27.19 mm) 1 mM SA + 50 mM NaCl uygulamasında DZ17-1 genotipinde belirlenirken, en düşük (5.47 mm) 0.5 mM SA + 200 mM NaCl uygulamasından DZ17-1 genotipinde elde edilmiştir.

Tuz stresi koşullarında salisilik asit uygulamasının koleoptil uzunluğu özelliği üzerine olan etkileri benzerlik göstermiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın koleoptil uzunluğu üzerinde meydana getirdiği etkiler

Tuz stresindeki artış her iki genotipin koleoptil uzunluğunda önemli azalmalar meydana getirmiştir. DZ17-1 genotipi 100-150 mM tuz stresi koşullarında Empire plus çeşitine göre daha dayanıklı bulunmuştur Öner ve Kırılı (2018) artan tuz konsantrasyonları ile azalan enzim aktiviteleri tohumların koleoptil uzunluklarında azalma meydana getirdiğini bildirmiştir. Birçok araştırmacı yaptıkları çalışmada tuz stresindeki artışa bağlı olarak koleoptil uzunluğunda azalma meydana geldiğini rapor etmiştir (Yildirim ve ark., 2015; İyem ve ark., 2020; Kizilgeci ve ark., 2020). Genotiplerin 200 mM tuz stresi koşullarında salisilik asit uygulamasına verdikleri yanıtlar benzer olmuştur. Çalışmamızda salisilik asit uygulamasının hem tuz stresinin koleoptil uzunluğuna olumsuz etkilerini azaltmada hem de stressiz koşullarda etkili olmadığı görülmüştür. Salisilik asidin Empire plus çeşitinde engelleyici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Çanakçı ve Munzuroğlu (2007), düşük konsantrasyonlarda uygulanan salisilik asidin normal koşullar altındaki koleoptil uzunluğunu artırdığını, yüksek konsantrasyonlarda ise engelleyici etki yaptığını rapor etmiştir.

4.1.2. Kök uzunluğu

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının tuz stresi koşullarında kök uzunluğuna etkisini gösteren varyans analizi sonucu Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; genotipler, tuz stresi, $G \times T$ interaksyonu $P < 0.001$ düzeyinde önemli ve Salisilik asit, $G \times SA$, $SA \times T$ interaksyonları $P < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. $G \times SA \times T$ interaksyonunun ise önemsiz olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.3: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	3905.961	91.1894***
Salisilik asit (SA)	2	546.15	6.3753**
Tuz stresi (T)	4	18706.3	109.1803***
$G \times SA$	2	506.352	5.9107**
$G \times T$	4	1794.969	10.4764***
$SA \times T$	8	1024.374	2.9894**
$G \times SA \times T$	8	693.523	2.0239öd
Hata	90	3855.014	
VK (%)	27		

,* sırasıyla % 1, % 0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök uzunluğuna ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 incelendiğinde genotiplerin genel ortalamalarına göre, en yüksek kök uzunluğuna DZ17-1 genotipi sahip olmuştur.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek kök uzunluğuna değerine DZ17-1 genotipine 1mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer Empire Plus genotipinin 0.5 mM SA uygulamasında elde edilmiştir.

Tuzluluk stresine maruz kalan genotiplerin ortalama kök uzunluğuna göre en yüksek değer DZ17-1 genotipinin kontrol koşulunda belirlenirken, en düşük değer Empire Plus genotipin 200 mM NaCl uygulamasında belirlenmiştir.

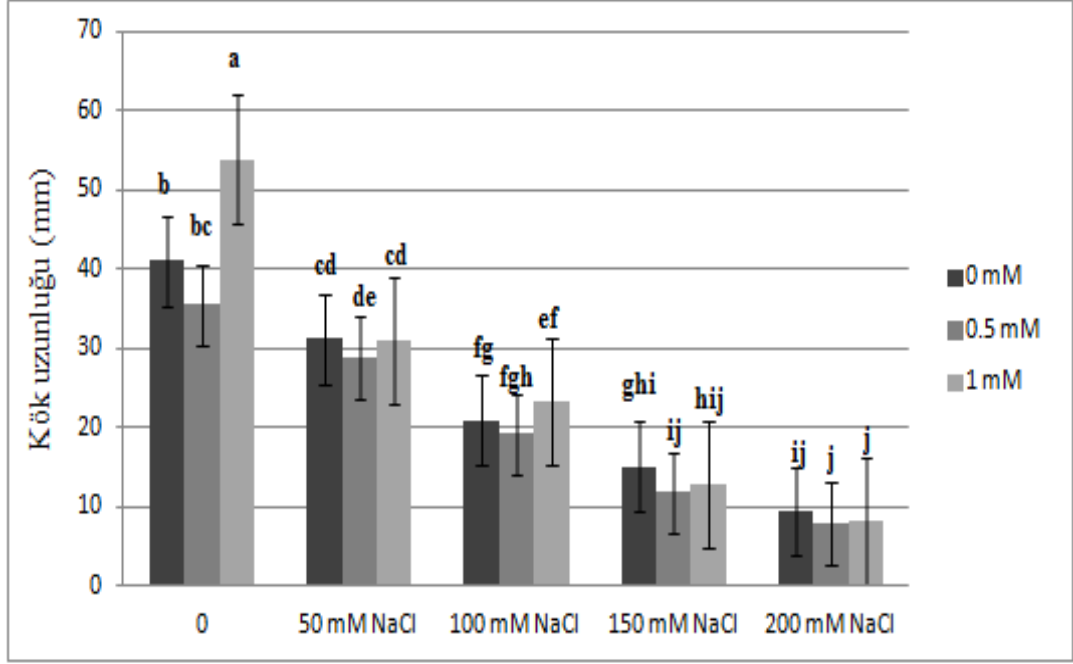
Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek kök uzunluğu uzunluğuna (72.28 mm) 1 mM SA + 0 mM NaCl uygulamasında DZ17-1 genotipinde elde edilirken, en düşük (6.21 mm) 0.5 mM SA + 200 mM NaCl uygulamasından Empire Plus genotipinde elde edilmiştir.

Çizelge 4.4: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök uzunluğuna (mm) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Tuzluluk stresi (mM)					Ortalama
		0	50	100	150	200	
DZ17-1	0	44.80	37.02	22.74	18.93	9.46	26.59 ^B
	0.5	49.12	35.72	25.85	13.56	9.81	26.81 ^B
	1	72.28	41.27	31.72	14.79	9.43	33.90 ^A
Empire Plus	0	37.42	25.40	19.13	11.34	9.59	20.57 ^C
	0.5	21.97	21.99	12.60	10.10	6.21	14.58 ^D
	1	35.50	20.86	15.14	10.99	7.12	17.92 ^{CD}
DZ17-1 ortalaması		55.40A	38.00B	26.77CD	15.76E	9.57F	29.10 ^a
Empire Plus ortalaması		31.63C	22.75D	15.62E	10.81EF	7.64F	17.69 ^b
Genel ortalama		43.52 ^A	30.38 ^B	21.20 ^C	13.29 ^D	8.60 ^E	23.40
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		23.58ab		20.70b		25.91a	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

Tuz stresi koşullarında salisilik asit uygulamasının kök uzunluğu özelliği üzerine olan etkileri farklılık göstermiştir (Şekil 4.2). En yüksek kök uzunluğu 0 mM NaCl + 1 mM SA kombinasyonunda belirlenirken en düşük değer 200 mM NaCl + 0.5 mM SA ve 1 mM SA'da belirlenmiştir.



Şekil 4.2: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın kök uzunluğu üzerinde meydana getirdiği etkiler

Tuz stresindeki artış her iki genotipin kök uzunluğunda önemli azalmalar meydana getirmiştir. Birçok araştırmacı tuzluluk stresi artışı ile birlikte kök uzunluğunda önemli azalmalar meydana geldiğini belirtmişleridir (Yildirim ve ark., 2015; İyem ve ark., 2020; Kizilgeci ve ark., 2020). Salisilik asit uygulamalarında sadece kontrol ve 100 mM NaCl koşullarında 1 mM SA uygulanan tohumların kök uzunluğunda artış sağladığı tespit edilmiştir. Kontrol, 50 mM ve 100 mM tuz dozuna kadar salisilik asit uygulamaları DZ17-1 genotipinin kök uzunluğuna olumlu etki yapmıştır. Epmire plus genotipi ise tüm tuz uygulamalarında salisilik asitten olumsuz bir şekilde etkilenmiştir. Dolatabadian ve ark. (2009) SA'nın tuz stresi altında çimlendirilen buğday tohumlarının kök uzunluğunu artırıcı etkiye sahip olduğunu bildirirken Zahra ve ark. (2010) tuz stresi koşullarında, salisilik asit konsantrasyonundaki artışa paralel olarak kök uzamasının engellendiğini bildirmiştir.

4.1.3. Fide boyu

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının tuz stresi koşullarında fide boyuna etkisini gösteren varyans analizi sonucu Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; genotipler, tuz stresi özellikleri için $P < 0.001$ seviyesinde ve $G \times T$ interaksyonu $P < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Salisilik asit, $G \times SA$, $SA \times T$, $G \times SA \times T$ interaksyonları ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.5: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide boyuna ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	4105.38	24.5036***
Salisilik asit (SA)	2	190.48	0.5684öd
Tuz stresi (T)	4	107932.2	161.0526***
$G \times SA$	2	986.78	2.9449öd
$G \times T$	4	2294.22	3.4234*
$SA \times T$	8	920.69	0.686öd9
$G \times SA \times T$	8	2334.77	1.7419öd
Hata	90	15078.76	
VK (%)	27		

***, ** sırasıyla % 5, % 1, %0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide boyuna ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide boyuna (mm) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Tuzluluk stresi (mM)					Ortalama
		0	50	100	150	200	
DZ17-1	0	89.92	74.97	52.95	24.54	8.18	50.11
	0.5	108.91	88.48	65.28	21.68	5.47	57.96
	1	91.86	79.81	60.44	25.68	5.64	52.69
Empire Plus	0	74.44	86.33	43.96	18.62	7.13	46.09
	0.5	74.87	52.30	40.33	20.63	12.72	40.17
	1	78.04	60.41	37.74	13.59	7.25	39.41
DZ17-1ortalama		96.89A	81.09B	59.56D	23.97F	6.43H	53.59 ^a
Empire Plus ortalama		75.78BC	66.35CD	40.68E	17.61FG	9.03GH	41.89 ^b
Genel ortalama		86.34 ^A	73.72 ^B	50.12 ^C	20.79 ^D	7.73 ^E	47.74
Salisilik asit	0 mM		0.5 mM		1mM		
	48.10		49.06		46.05		

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

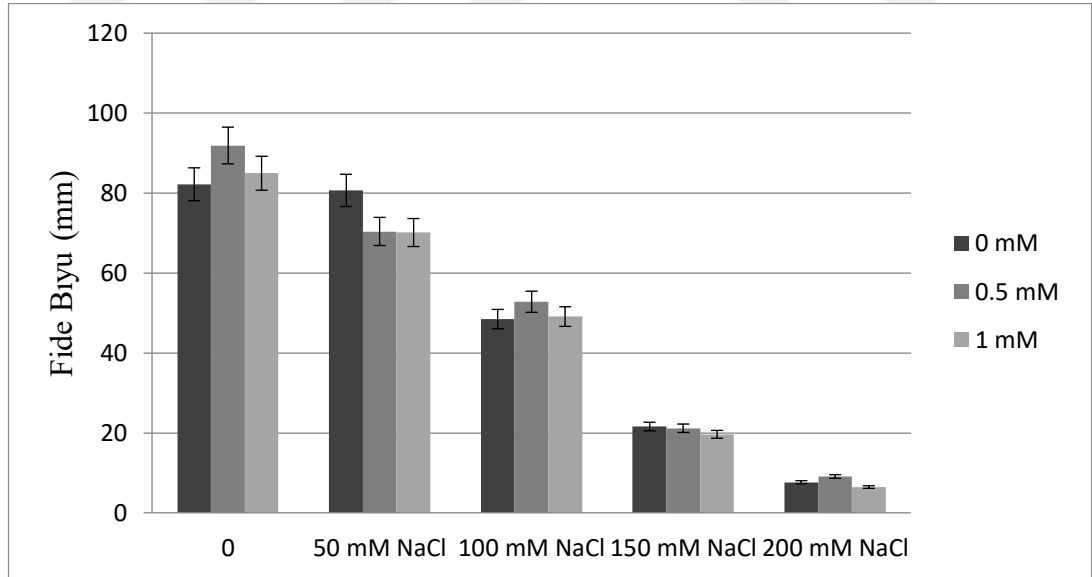
Çizelge 4.6 incelendiğinde genel ortalamalarına göre, en yüksek fide boyuna DZ17-1 genotipi sahip olmuştur.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek fide boyu değerine DZ17-1 genotipine 0.5 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer Empire Plus çeşidinin 1 mM SA uygulamasında elde edilmiştir.

Tuzluluk stresine maruz kalan genotiplerin ortalama fide boyuna göre en yüksek değer DZ17-1 genotipinin kontrol koşulunda belirlenirken, en düşük değer aynı genotipin 200 mM NaCl stresinde belirlenmiştir.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek fide boyu uzunluğuna (108.91 mm) 0.5 mM SA + 0 mM NaCl uygulamasında DZ17-1 genotipine elde edilirken, en düşük (5.47 mm) 0.5 mM SA + 200 mM NaCl uygulamasından DZ17-1 genotipine elde edilmiştir.

Tuz stresi koşullarında salisilik asit uygulamasının fide boyu özelliği üzerine olan etkilerinin benzer olduğu görülmüştür (Şekil 4.3)



Şekil 4.3: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın fide boyu üzerinde meydana getirdiği etkiler

Tuz stresindeki artış her iki genotipin fide boyunda önemli azalmalar meydana getirmiştir. Ancak kontrole kıyasla en yüksek tuz stresinde DZ17-1 genotipinin daha

fazla etkilendiği görülmüştür. SA uygulamasının fide boyunu artırıcı bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Sürgün gelişimindeki azalmanın nedeni kullanılan NaCl'nin toksik etkilerinin yanı sıra Werner ve Finkelstein (1995) yüksek tuzluluğun, bitkinin su alımını yavaşlattığı böylece kök ve sürgün uzamasını engellediğini bildirmiştir. Shakirova ve ark. (2003), SA'nın buğday fidelerinin tuzluluğa karşı direncini artırdığını ayrıca 0.05 mM SA uygulaması bitki büyümesini iyileştirdiğini ve buğdayda ABA ve prolin birikimine neden olduğunu bildirmiştir.

4.1.4. Kök yaş ağırlığı

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının tuz stresi koşullarında kök yaş ağırlığına etkisini gösteren varyans analizi sonucu Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; $G \times T$ interakasyonu $P < 0.05$ düzeyinde istatistiki olarak önemliken diğer incelenen özellikler için $P < 0.001$ düzeyinde önemlilik belirlenmiştir.

Çizelge 4.7: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	0.027379	95.9058***
Salisilik asit (SA)	2	0.02603	45.5888***
Tuz stresi (T)	4	0.014129	12.3726***
$G \times SA$	2	0.010469	18.3348***
$G \times T$	4	0.004026	3.526*
$SA \times T$	8	0.015796	6.9162***
$G \times SA \times T$	8	0.01173	5.136***
Hata	90	0.025693	
VK (%)	42		

*, **, *** sırasıyla % 5, % 1, % 0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök yaş ağırlığına ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök yaş ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Tuzluluk stresi (mM)					Ortalama
		0	50	100	150	200	
DZ17-1	0	36.7e-k	29.9e-m	37.4e-k	50.5cde	19.7g-m	34.8 ^B
	0.5	40.3e-i	45.5def	38.8e-j	37.3e-k	35.6e-l	39.5 ^B
	1	170.8a	73.6bc	84.9b	66.1bcd	42.2e-h	87.5 ^A
Empire Plus	0	28.9e-m	23.2f-m	23.1f-m	26.4f-m	15.3j-m	23.4 ^{CD}
	0.5	22.2f-m	12.4lm	24.6f-m	13.8klm	7.2m	16.0 ^D
	1	43.3d-g	51.4cde	27.7e-m	17.4i-m	19.3h-m	31.8 ^{BC}
DZ17-1 ortalaması		82.6A	49.7B	53.7B	51.3B	32.5C	53.9 ^a
Empire Plus ortalaması		31.5C	29.0C	25.1CD	19.2CD	13.9D	23.7 ^b
Genel ortalama		57.0 ^A	39.4 ^B	39.3 ^B	35.2 ^B	23.2 ^C	38.8
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		29.12b		27.74b		59.65a	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

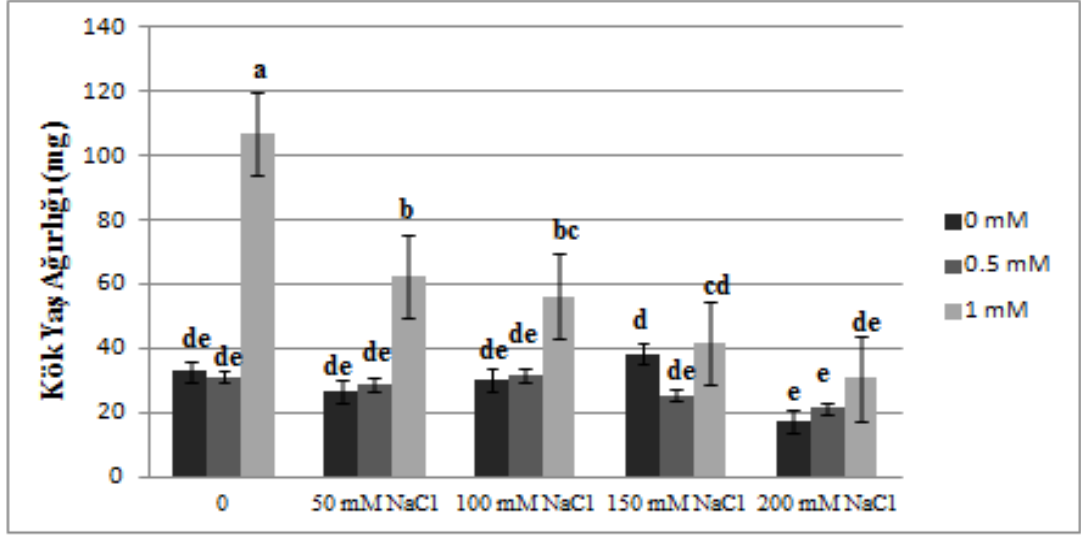
Çizelge 4.8 incelendiğinde genel ortalamalarına göre, DZ17-1 genotipi en yüksek kök yaş ağırlığı değerine sahip olmuştur.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek kök yaş değerine DZ17-1 genotipine 1 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer Empire Plus çeşidinin 0.5 mM SA uygulamasında elde edilmiştir.

Tuz stresine maruz kalan genotiplerin ortalama kök yaş ağırlığına göre en yüksek değer DZ17-1 genotipinin kontrol koşulunda belirlenirken, en düşük değer Empire Plus genotipinin 200 mM tuz stresinde belirlenmiştir.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek kök yaş ağırlığına (170.8 mg) 1 mM SA + 0 mM NaCl uygulamasında DZ17-1 genotipinde elde edilirken, en düşük değer (7.2 mg) 0.5 mM SA + 200 mM NaCl uygulamasından Empire Plus genotipinde belirlenmiştir.

Tuz stresi koşullarında salisilik asit uygulamasının kök yaş ağırlığı özelliği üzerine olan etkileri farklılık göstermiştir (Şekil 4.4). En yüksek kök uzunluğu 0 mM NaCl +1 mM SA kombinasyonunda belirlenirken en düşük değer 200 mM NaCl + 0 mM SA ve 0.5 mM SA'da belirlenmiştir.



Şekil 4.4: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın kök yaş ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler

Tuz stresindeki artış her iki genotipin kök yaş ağırlığında önemli azalmalar meydana getirmiştir. Araştırmada uygulanan 1 mM SA dozunun tüm stres koşullarında bu özellik üzerine olumlu etki gösterdiği görülmüştür.

4.1.5. Fide yaş ağırlığı

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının tuz stresi koşullarında fide yaşa ağırlığına etkisini gösteren varyans analizi sonucu Çizelge 4.9'da sunulmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; genotipler, tuz stresi, $G \times SA$ interaksyonu istatistiki olarak $P < 0.001$ düzeyinde önemli, Salisilik asit, $G \times T$, $G \times SA \times T$ interaksyonu $P < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. $SA \times T$ interaksyonunda ise önemlilik belirlenmemiştir.

Çizelge 4.9: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	0.523301	96.0824***
Salisilik asit (SA)	2	0.07124	6.5402**
Tuz stresi (T)	4	0.768173	35.2608***
G × SA	2	0.135865	12.473***
G × T	4	0.112827	5.179**
SA × T	8	0.071684	1.6452öd
G × SA × T	8	0.102782	2.3589*
Hata	90	0.490174	
VK (%)	45		

*,**,*** sırasıyla % 5, % 1, % 0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide yaş ağırlığına ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide yaş ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Tuzluluk stresi (mM)					Ortalama
		0	50	100	150	200	
DZ17-1	0	249.8cd	240.4cde	174.9d-j	167.3d-k	30.9no	172.7 ^{BC}
	0.5	364.7b	294.8bc	196.6c-h	86.3i-o	112.4g-o	211.0 ^B
	1	505.6a	373.4b	354.6b	153.6d-l	66.5k-o	290.7 ^A
Empire Plus	0	218.4c-f	213.5c-g	128.1f-n	76.8j-o	26.3no	132.6 ^{CD}
	0.5	94.3h-o	47.4mno	55.6l-o	50.6l-o	21.6o	53.9 ^E
	1	145.8e-m	183.5d-i	72.1j-o	33.6no	23.0o	91.6 ^{DE}
DZ17-1 ortalaması		373.4A	302.8B	242.1C	135.7DE	69.9FG	224.8 ^a
Empire Plus ortalaması		152.9D	148.1D	85.3EF	53.7FG	23.6G	92.7 ^b
Genel ortalama		263.1 ^A	225.5 ^A	163.7 ^B	94.7 ^C	46.8 ^D	158.7
Salisilik asit	0 mM		0.5 mM		1mM		
	152.6b		132.4b		191.2a		

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

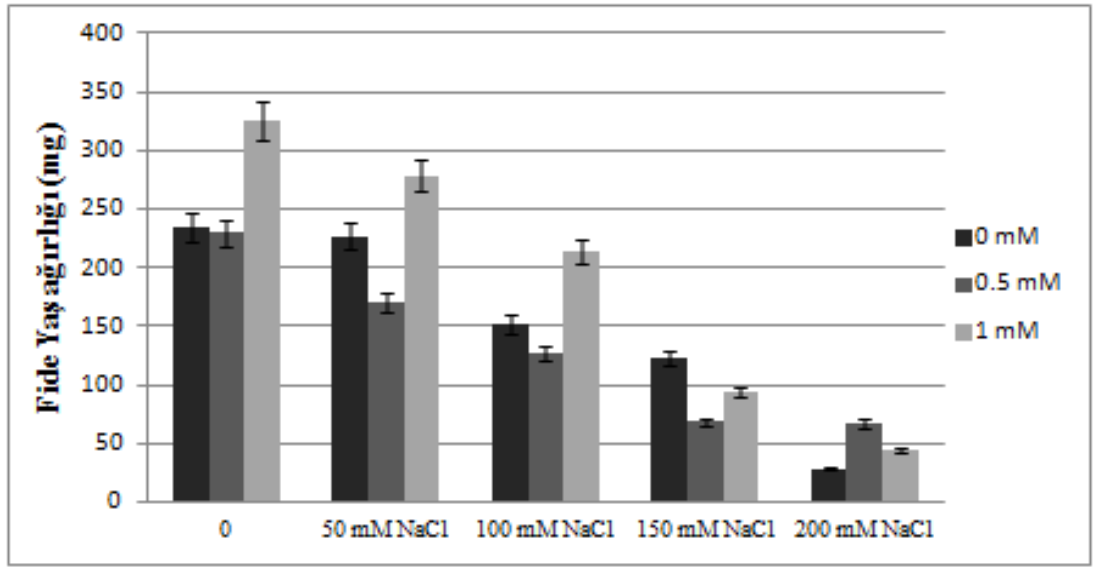
Çizelge 4.10 incelendiğinde genel ortalamalarına göre, en yüksek fide yaş ağırlığına DZ17-1 genotipi sahip olmuştur.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek fide yaş ağırlığı değerine DZ17-1 genotipine 1 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer Empire Plus çeşidinin 0.5 mM SA uygulamasında elde edilmiştir.

Tuz stresine maruz kalan genotiplerin ortalama fide yaş ağırlığına göre en yüksek değer DZ17-1 genotipinin kontrol koşulunda belirlenirken, en düşük değer Empire Plus çeşidinin 200 mM tuz stresinde belirlenmiştir.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek fide yaş ağırlığına (505.6 mg) 1 mM SA + 0 mM NaCl uygulamasında DZ17-1 genotipinde elde edilirken, en düşük (21.6 mg) 0.5 mM SA + 200 mM NaCl ve (23.0 mg) 1 mM SA + 200 mM NaCl uygulamasından Empire Plus genotipinde elde edilmiştir.

Tuz stresi koşullarında salisilik asit uygulamasının fide yaş ağırlığı özelliği üzerine olan etkileri benzerlik göstermiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın fide yaş ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler

Tuz stresindeki artış her iki genotipin kök yaş ağırlığında önemli azalmalar meydana getirmiştir. Kızılgöçü ve ark. (2020) tuz stresi şiddeti arttıkça fide yaş ağırlığında azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Mevcut araştırmada SA uygulamasının stres koşullarında fide yaş ağırlığını iyileştirici etkiye sahip olduğu görülmüştür. Çalışmamıza benzer olarak Tepe (2011) kontrole kıyasla SA uygulamasının fide yaş ağırlığını artırıcı etkiye sahip olduğunu bildirmiştir. Bahrani ve Pourreza (2012) farklı salisilik asit uygulamasının tuzluluk stresinde fide yaş ağırlığı üzerine etkisini araştırdığı çalışmada 1.5 mg L⁻¹ SA uygulamasında en yüksek fide yaş ağırlığı değerini elde etmişlerdir.

4.1.6. Kök kuru ağırlığı

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının tuz stresi koşullarında kök kuru ağırlığına etkisini gösteren varyans analizi sonucu Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizine göre, genotipler arası farklılıklar $P < 0.001$, tuz stresi dozları arası $P < 0.01$ ve salisilik asit, $G \times T$ interaksyonu $P < 0.05$ düzeyinde istatistikî olarak önemli bulunmuştur. $G \times SA$, $SA \times T$, $G \times SA \times T$ interaksyonları ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.11: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	0.007737	65.3473***
Salisilik asit (SA)	2	0.000987	4.1679*
Tuz stresi (T)	4	0.002941	6.209**
$G \times SA$	2	0.0007	2.9577öd
$G \times T$	4	0.001656	3.4975*
$SA \times T$	8	0.000816	0.8613öd
$G \times SA \times T$	8	0.001164	1.2288öd
Hata	90	0.010656	
VK (%)	46		

*, **, *** sırasıyla % 5, % 1, % 0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök kuru ağırlığına ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 incelendiğinde genotiplerinin genel ortalamalarına göre, en yüksek kök kuru ağırlığına DZ17-1 genotipi sahip olmuştur.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek kök kuru ağırlığı değerine DZ17-1 genotipine 1 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer Empire plus çeşidinin 0.5 mM SA uygulamasında elde edilmiştir. Ancak uygulamalar arasında farklılıklar görülmemiştir.

Tuzluluk stresine maruz kalan genotiplerin ortalama kök kuru ağırlığına göre en yüksek değer DZ17-1 genotipinin 100 mM NaCl koşulunda belirlenirken, en düşük değer Empire Plus genotipinin 200 mM NaCl uygulamasında belirlenmiştir.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek kök kuru ağırlığı değeri (40.5 mg) 1 mM SA + 0 mM NaCl uygulamasında DZ17-1 genotipine elde edilirken,

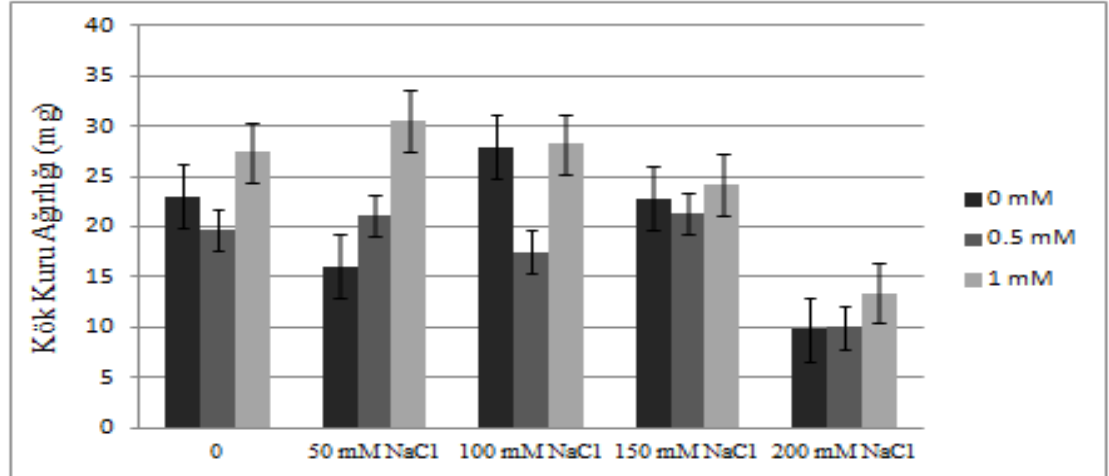
en düşük (6.9 mg) 1 mM SA + 200 mM NaCl uygulamasından Empire Plus genotipinde elde edilmiştir.

Çizelge 4.12: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök kuru ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Tuzluluk stresi (mM)					Ortalama
		0	50	100	150	200	
DZ17-1	0	23.0	17.2	42.8	31.3	11.6	25.2
	0.5	27.5	31.8	25.9	30.5	12.8	25.7
	1	40.5	33.1	44.6	41.2	20.1	35.9
Empire Plus	0	23.1	15.0	13.2	14.5	8.1	14.7
	0.5	11.9	10.5	9.1	12.3	7.2	10.2
	1	14.4	28.0	11.8	7.3	6.9	13.7
DZ17-1 ortalaması		30.3AB	27.4B	37.8A	34.3AB	14.8CD	28.9 ^a
Empire Plus ortalaması		16.5C	17.8C	11.4CD	11.3CD	7.4D	12.9 ^b
Genel ortalama		23.4 ^A	22.6 ^A	24.6 ^A	22.8 ^A	11.1 ^B	20.9
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		19.9ab		17.9b		24.7a	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

Tuz stresi koşullarında salisilik asit uygulamasının kök kuru ağırlığı özelliği üzerine olan etkileri benzerlik göstermiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın kök kuru ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler

Tuz stresi kök kuru ağırlığında azalmaya neden olmuştur. Yıldırım ve ark. (2015), tuzluluğun buğdayda köklerinin büyüme parametrelerinde (taze ve kuru ağırlık) belirgin bir azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. Sourour ve ark. (2014)

tuzların toksik etkilerin nedeninin tohumlardan koleoptil ve radikula yoluyla taşınan toplam kuru madde miktarından kaynaklanmış olabileceğini belirtmiştir. Araştırmamızda salisilik asit uygulamasının kök kuru ağırlığını artırıcı etkisi olduğu gözlenmiştir. Benzer olarak Karlidağ ve ark. (2009) çalışmalarında en yüksek kök kuru ağırlığı değerini 1 mM SA uygulamasının elde etmişlerdir.

4.1.7. Fide kuru ağırlığı

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının tuz stresi koşullarında fide kuru ağırlığına etkisini gösteren varyans analiz sonucu Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; sadece genotip ve salisilik asit dozları arası $P < 0.001$ düzeyinde çok önemli farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.13: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	0.015379	37.4714***
Salisilik asit (SA)	2	0.002152	2.6218öd
Tuz stresi (T)	4	0.014923	9.0902***
G × SA	2	0.001329	1.6186öd
G × T	4	0.003673	2.2375öd
SA × T	8	0.002214	0.6743öd
G × SA × T	8	0.003428	1.0439öd
Hata	90	0.036938	
VK (%)	46		

*** %0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide kuru ağırlığına ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.14’te verilmiştir.

Çizelge 4.14 incelendiğinde genotiplerinin genel ortalamalarına göre, en yüksek fide kuru ağırlığına DZ17-1 genotipi sahip olmuştur.

Çizelge 4.14: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide kuru ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Tuzluluk stresi (mM)	Ortalama
---------	----------------------	----------

	Salisilik asit dozu (mM)						
		0	50	100	150	200	
DZ17-1	0	43.2	38.3	75.7	32.5	9.7	39.9
	0.5	55.4	47.7	37.4	21.5	7.7	33.9
	1	62.4	50.2	60.3	31.8	36.1	48.1
Empire Plus	0	41.8	35.8	22.8	15.3	7.2	24.6
	0.5	16.8	17.4	9.9	12.2	7.4	12.7
	1	23.1	35.5	13.3	6.1	5.7	16.7
DZ17-1 ortalaması		53.6	45.4	57.8	28.6	17.8	40.6 ^a
Empire Plus ortalaması		27.2	29.5	15.4	11.2	6.7	18.0 ^b
Genel ortalama		40.4 ^A	37.5 ^A	36.6 ^A	19.9 ^B	12.3 ^B	29.3
Salisilik asit	0 mM			0.5 mM		1mM	
		32.2		23.3		32.4	

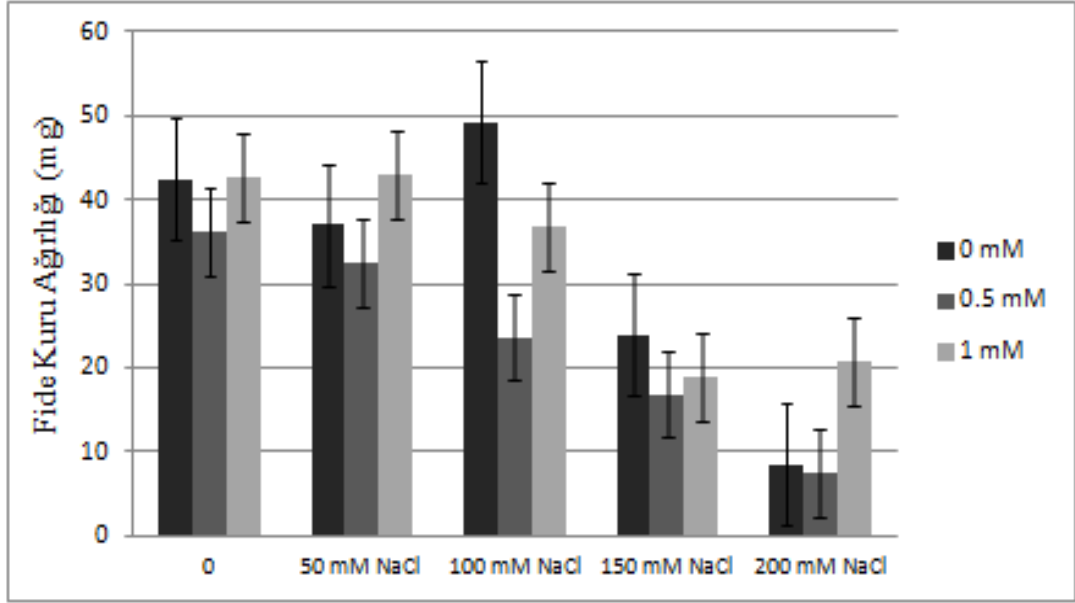
Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek fide kuru ağırlığı değerine DZ17-1 genotipine 1 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer Empire Plus çeşidinin 0.5 mM SA uygulamasında elde edilmiştir.

Tuzluluk stresine maruz kalan genotiplerin ortalama fide kuru ağırlığına göre en yüksek değer DZ17-1 genotipinin kontrol koşulunda belirlenirken, en düşük değer Empire plus çeşidinin 200 mM tuz stresinde belirlenmiştir.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek fide kuru ağırlığına (62.4 mg) 1 mM SA + 0 mM NaCl uygulamasında DZ17-1 genotipinde elde edilirken, en düşük (5.7 mg) 1 mM SA + 200 mM NaCl uygulamasında Empire Plus genotipinde elde edilmiştir.

Tuz stresi koşullarında salisilik asit uygulamasının fide kuru ağırlığı özelliği üzerine olan etkileri benzerlik göstermiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.7: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın fide kuru ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler

Tuz stresindeki artışına paralel olarak fide kuru ağırlığında azalma meydana gelmiştir. İyem ve ark. (2020), tuz stresi artışı fide kuru ağırlığında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. SA asit uygulamasının tuz stresi koşullarında fide kuru ağırlığı üzerine etkileri benzer olmuştur. El-Tayeb (2005), SA ön işleminin stres koşullarında arpa fidelerinde kuru ağırlığı arttırdığını ve Khodary (2004), SA'nın tuz stresi altındaki mısır bitkilerinin sürgünlerinin taze ve kuru ağırlığını arttırdığını bildirmiştir.

4.1.8. Çimlenme hızı

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının tuz stresi koşullarında çimlenme hızına etkisini gösteren varyans analizi sonucu Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; istatistikî olarak genotip, salisilik asit, tuz stresi, $P < 0.001$ düzeyinde, $G \times T$ interaksyonu $P < 0.01$ düzeyinde ve $G \times SA \times T$ interaksyonu $P < 0.05$ seviyesinde önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.15: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme hızına ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
--------	------	-----------------	----------

Genotip (G)	1	2848.126	19.426***
Salisilik asit (SA)	2	5166.667	17.62***
Tuz stresi (T)	4	4163.708	7.0998***
G × SA	2	722.8797	2.4652öd
G × T	4	2122.288	3.6188**
SA × T	8	2185.404	1.8632öd
G × SA × T	8	2842.209	2.4232*
Hata	90	13195.27	
VK (%)	22		

*, **, *** sırasıyla % 5, % 1, % 0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme hızına ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme hızına (%) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Tuzluluk stresi (mM)					Ortalama
		0	50	100	150	200	
DZ17-1	0	76.92a	59.62b-e	65.38abc	65.38abc	69.23ab	67.31
	0.5	53.85b-f	48.08d-h	55.77b-f	51.92c-g	36.54ghi	49.23
	1	59.62b-e	51.92c-g	69.23ab	67.31abc	53.85b-f	60.38
Empire Plus	0	57.69b-f	63.46a-d	57.69b-f	57.69b-f	55.77b-f	58.46
	0.5	57.69b-f	42.31fgh	46.15e-h	53.85b-f	25.00ij	45.00
	1	61.54a-e	65.38abc	42.31fh	32.69hij	19.23j	44.23
DZ17-1 ortalaması		63.46A	53.21BC	63.46A	61.54AB	53.21BC	58.97 ^a
Empire Plus ortalaması		58.97AB	57.05ABC	48.72C	48.08C	33.33D	49.23 ^b
Genel ortalama		61.22 ^A	55.13 ^A	56.09 ^A	54.81 ^A	43.27 ^B	54.10
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		62.88a		47.11b		52.30b	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

Çizelge 4.16 incelendiğinde genotiplerin genel ortalamalarına göre, en yüksek çimlenme hızına DZ17-1 genotipi sahip olmuştur.

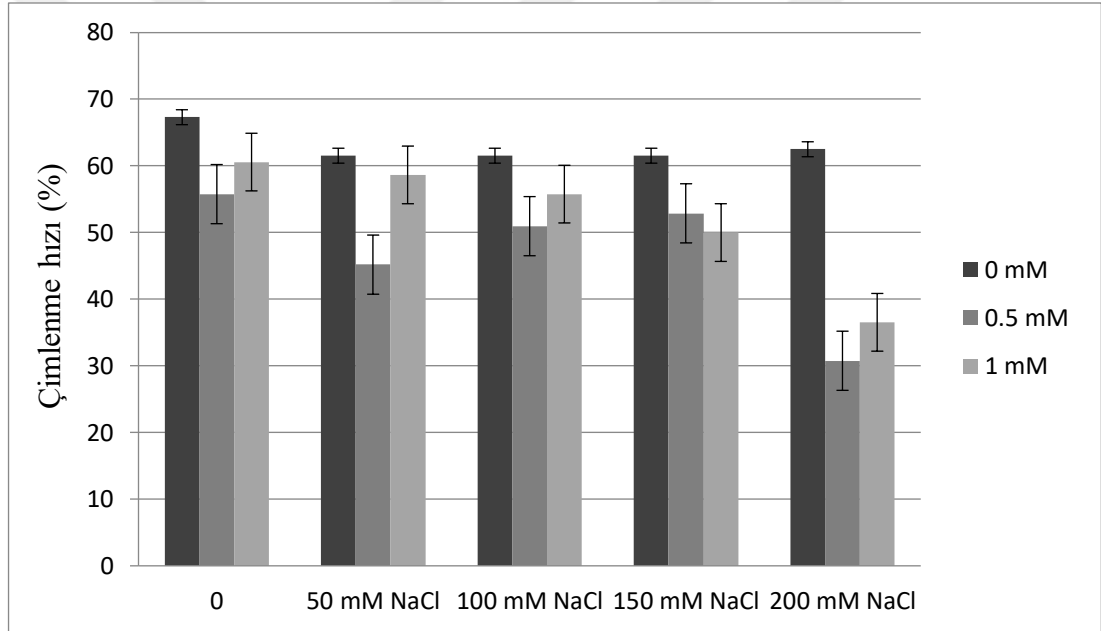
Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek çimlenme hızı değerine DZ17-1 genotipine 0 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer Empire Plus çeşidinin 1 mM SA uygulamasında elde edilmiştir.

Tuzluluk stresine maruz kalan genotiplerin ortalama koleoptil uzunluğuna göre en yüksek değer DZ17-1 genotipinin kontrol ve 100 mM NaCl uygulamasında

belirlenirken, en düşük değer Empire plus genotipinin 200 mM tuz stresinde belirlenmiştir.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek koleoptil uzunluğu uzunluğuna (% 76.92) 0 mM SA + 0 mM NaCl uygulamasında DZ17-1 genotipinde elde edilirken, en düşük (% 19.23) 1 mM SA + 200 mM NaCl uygulamasından Empire plus genotipinde elde edilmiştir.

Tuz stresi koşullarında salisilik asit uygulamasının çimlenme hızı özelliği üzerine olan etkileri benzerlik göstermiştir (şekil 4.8).



şekil 4.8: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın çimlenme hızı üzerinde meydana getirdiği etkiler

Çimlenme bitki yaşam döngüsünde en kritik aşamadır. Tuzluluk stresindeki artış çimlenme hızında azalmaya neden olmuştur. Çimlenme hızındaki azalış DZ17-1 genotipinde daha düşük olduğu grlmştir.

4.1.9. Çimlenme gücü

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının tuz stresi koşullarında çimlenme gücüne etkisini gösteren varyans analiz sonucu Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; salisilik asit, tuz stresi $P < 0.001$ düzeyinde, genotipler $P < 0.01$ düzeyinde ve $G \times T$ interaksyonu $P < 0.05$ seviyesinde önemli farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.17: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme gücüne ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	2083.333	14.8942**
Salisilik asit (SA)	2	3388.56	12.1128***
Tuz stresi (T)	4	23537.48	42.0687***
$G \times SA$	2	832.347	2.9753öd
$G \times T$	4	1444.773	2.5823*
$SA \times T$	8	2222.88	1.9865öd
$G \times SA \times T$	8	1771.203	1.5828öd
Hata	90	12588.76	
VK (%)	18		

*,**,*** sırasıyla % 5, % , % 0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme gücüne ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18 incelendiğinde genotiplerinin genel ortalamalarına göre, en yüksek çimlenme gücüne DZ17-1 genotipi sahip olmuştur.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek çimlenme gücü değerine DZ17-1 genotipine 0 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer Empire Plus çeşidinin 1 mM SA uygulamasında elde edilmiştir.

Tuzluluk stresine maruz kalan genotiplerin ortalama çimlenme gücüne göre en yüksek değer DZ17-1 ve Empire Plus genotiplerinin kontrol koşulunda belirlenirken, en düşük değer Empire plus genotipinin 200 mM tuz stresinde belirlenmiştir.

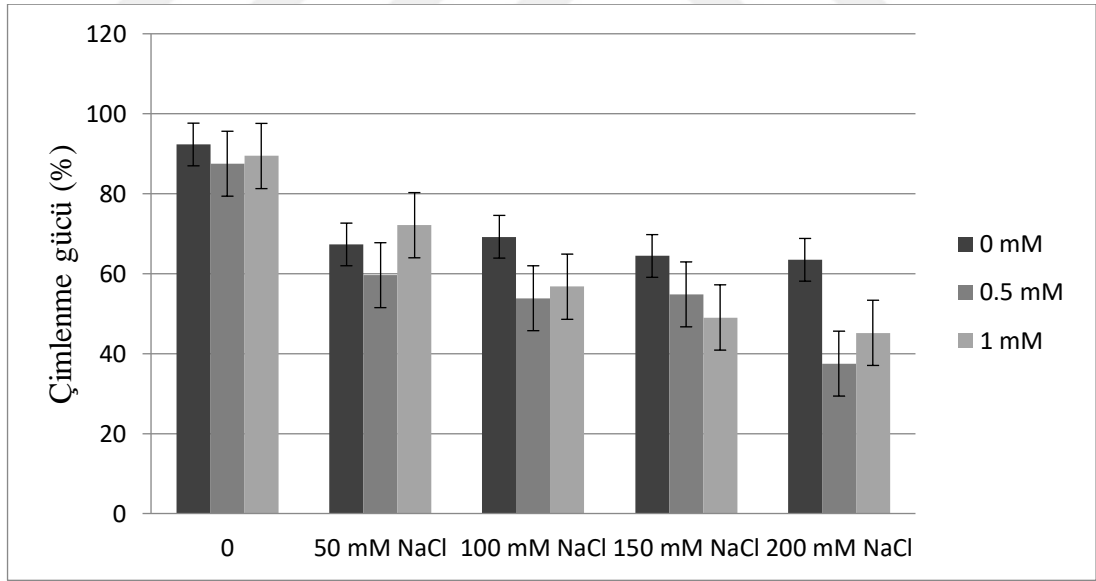
Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek çimlenme gücüne (% 92.31) 0 mM SA + 0 mM NaCl uygulamasında DZ17-1 ve Empire Plus genotiplerinde elde edilirken, en düşük (% 36.54) 0.5 mM SA + 200 mM NaCl uygulamasından DZ17-1 genotipinde elde edilmiştir.

Çizelge 4.18: Salisilik asit ve tuz stresi uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme gücüne (%) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Tuzluluk stresi (mM)					Ortalama
		0	50	100	150	200	
DZ17-1	0	92.31	63.46	75.00	67.31	71.15	73.85
	0.5	90.38	63.46	57.69	55.77	36.54	60.77
	1	88.46	71.15	73.08	65.38	53.85	70.38
Empire Plus	0	92.31	71.15	63.46	61.54	55.77	68.85
	0.5	84.62	55.77	50.00	53.85	38.46	56.54
	1	90.38	73.08	40.38	32.69	36.54	54.62
DZ17-1 ortalaması		90.38A	66.03B	68.59B	62.82BC	53.85CD	68.33 ^a
Empire Plus ortalaması		89.10A	66.67B	51.28DE	49.36DE	43.59E	60.00 ^b
Genel ortalama		89.74 ^A	66.35 ^B	59.94 ^{BC}	56.09 ^C	48.72 ^D	64.17
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		71.35a		58.65b		62.5b	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

Tuz stresi koşullarında salisilik asit uygulamasının çimlenme gücü özelliği üzerine olan etkileri benzerlik göstermiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9: Salisilik asit ve NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayın çimlenme gücü üzerinde meydana getirdiği etkiler

Çeşit özelliği tohumun çimlenme performansını etkileyen önemli bir faktördür. Önceki yapılan çalışmalarda, farklı buğday çeşitlerinin farklı çimlenme oranlarına sahip oldukları bildirilmişti (Rahman ve ark., 2008; Moud ve Maghsoudi, 2008; Fuller

ve ark., 2012; Kochak-zadeh ve ark., 2013). Tuz stresi her iki genotipin çimlenme hızları üzerinde etkili olmuştur. Tuz stresindeki artış çimlenme hızında azalmaya neden olduğu görülmüştür. İyem ve ark. (2020) tuz stresindeki artışın çimlenme hızını olumsuz bir şekilde etkilediğini rapor etmiştir. El Sabagh (2019) tuzluluk stresinin buğdayın çimlenmesini geciktirdiğini ya da azalttığını bildirmiştir.



4.2. Kuraklık Stresi

4.2.1. Koleoptil uzunluğu

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının değişen oranlardaki PEG 6000'le oluşturulan kuraklık stresi koşullarındaki koleoptil uzunluğuna etkisini gösteren varyans analizi sonucu Çizelge 4.19'da sunulmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; genotipler, SA × PEG interaksyonu $P < 0.01$ düzeyinde ve PEG, G × SA, G × PEG, G × SA × PEG interaksyonu ise $P < 0.001$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.19: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	48.2972	5.3279**
Salisilik asit (SA)	2	10.2911	0.5676öd
PEG 6000 dozu (PEG)	4	9585.332	264.3496***
G × SA	2	304.393	16.7894***
G × PEG	4	523.1888	14.4288***
SA × PEG	8	251.9766	3.4746**
G × SA × PEG	8	354.6467	4.8903***
Hata	90	815.851	
VK (%)	16.9		

*,**,*** sırasıyla % 5, % 1, % 0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20 incelendiğinde genotiplerin genel ortalamalarına göre, en yüksek koleptil uzunluğuna Empire plus genotipi sahip olmuştur.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek koleoptil uzunluğu değerine Empire Plus genotipine 0.5 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer DZ 17-1 genotipinin 0.5 mM SA uygulamasında elde edilmiştir.

Çizelge 4.20: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna (mm) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

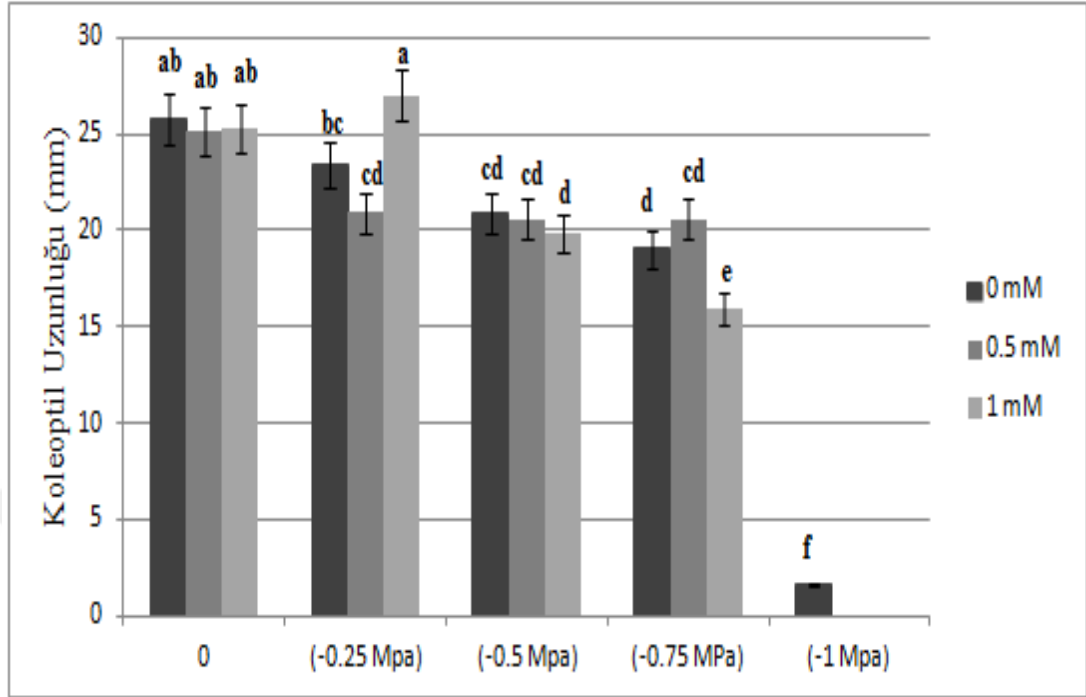
Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Kuraklık stresi (MPa)					Ortalama
		0	-0.25	-0.50	-0.75	-1	
DZ17-1	0	29.28ab	25.90bcd	21.21e-h	16.85ijk	3.26m	19.30 ^{AB}
	0.5	26.22bc	19.85g-j	17.47h-k	10.17 l	0.00m	14.74 ^D
	1	26.39bc	24.60cde	20.03-j	15.37k	0.00m	17.28 ^C
Empire Plus	0	22.33c-g	22.33e-i	20.45e-j	21.24e-h	0.00m	16.99 ^C
	0.5	24.14c-f	21.98d-g	23.71c-g	31.02a	0.00m	20.17 ^A
	1	24.30cde	29.46ab	19.63g-j	16.46jk	0.00m	17.97 ^B
DZ17-1 ortalaması		27.30A	23.45BC	19.57D	14.13E	1.09F	17.11 ^b
Empire Plus ortalaması		23.59BC	24.12B	21.26CD	22.91BC	0.00F	18.38 ^a
Genel ortalama		25.44 ^A	23.79 ^A	20.42 ^B	18.52 ^C	0.54 ^D	17.74
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		18.14		17.45		17.62	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

Kuraklık stresine maruz kalan genotiplerin ortalama koleoptil uzunluğuna göre en yüksek değer DZ17-1 genotipinin kontrol koşulunda belirlenirken, en düşük değer Empire plus genotipin -1 MPa PEG 6000 uygulamasında belirlenmiştir.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek koleoptil uzunluğu uzunluğuna (31.02 mm) 0.5 mM SA + -0.75 MPa PEG 6000 uygulamasında Empire plus genotipine elde edilirken, en düşük değer 0 mM SA + -1 MPa PEG 6000 uygulaması hariç DZ17-1 ve Empire Plus genotipinin -1 MPa PEG 6000 uygulamasında elde edilmiştir.

PEG 6000 koşullarında salisilik asit uygulamasının koleoptil uzunluğu özelliği üzerine olan etkileri farklılık göstermiştir (Şekil 4.10). En yüksek kök uzunluğu -0.25 MPa PEG 6000 +1 mM SA kombinasyonunda belirlenirken en düşük değer -1 MPa PEG 6000 + -0.5 mM SA ve 1 mM SA'da belirlenmiştir.



Şekil 4.10: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın koleoptil uzunluğu üzerinde meydana getirdiği etkiler

Kuraklık stresi artışı genotiplerin koleoptil uzunluğunu önemli derecede olumsuz etkiye neden olmuştur. Araştırmamızda kontrol uygulamasına kıyasla -0.75 MPa PEG 6000 uygulamasında Empire Plus genotipinde koleoptil uzunluğunda azalma meydana gelmez iken DZ17-1 genotipinde önemli azalma meydana gelmiştir. Kısa koleoptil uzunluğu, çimlenme için tohum bölgesinde neminin yetersiz olduğu veya toprak neminin hızla kurduğu sıcak koşullarlarda verimi sınırlayan önemli faktörlerden biridir (Rebetzke ve ark., 2007). Dilday ve ark. (1990) kuru koşullarda tohumun neme ulaşması için derine ekildiği zaman koleoptil uzunluğunun optimum seviyede olması önemli olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda SA uygulamasının -1 MPa PEG 6000 koşulunda koleoptil uzunluğu üzerine herhangi bir etkisi olmadığı görülmüştür. Araştırmamıza benzer olarak birçok araştırmacı kuraklık stresinin koleoptil uzunluğu üzerine olumsuz etkilere sahip olduğunu belirtmişlerdir (Bayoumi ve ark., 2008; Baloch, 2012; Kizilgeci ve ark., 2017; Kizilgeci ve ark., 2020).

4.2.2. Kök uzunluğu

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının değişen oranlardaki PEG 6000'le oluşturulan kuraklık stresi koşullarındaki kök uzunluğuna etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; genotipler, PEG, G × PEG interaksyonu P<0.001 düzeyinde, G × SA, SA × PEG, G × SA × PEG interaksyonları yönünden P<0.01 düzeyinde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.21: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	3996.151	47.7797***
Salisilik asit (SA)	2	369.457	2.2087öd
PEG 6000 dozu (PEG)	4	76783.81	229.5149***
G × SA	2	1177.086	7.0369**
G × PEG	4	6478.386	19.3646***
SA × PEG	8	2408.736	3.6**
G × SA × PEG	8	2195.831	3.2818**
Hata	90	7527.34	
VK (%)	15		

*, **, *** sırasıyla % 5, % 1, % 0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök uzunluğuna ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22 incelendiğinde genotiplerin genel ortalamalarına göre, en yüksek kök uzunluğuna Empire Plus genotipi sahip olmuştur.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek koleoptil uzunluğu değerine Empire Plus genotipine 0 mM SA uygulaması ve 0.5 mM SA'da belirlenirken en düşük değer DZ 17-1 genotipinin 0.5 mM SA uygulamasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.22: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök uzunluğuna (mm) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

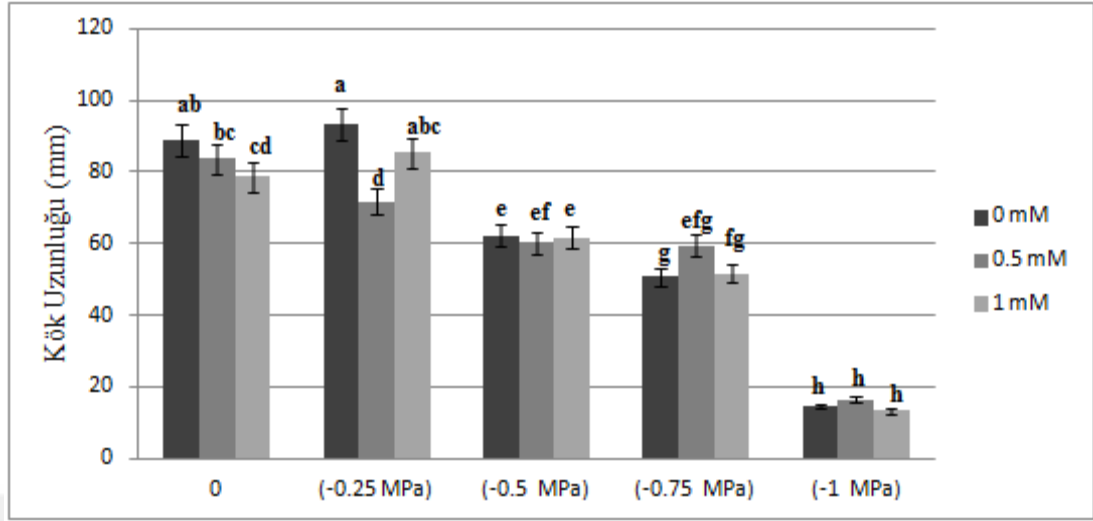
Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Kuraklık stresi (MPa)					Ortalama
		0	-0.25	-0.50	-0.75	-1	
DZ17-1	0	81.80cde	87.44a-d	54.49hi	38.07j	12.31k	54.82 ^{BC}
	0.5	91.87abc	58.10ghi	51.00i	34.54j	11.80k	49.46 ^C
	1	93.09abc	82.75cd	57.57ghi	37.13j	12.64k	56.64 ^B
Empire Plus	0	96.00ab	99.09a	69.78efg	63.21f-i	16.72k	68.96 ^A
	0.5	75.38def	85.17bcd	69.39efg	84.51bcd	20.75k	67.04 ^A
	1	64.00fgh	87.85a-d	65.93fgh	66.07fgh	13.87k	59.54 ^B
DZ17-1 ortalaması		88.92A	76.10B	54.35D	36.58E	12.25F	53.64 ^b
Empire Plus ortalaması		78.46B	90.70A	68.37C	71.26BC	17.12F	65.18 ^a
Genel ortalama		83.69 ^A	83.40 ^A	61.36 ^B	53.92 ^C	14.68 ^D	59.41
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		61.89		58.25		58.09	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

Kuraklık stresine maruz kalan genotiplerin ortalama kök uzunluğuna göre en yüksek değer Empire plus genotipinde -0.25 MPa PEG 6000 ve DZ17-1 genotipinin kontrol koşulunda belirlenirken, en düşük değer DZ17-1 ve Empire plus genotiplerinde -1 MPa PEG 6000 uygulamasında belirlenmiştir.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek kök uzunluğu uzunluğuna (99.09 mm) 0 mM SA + -0.25 MPa PEG 6000 uygulamasında Empire plus genotipine elde edilirken, en düşük değer 0.5 mM SA + -1 MPa PEG 6000 uygulamasında elde edilmiştir. -1 MPa PEG 6000 uygulamasında tüm SA uygulamalarında genotipler benzer istatistiksel değerlere sahip olduğu görülmüştür.

PEG 6000 koşullarında salisilik asit uygulamasının kök uzunluğu özelliği üzerine olan etkileri farklılık göstermiştir (Şekil 4.11). En yüksek kök uzunluğu -0.25 MPa PEG 6000 +0 mM SA kombinasyonunda belirlenirken en düşük değer -1 MPa PEG 6000 + 0, 0.5 ve 1mM SA'da belirlenmiştir.



Şekil 4.11: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın kök uzunluğu üzerinde meydana getirdiği etkiler

Kök, kuraklık stresine karşı ilk tepkiyi veren bitkinin su ve besin maddelerini absorbe eden ana organıdır (Janiak ve ark., 2015; Duan ve ark., 2017). Turner (1997) kuraklık stresi altında kök uzunluğunun kuraklığa dayanıklı genotiplerin seçilmesinde önemli bir indeks olarak kabul edilebileceğini belirtmiştir. Kuraklık stresine maruz kalan genotiplerin kök uzunluğunda azalma meydana gelmiştir. -0.75 MPa PEG 6000 koşulu ile kontrol uygulaması kıyaslandığında Empire Plus genotipinde meydana gelen azalma miktarı DZ17-1 genotipinde daha düşük olduğu görülmüştür. Ancak -1 MPa PEG 6000 uygulamasında her iki genotipin kök uzunlukları istatistiksel olarak benzer olduğu görülmüştür. Empire Plus genotipinin kök uzunluğunun DZ17-1 göre daha uzun olması kurak koşullara daha iyi adapte olabileceğini göstermiştir. Birçok araştırmacı yaptıkları çalışmalarında yüksek kuraklık koşullarında kök uzunluğunda azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir (Jajarmi ve ark., 2009; Kizilgeci ve ark., 2017; Iyem ve ark., 2021). SA uygulamalarının kök uzunluğunu artırıcı etkisinin olmadığı ancak Empire Plus genotipinin kök uzunluğu 0.5 mM SA uygulaması kontrole göre daha yüksek kök uzunluğuna sahip olduğu görülmüştür. Maghsoudi ve Arvin (2010) kuraklık stresinde ekmeklik buğdaya uyguladıkları SA dozlarının kök uzunluğunda artırıcı etki sahip olduğunu belirtmişlerdir.

4.2.3. Fide boyu

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının değişen oranlardaki PEG 6000'le oluşturulan kuraklık stresi koşullarındaki fide boyuna etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; genotipler, PEG, G × SA, G × PEG interaksyonu P<0.001 düzeyinde ve SA × PEG, G × SA × PEG interaksyonları P<0.01 seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.23: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide boyuna ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	1851.97	25.0496***
Salisilik asit (SA)	2	392.6	2.6552öd
PEG 6000 dozu (PEG)	4	168136.1	568.5496***
G × SA	2	1719.56	11.6293***
G × PEG	4	2500.44	8.4552***
SA × PEG	8	2278.17	3.8518**
G × SA × PEG	8	2437.25	4.1208**
Hata	90	6653.88	
VK (%)	19		

*,**,*** sırasıyla % 5, % 1, % 0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide boyuna ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.24. Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide boyuna (mm) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Kuraklık stresi (MPa)					Ortalama
		0	-0.25	-0.50	-0.75	-1	
DZ17-1	0	102.60a	72.83bc	36.92de	19.21fgh	3.26 i	46.96 ^{AB}
	0.5	111.36a	27.09efg	20.89fgh	11.62 hi	0.00i	34.19 ^D
	1	108.16a	48.53d	27.33efg	16.82gh	0.00i	40.17 ^C
Empire Plus	0	104.59a	74.35bc	37.95de	17.53gh	0.00i	46.88 ^{AB}
	0.5	111.18a	83.96b	29.66ef	36.40e	0.00i	52.24 ^A
	1	109.45a	64.13c	33.84e	21.43fgh	0.00i	45.77 ^B
DZ17-1 ortalaması		107.37A	49.49C	28.38DE	15.88F	1.09G	40.44 ^b
Empire Plus ortalaması		108.41A	74.15B	33.82D	25.12E	0.00G	48.30 ^a
Genel ortalama		107.89 ^A	61.82 ^B	31.10 ^C	20.50 ^D	0.54 ^E	44.37
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		46.92		43.21		42.96	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

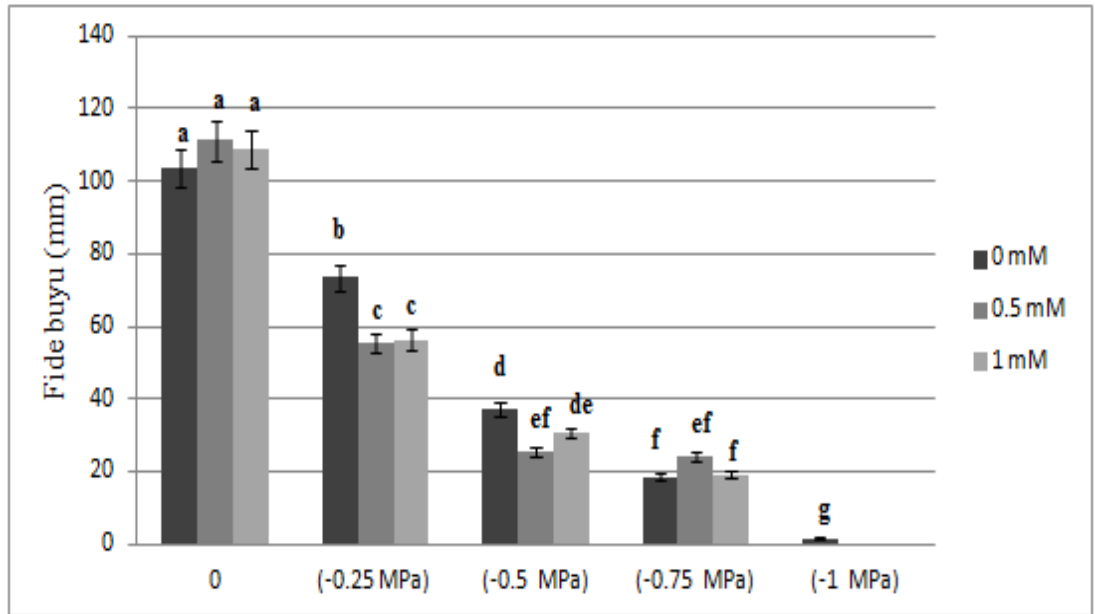
Çizelge 4.24 incelendiğinde genotiplerin genel ortalamalarına göre, en yüksek fide boyuna Empire Plus genotipi sahip olmuştur.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek fide boyu değerine Empire Plus genotipine 0.5 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer DZ17-1 genotipinin 1 mM SA uygulamasında elde edilmiştir.

Kuraklık stresine maruz kalan genotiplerin ortalama fide boyuna göre en yüksek değer Empire Plus genotipinin kontrol koşulunda belirlenirken, en düşük değer Empire Plus genotiplerinin -1 MPa PEG 6000 uygulamasında belirlenmiştir.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek fide boyu uzunluğuna (111.36 mm) 0.5 mM SA + 0 MPa PEG 6000 uygulamasında DZ17-1 genotipinde elde edilirken, en düşük değer DZ17-1 genotipinin 0 mM SA + -1 MPa PEG 6000 uygulaması hariç DZ17-1 ve Empire Plus genotiplerinin -1 MPa PEG 6000 uygulamasında elde edilmiştir.

PEG 6000 koşullarında salisilik asit uygulamasının fide boyu özelliği üzerine olan etkileri farklılık göstermiştir (Şekil 4.12). En yüksek kök uzunluğu 0 MPa PEG 6000 +0.5 mM SA kombinasyonunda belirlenirken en düşük değer -1 MPa PEG 6000 + -0.5 mM SA ve 1 mM SA'da belirlenmiştir.



Şekil 4.12: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın fide boyuna üzerinde meydana getirdiği etkiler

Kuraklık stresi fide boyunu önemli bir biçimde olumsuz etkilemiştir. Artan PEG 6000 uygulamasında her iki genotipte fide uzunluğu azalış göstermiştir.

Araştırmamıza benzer olarak Kızılgücü ve ark. (2017), -1.2 MPa PEG 6000 uygulamasının, -0.3 MPa PEG 6000 kıyasla fide boyunda ciddi bir azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Španić ve ark. (2017) kuraklık stresinin, buğday genotiplerinin fide büyümesini ciddi şekilde azalttığını bildirmişlerdir. Kuraklık stresi koşullarında tohumun su alımı, hormon ve enzim aktiviteleri azalmakta ve besinin embriyoya transferini bozulmaktadır (Kafi ve ark., 2005). Bu nedenle sürgün büyümesi ve uzunluğunun azalma göstermiştir. Araştırmamızda SA asit uygulamasının fide boyu üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür. Ancak Maghsoudi ve Arvin (2010) salisilik asit uygulamasının fide boyunu arttırdığını bildirmişlerdir.

4.2.4. Kök yaş ağırlığı

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının değişen oranlardaki PEG 6000'le oluşturulan kuraklık stresi koşullarındaki kök yaş ağırlığına etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.25'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucuna göre; genotipler, salisilik asit, PEG, SA × PEG interaksyonu için istatistiksel olarak P<0.001 düzeyinde önemli farklılıkların ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.25: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	0.037087	26.4889***
Salisilik asit (SA)	2	0.084925	30.3283***
PEG 6000 dozu (PEG)	4	0.550275	98.2573***
G × SA	2	0.002487	0.888öd
G × PEG	4	0.002221	0.3966öd
SA × PEG	8	0.082998	7.4101***
G × SA × PEG	8	0.019055	1.7012öd
Hata	90	0.126008	
VK (%)	22		

*,**,*** sırasıyla %5, %1, %0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök yaş ağırlığına ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök yaş ağırlığı (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	kuraklık					Ortalama
		0	-0.25	-0.50	-0.75	-1	

DZ17-1	0	125.0	272.9	308.8	146.0	56.0	181.7
	0.5	64.7	158.9	160.1	112.6	38.9	107.0
	1	74.7	213.2	174.1	227.1	43.8	146.6
Empire Plus	0	184.6	282.9	291.7	177.8	115.6	210.5
	0.5	50.67	217.7	244.4	171.6	90.9	155.1
	1	90.72	256.8	215.7	238.9	74.2	175.2
DZ17-1 ortalaması		88.1	215.0	214.3	161.9	46.2	145.1 ^b
Empire Plus ortalaması		108.6	252.4	250.6	196.1	93.6	180.3 ^a
Genel ortalama		98.4 ^C	233.7 ^A	232.5 ^A	179.0 ^B	69.9 ^D	160.0
Salisilik asit	0 mM		0.5 mM		1mM		
	196.2a		131.1c		161.0b		

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

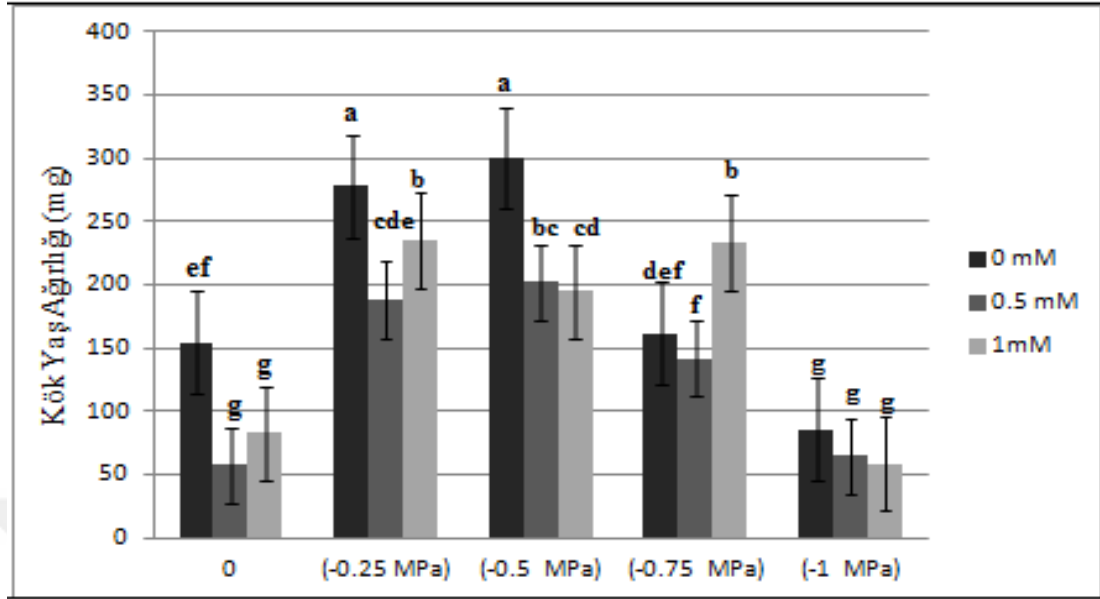
Çizelge 4.26 incelendiğinde genotiplerin genel ortalamalarına göre, en yüksek kök yaş ağırlığına Empire Plus genotipi sahip olmuştur.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek kök yaş ağırlığı değerine Empire Plus genotipine 0 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer DZ 17-1 genotipinin 0.5 mM SA uygulamasında elde edilmiştir.

Kuraklık stresine maruz kalan genotiplerin ortalama kök yaş ağırlığına göre en yüksek değer Empire Plus genotipinin -0.25 MPa PEG 6000 koşulunda belirlenirken, en düşük değer DZ17-1 genotipinin -1 MPa PEG 6000 uygulamasında belirlenmiştir.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek kök yaş ağırlığına (308.8 mg) 0.5 mM SA + -0.50 MPa PEG 6000 uygulamasında DZ17-1 genotipinde elde edilirken, en düşük değer 0.5 mM SA + -1 MPa PEG 6000 uygulamasında DZ17-1 genotipinde elde edilmiştir.

PEG 6000 koşullarında salisilik asit uygulamasının kök yaş ağırlığı özelliği üzerine olan etkileri farklılık göstermiştir (Şekil 4.13). En yüksek kök uzunluğu -0.50 MPa PEG 6000 +0 mM SA kombinasyonunda belirlenirken en düşük değer -1 MPa PEG 6000 + 1 mM SA'da belirlenmiştir.



Şekil 4.13: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın kök yaş ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler

Kök yaş ağırlığı değeri kuraklık stresine bağlı olarak azalma eğiliminde olduğu görülmüştür. Benzer olarak, Iyem ve ark. (2021) kök yaş ağırlığının artan kurak koşullarda azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Kurak koşullarda SA asit uygulaması yalnızca -0.75 MPa PEG koşullarında 1 mM SA uygulamasında olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda kontrole göre etkilerinin düşük olduğu belirlenmiştir.

4.2.5. Fide yaş ağırlığı

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının değişen oranlardaki PEG 6000'le oluşturulan kuraklık stresi koşullarındaki fide yaş ağırlığına etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonucuna göre; salisilik asit, PEG, SA × PEG interaksyonu için istatistikî olarak $P < 0.001$ seviyesinde çok önemli farklılıkların olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.27: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	0.000244	0.044öd
Salisilik asit (SA)	2	0.383181	34.55***
PEG 6000 dozu (PEG)	4	5.1303	231.2905***
G × SA	2	0.002622	0.2364öd
G × PEG	4	0.006156	0.2775öd
SA × PEG	8	0.4784	10.7839***
G × SA × PEG	8	0.077856	1.755öd
Hata	90	0.499077	
VK (%)	26		

*** %0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide yaş ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Kuraklık stresi (MPa)					Ortalama
		0	-0.25	-0.50	-0.75	-1	
DZ17-1	0	781.9	575.5	259.8	149.4	12.4	355.8
	0.5	511.2	249.4	242.0	117.9	0.0	224.1
	1	541.0	357.0	257.4	183.9	0.0	267.9
Empire Plus	0	871.7	498.8	262.4	173.2	0.0	361.2
	0.5	411.0	371.2	223.3	124.7	0.0	226.0
	1	503.9	361.9	211.5	182.4	0.0	251.9
DZ17-1 ortalaması		611.3	394.0	253.1.	150.4	4.1	282.6
Empire Plus ortalaması		595.5	410.6	232.4	160.1	0.0	279.7
Genel ortalama		603.4 ^A	402.3 ^B	242.7 ^C	155.2 ^D	2.1 ^E	281.1
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		358.4a		225.1c		259.9b	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

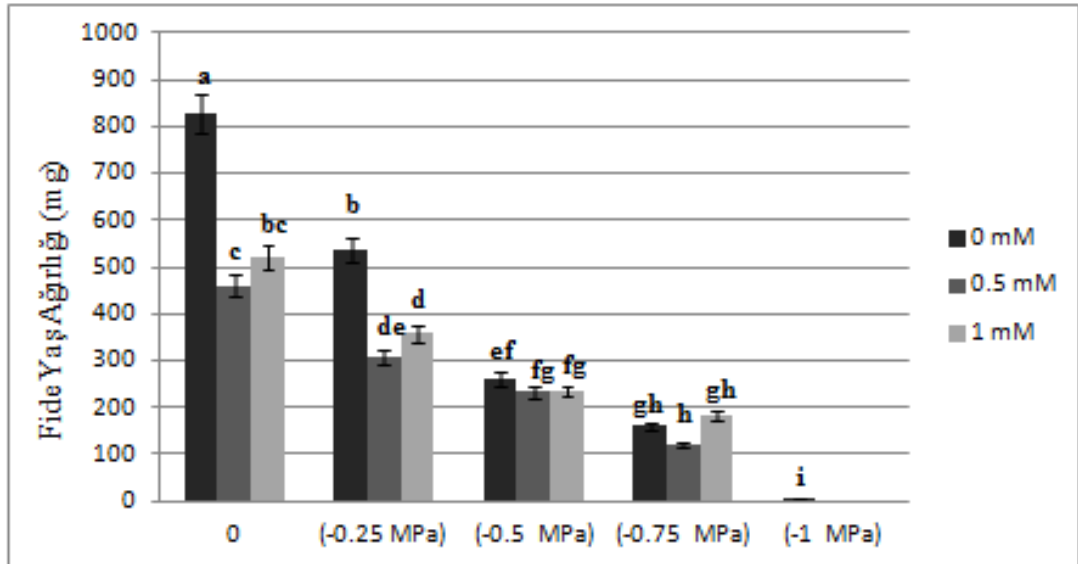
Çizelge 4.28 incelendiğinde genotiplerin genel ortalamalarına göre, en yüksek fide yaş ağırlığına Empire Plus genotipi sahip olmuştur. Ancak bu özellik için genotipler arasında istatistiksel olarak farklılık oluşmamıştır.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek fide yaş ağırlığı değerine Empire Plus genotipine 0 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer DZ 17-1 genotipinin 0.5 mM SA uygulamasında elde edilmiştir. Ancak bu özellik için genotiplere uygulanan salisilik asit dozlarında istatistiksel olarak farklılık oluşmamıştır.

Kuraklık stresine maruz kalan genotiplerin ortalama fide yaş ağırlığına göre en yüksek değer DZ17-1 genotipinin kontrol koşulunda belirlenirken, en düşük değer Empire plus genotipin -1 MPa PEG 6000 uygulamasında belirlenmiştir.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek fide yaş ağırlığı (871.7 mg) 0 mM SA + 0 MPa PEG 6000 uygulamasında Empire Plus genotipinde elde edilirken, en düşük değer DZ17-1 genotipine 0 mM SA + -1 MPa PEG 6000 uygulaması hariç DZ17-1 ve Empire plus genotipinin -1 MPa PEG 6000 uygulamasında elde edilmiştir.

PEG 6000 koşullarında salisilik asit uygulamasının fide yaş ağırlığı özelliği üzerine olan etkileri farklılık göstermiştir (Şekil 4.14). En yüksek kök uzunluğu 0 MPa PEG 6000 +0 mM SA kombinasyonunda belirlenirken en düşük değer -1 MPa PEG 6000 + 0.5 mM SA ve 1 mM SA'da belirlenmiştir.



Şekil 4.14: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın fide yaş ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler

Fide yaş ağırlığında kuraklık uygulamaları artıkça azalma meydana geldiği gözlemlenmiştir. Sayar ve ark. (2010) ve Španic ve ark. (2017), benzer olarak buğday genotiplerinin fide yaş ağırlığının ozmotik stresin artmasıyla azaldığını bildirmişlerdir. Salisilik asit dozları stres koşullarında benzer sonuçlar vermiştir. Salisilik asit dozlarına kıyasla kontrol koşullarında daha yüksek fide yaş ağırlığı değerleri elde edilmiştir.

4.2.6. Kök kuru ağırlığı

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının değişen oranlardaki PEG 6000'le oluşturulan kuraklık stresi koşullarındaki kök kuru ağırlığına etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	0.00669	10.8313**
Salisilik asit (SA)	2	0.001164	0.9424öd
PEG 6000 dozu (PEG)	4	0.211006	85.4045***
G × SA	2	0.000723	0.5855öd
G × PEG	4	0.0043	1.7404öd
SA × PEG	8	0.010537	2.1323*
G × SA × PEG	8	0.010409	2.1066*
Hata	90	0.05559	
VK (%)	25		

*, **, *** sırasıyla % 5, % 1, % 0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Genotipler arası farklılıklar $P < 0.01$ düzeyinde, PEG dozları arasında $P < 0.001$ düzeyinde, SA × PEG, G × SA × PEG interaksiyonları için $P < 0.05$ düzeyinde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök kuru ağırlığına ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin kök kuru ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Kuraklık stresi (MPa)					Ortalama
		0	-0.25	-0.50	-0.75	-1	
DZ17-1	0	52.4f-i	178.2a	126.7cd	84.0ef	45.8ghi	97.4
	0.5	57.5f-i	122.5cd	135.6bcd	86.8ef	29.7i	86.4
	1	45.3ghi	140.7bcd	108.5de	116.2de	30.8hi	88.3
Empire Plus	0	68.0fg	143.3a-d	126.2cd	133.2bcd	66.0fg	107.3
	0.5	33.2ghi	155.7abc	177.1a	109.3de	64.8fgh	108.0
	1	41.8g-i	161.7ab	127.2bcd	117.7de	59.5f-i	101.6
DZ17-1 ortalaması		51.7	147.1	123.6	95.7	35.4	90.7 ^b
Empire Plus ortalaması		47.7	153.6	143.5	120.0	63.4	105.6 ^a
Genel ortalama		49.7 ^D	150.3 ^A	133.5 ^B	107.9 ^C	49.4 ^D	98.2
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		102.4		97.2		94.9	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

Çizelge 4.30 incelendiğinde genotiplerin genel ortalamalarına göre, en yüksek kök kuru ağırlığına Empire Plus genotipi sahip olmuştur.

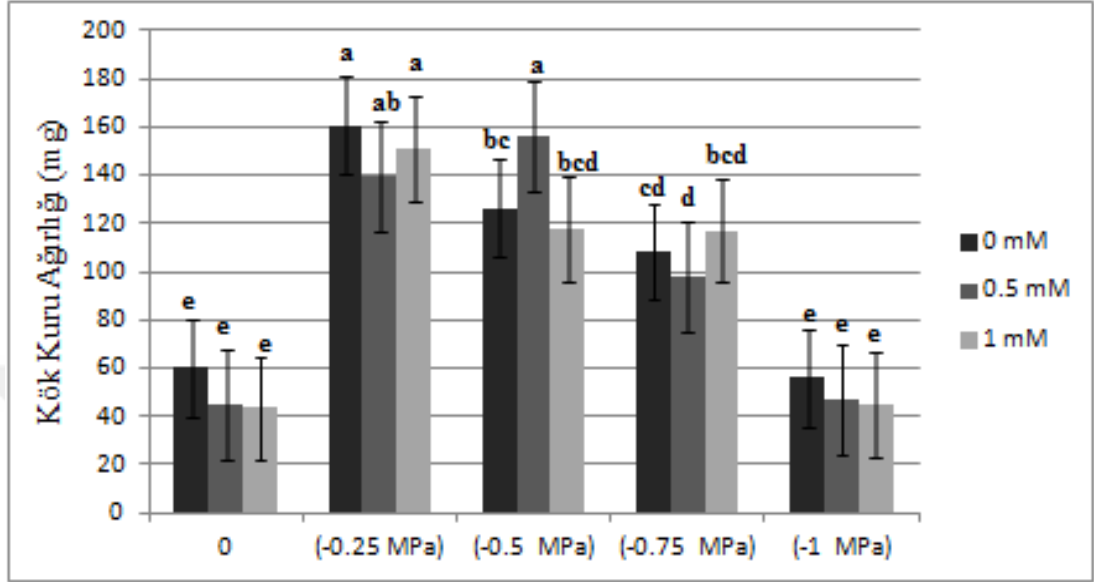
Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek kök kuru ağırlığı değerine Empire Plus genotipine 0.5 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer DZ 17-1 genotipinin 0.5 mM SA uygulamasında elde edilmiştir. Ancak genotip ve SA uygulamalar arasında istatistiksel farklılık oluşmamıştır.

Kuraklık stresine maruz kalan genotiplerin ortalama kök kuru ağırlığına göre en yüksek değer Empire plus genotipinin -0.25 MPa PEG 6000 koşulunda belirlenirken, en düşük değer DZ17-1 genotipin -1 MPa PEG 6000 uygulamasında belirlenmiştir. Ancak genotip ve PEG 6000 uygulamaları arasında istatistiksel farklılık oluşmamıştır.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek kök kuru ağırlığına (178.2 mg) 0 mM SA + -0.25 MPa PEG 6000 uygulamasında DZ17-1 genotipinde elde edilirken, en düşük değer 0.5 mM SA + -1 MPa PEG 6000 uygulamasında DZ17-1 genotipinde elde edilmiştir.

PEG 6000 koşullarında salisilik asit uygulamasının kök kuru ağırlığı özelliği üzerine olan etkileri farklılık göstermiştir (Şekil 4.15). En yüksek kök uzunluğu -0.25

MPa PEG 6000 +0 mM SA kombinasyonunda belirlenirken en düşük değer -1 MPa PEG 6000 + 1 mM SA'da belirlenmiştir.



şekil 4.15: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın kık kuru ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler

Kık kuru ağırlığı değeri kontrol ve -1 MPa PEG 6000 uygulamasında benzer olmasına rağmen -0.25, -0.5, -0.75 MPa 6000 uygulamasında kontrole gık daha yıksek değerler elde edildiği gıkrlmüştür. Chachar ve ark. (2014) ve Molla ve ark. (2019) artan kuraklık stresi ile kık kuru ağırlığının azalan bir eğilim gıksterdiğini rapor etmişlerdir. Araştırmamızda bazı SA uygulamalarının kontrol koşullarına gık daha yıksek değere sahip olduğu gıkrlmüştür. Maghsoudi ve Arvin (2010) kuraklık stresinin kık kuru ağırlığında etkisinin olmadığını ancak SA uygulamasının kık kuru ağırlığını arttırdığını bildirmişlerdir.

4.2.7. Fide kuru ağırlığı

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının değişen oranlardaki PEG 6000'le oluşturulan kuraklık stresi koşullarındaki fide kuru ağırlığına etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; salisilik asit, PEG dozları arası farklılıklar $P < 0.001$ seviyesinde, SA \times PEG interteraksiyonu $P < 0.01$, G \times SA \times PEG interaksiyonu için $P < 0.05$ düzeyinde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.31: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	0.00003371	0.1621öd
Salisilik asit (SA)	2	0.00561778	13.5094***
PEG 6000 dozu (PEG)	4	0.13089061	157.3803***
G \times SA	2	0.00041918	1.008öd
G \times PEG	4	0.00058274	0.7007öd
SA \times PEG	8	0.00683267	4.1077**
G \times SA \times PEG	8	0.0043637	2.6234*
Hata	90	0.01871288	
VK (%)	26		

*,**,*** sırasıyla % 5, % 1, % 0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.32 incelendiğinde genotiplerin genel ortalamalarına göre, en yüksek fide kuru ağırlığına DZ 17-1 genotipi sahip olmuştur. Ancak bu özellik için genotipler arasında istatistiksel olarak farklılık oluşmamıştır.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek fide kuru ağırlığı değerine Empire plus genotipine 0 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer DZ 17-1 genotipinin 1 mM SA uygulamasında elde edilmiştir. Ancak bu özellik için genotip ve salisilik asit dozları arasında istatistiksel olarak farklılık oluşmamıştır.

Kuraklık stresine maruz kalan genotiplerin ortalama fide yaşı ağırlığına göre en yüksek değer DZ17-1 genotipinin kontrol koşulunda belirlenirken, en düşük değer Empire plus genotipin -1 MPa PEG 6000 uygulamasında belirlenmiştir.

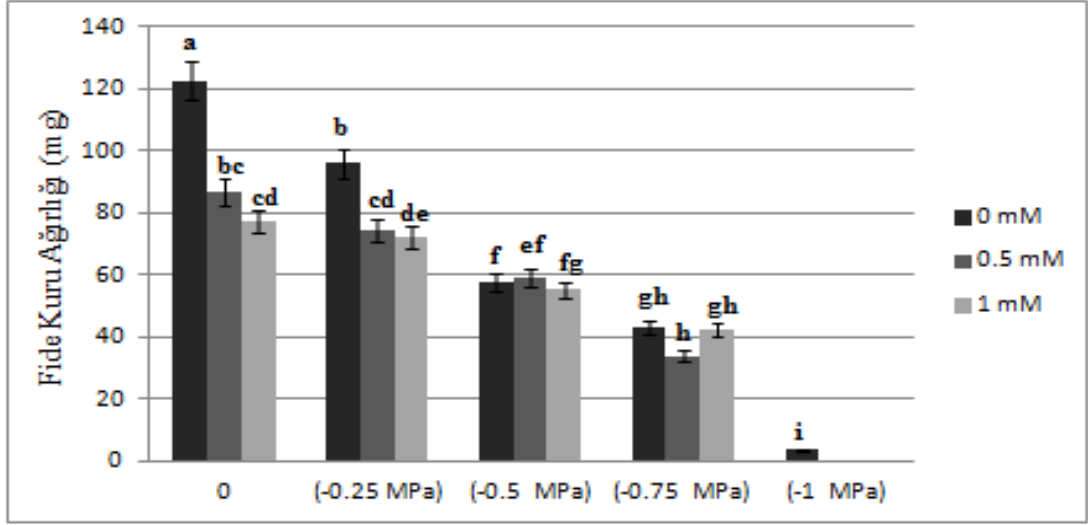
Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek fide yaşı ağırlığı (136.5 mg) 0 mM SA + 0 MPa PEG 6000 uygulamasında Empire Plus genotipinde elde edilirken, en düşük değer DZ17-1 genotipine 0 mM SA + -1 MPa PEG 6000 uygulaması hariç DZ17-1 ve Empire plus genotipinin -1 MPa PEG 6000 uygulamasında elde edilmiştir.

Çizelge 4.32: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin fide kuru ağırlığına (mg) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Kuraklık stresi (MPa)					Ortalama
		0	-0.25	-0.50	-0.75	-1	
DZ17-1	0	108.6b	98.5bc	60.8f-i	39.3jkl	0.007m	62.8
	0.5	105.6b	67.8e-h	61.4e-i	33.6l	0.0m	53.7
	1	81.3c-e	68.6e-h	56.9g-j	41.5 i-l	0.0m	49.7
Empire Plus	0	136.5a	93.7bcd	54.0h-k	46.7i-l	0.0m	66.2
	0.5	68.0e-h	81.0c-f	56.3g-j	34.0kl	0.0m	47.8
	1	73.3e-h	75.6d-g	53.3h-l	42.9i-l	0.0m	49.0
DZ17-1 ortalaması		98.5	78.3	59.7	38.1	0.002	55.4
Empire Plus ortalaması		92.6	83.4	54.5	41.2	0.0	54.4
Genel ortalama		95.5 ^A	80.9 ^B	57.1 ^C	39.6 ^D	0.001 ^E	54.9
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		64.5a		50.8b		49.3b	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

PEG 6000 koşullarında salisilik asit uygulamasının fide kuru ağırlığı özelliği üzerine olan etkileri farklılık göstermiştir (Şekil 4.16). En yüksek kök uzunluğu 0 MPa PEG 6000 +0 mM SA kombinasyonunda belirlenirken en düşük değer -1 MPa PEG 6000 + 0.5 mM SA ve 1 mM SA'da belirlenmiştir.



Şekil 4.16: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın fide kuru ağırlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler

Kuraklık stresi koşullarında fide kuru ağırlığı değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Islam ve ark. (2018), çeltik genotiplerinde artan PEG 6000 kaynaklı stres koşullarında fide kuru ağırlığının azalması meydana geldiğini bildirmiştir. Rana ve ark. (2017), fide kuru ağırlığı için stres tolerans indekslerine dayalı olarak buğday genotipleri arasında büyük bir fark oluştuğunu bildirmişlerdir. Araştırmada SA etkisinin fide kök ağırlığı özelliği için benzer olduğu görülmüştür. Maghsoudi ve Arvin (2010) kuraklık stresinin fide kuru ağırlığında azalmaya neden olduğunu ancak artan SA uygulamasının fide kuru ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir.

4.2.8. Çimlenme hızı

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının değişen oranlardaki PEG 6000'le oluşturulan kuraklık stresi koşullarındaki çimlenme hızına etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; Genotipler arası farklılıklar $P < 0.001$, PEG, $G \times SA$ interaksyonu $P < 0.01$ düzeyinde, $SA \times PEG$ interaksyonu için $P < 0.05$ düzeyinde önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.33: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme hızına ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	2868.148	19.7216***
Salisilik asit (SA)	2	142.963	0.4915öd
PEG 6000 dozu (PEG)	4	3416.296	5.8727**
G × SA	2	2494.074	8.5747**
G × PEG	4	361.4815	0.6214öd
SA × PEG	8	2945.926	2.532*
G × SA × PEG	8	920.7407	0.7914öd
Hata	90	13088.89	
VK (%)	17		

*,**,*** sırasıyla % 5, % 1, % 0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.34'te verilmiştir.

Çizelge 4.34: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme hızına (%) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Kuraklık stresi (MPa)					Ortalama
		0	-0.25	-0.50	-0.75	-1	
DZ17-1	0	73.3	80.0	68.3	68.3	53.3	68.7 ^{BC}
	0.5	80.0	78.3	85.0	86.7	75.0	81.0 ^A
	1	61.7	71.7	81.7	78.3	70.0	72.7 ^B
Empire Plus	0	81.7	75.0	70.0	68.3	55.0	70.0 ^{BC}
	0.5	53.3	68.3	75.0	56.7	46.7	60.0 ^D
	1	50.0	71.7	68.3	63.3	61.7	63.0 ^{CD}
DZ17-1 ortalaması		71.7	76.7	78.3	77.8	66.1	74.1 ^a
Empire Plus ortalaması		61.7	71.7	71.1	62.8	54.4	64.3 ^b
Genel ortalama		66.7 ^{BC}	74.2 ^A	74.7 ^A	70.3 ^{AB}	60.3 ^C	69.2
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		69.3		70.5		67.8	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

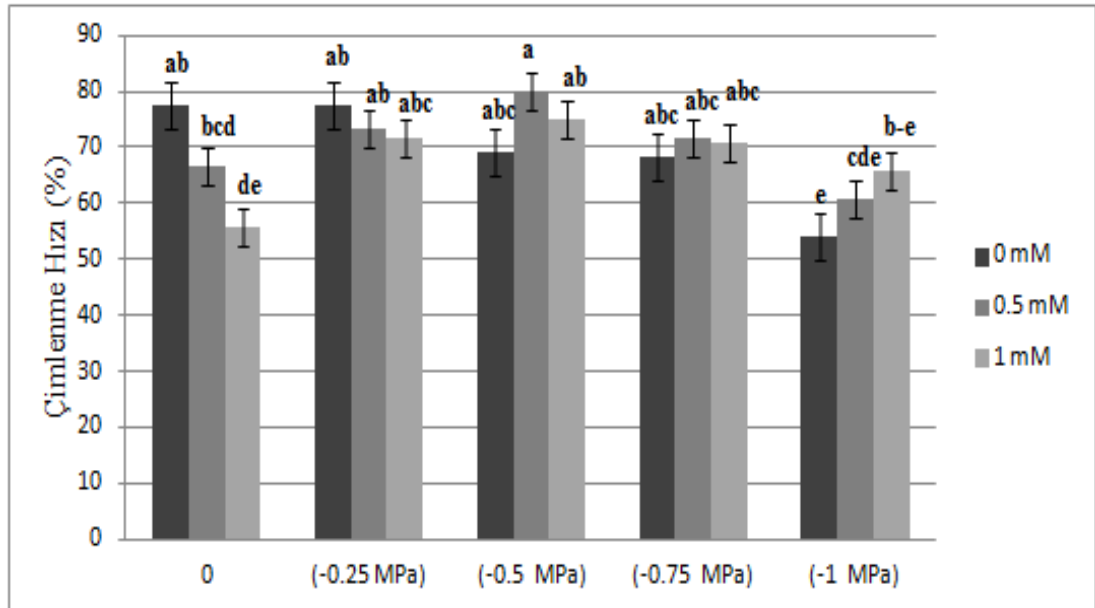
Çizelge 4.34 incelendiğinde genotiplerin genel ortalamalarına göre, en yüksek çimlenme hızına DZ 17-1 genotipi sahip olmuştur.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek çimlenme hızı değerine DZ 17-1 genotipine 0.5 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer Empire plus genotipinin 0.5 mM SA uygulamasında elde edilmiştir.

Kuraklık stresine maruz kalan genotiplerin ortalama çimlenme hızına göre en yüksek değer DZ17-1 genotipinin -0.50 MPa PEG 6000 koşulunda belirlenirken, en düşük değer Empire Plus genotipin -1 MPa PEG 6000 uygulamasında belirlenmiştir. Ancak genotip ve PEG uygulamaları arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır.

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek çimlenme hızı (% 86.7 mm) 0.5 mM SA + -0.75 MPa PEG 6000 uygulamasında DZ17-1 genotipinde elde edilirken, en düşük değer 0.5 mM SA + -1 MPa PEG 6000 uygulamasında Empire plus genotipinde elde edilmiştir.

PEG 6000 koşullarında salisilik asit uygulamasının koleoptil uzunluğu özelliği üzerine olan etkileri farklılık göstermiştir (Şekil 4.17). En yüksek kök uzunluğu -0.50 MPa PEG 6000 +0.5 mM SA kombinasyonunda belirlenirken en düşük değer -1 MPa PEG 6000 + 0 mM SA'da belirlenmiştir.



Şekil 4.17: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın çimlenme hızında meydana getirdiği etkiler

Çimlenme hızı özelliği kontrol ve -1 MPa PEG 6000 istatistiki olarak benzer değerlere sahip olmasına rağmen -0.25, -0.5, -0.75 MPa PEG 6000 koşullarında artış göstermiştir. SA uygulaması özellikle -0.25 MPa PEG 6000 koşullarında etkisini gösterdiği görülmüştür. Yüksek kuraklık stres koşullarında SA uygulamasının çimlenme hızını artırıcı etkiye sahip olduğu görülmüştür. Çalışmamıza benzer olarak

Maghsoudi ve Arvin (2010) SA uygulamasının çimlenme hızını arttırdığını bildirmiştir.

4.2.9. Çimlenme gücü

Ekmeklik buğday genotiplerine uygulanan farklı salisilik asit uygulamalarının değişen oranlardaki PEG 6000'le oluşturulan kuraklık stresi koşullarındaki çimlenme gücüne etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.35'de verilmiştir.

Genotipler, PEG dozları arasında $P < 0.001$ düzeyinde, $G \times SA$ interaksyonu $P < 0.05$ düzeyinde, $G \times SA \times PEG$ interaksyonu için $P < 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli farkların olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.35: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme gücüne ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Kareler Toplamı	F değeri
Genotip (G)	1	2868.148	20.8172***
Salisilik asit (SA)	2	767.4074	2.7849öd
PEG 6000 dozu (PEG)	4	7968.148	14.4583***
$G \times SA$	2	1327.407	4.8172*
$G \times PEG$	4	565.1852	1.0255öd
$SA \times PEG$	8	3502.963	3.1781**
$G \times SA \times PEG$	8	1617.037	1.4671öd
Hata	90	12400	
VK (%)	15		

*, **, *** sırasıyla %5, %1, %0.1 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin koleoptil uzunluğuna ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.36. incelendiğinde genotiplerin genel ortalamalarına göre, en yüksek çimlenme gücüne DZ 17-1 genotipi sahip olmuştur.

Genotiplere SA uygulamasına göre, en yüksek koleoptil uzunluğu değerine DZ 17-1 genotipine 0.5 mM SA uygulamasında görülürken en düşük değer Empire Plus genotipinin 0.5 mM SA uygulamasında elde edilmiştir.

Kuraklık stresine maruz kalan genotiplerin ortalama çimlenme gücüne göre en yüksek değer DZ17-1 genotipinin -0.25 ve -0.5 MPa PEG 6000 koşullarında

belirlenirken, en düşük değer Empire plus genotipin -1 MPa PEG 6000 uygulamasında belirlenmiştir.

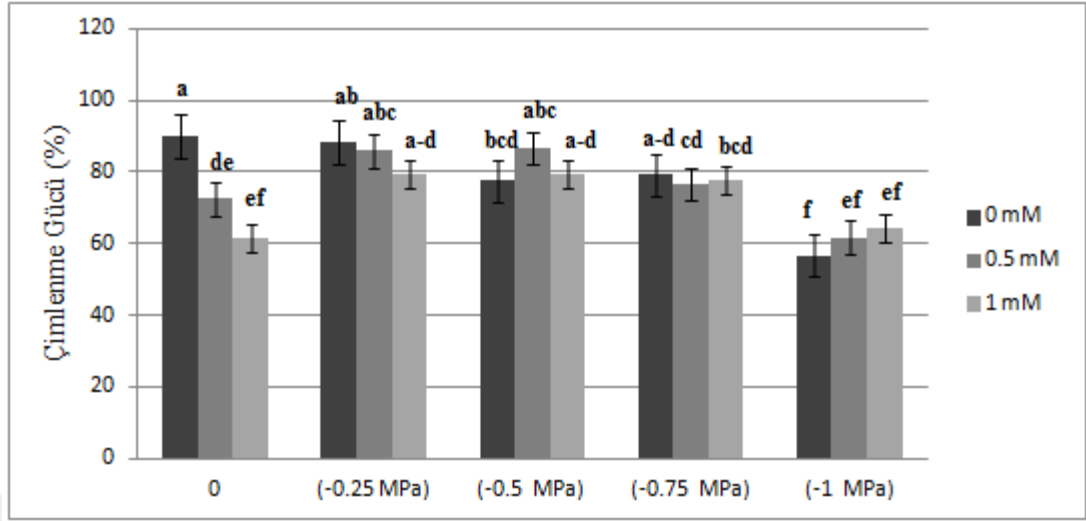
Çizelge 4.36: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulanan ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme gücüne (%) ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Genotip	Salisilik asit dozu (mM)	Kuraklık stresi (MPa)					Ortalama
		0	-0.25	-0.50	-0.75	-1	
DZ17-1	0	86.7	91.7	81.7	80.0	58.3	79.7 ^{AB}
	0.5	90.0	86.7	90.0	86.7	76.7	86.0 ^A
	1	66.7	78.3	85.0	81.7	70.0	76.3 ^B
Empire Plus	0	93.3	85.0	73.3	78.3	55.0	77.0 ^B
	0.5	55.0	85.0	83.3	66.7	46.7	67.3 ^C
	1	56.7	80.0	73.3	73.3	58.3	68.3 ^C
DZ17-1 ortalaması		81.1	85.6	85.6	82.8	68.3	80.7 ^a
Empire Plus ortalaması		68.3	83.3	76.7	72.8	53.3	70.9 ^b
Genel ortalama		74.7 ^B	84.4 ^A	81.1 ^{AB}	77.8 ^{AB}	60.8 ^C	75.8
Salisilik asit		0 mM		0.5 mM		1mM	
		78.3		76.6		72.3	

Aynı harfe sahip olan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir

Genotip ve uygulamalar ortalamasına göre en yüksek çimlenme gücü (% 93.3) 0 mM SA + 0 MPa PEG 6000 uygulamasında Empire plus genotipine elde edilirken, en düşük değer (% 46.7) 0.5 mM SA + -1 MPa PEG 6000 uygulamasında Empire Plus genotipinde elde edilmiştir.

PEG 6000 koşullarında salisilik asit uygulamasının çimlenme gücü özelliği üzerine olan etkileri farklılık göstermiştir (Şekil 4.18). En yüksek kök uzunluğu 0MPa PEG 6000 +0 mM SA kombinasyonunda belirlenirken en düşük değer -1 MPa PEG 6000 + 0 mM SA'da belirlenmiştir.



Şekil 4.18: Salisilik asit ve PEG 6000 uygulamasının ekmeklik buğdayın çimlenme gücü üzerinde meydana getirdiği etkiler

Kontrol koşullarına kıyasla -0.25, -0.5, -0.75 MPa PEG 6000 koşullarında çimlenme gücü değerleri istatistiksel olarak benzerlik göstermesine rağmen artış göstermiştir. SA uygulaması özellikle -0.25 MPa PEG 6000 koşullarından itibaren etkisini gösterdiği görülmüştür. Yüksek kuraklık stres koşullarında SA uygulamasının çimlenme gücünü artırıcı etkiye sahip olduğu görülmüştür. Maghsoudi ve Arvin (2010) kuraklık stresinin çimlenme gücünde azalmaya neden olduğunu ancak artan SA uygulamasının çimlenme gücünü arttırdığını bildirmişlerdir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Mevcut araştırma çimlenme ve erken fide döneminde DZ17-1 ileri ekmeklik hattı ve Empire Plus ekmeklik buğday çeşitlerinin tohumlarına 0 (kontrol) 0.5 mM ve 1 mM salisilik asit uygulamasının tuz ve kuraklık stresi koşullarında koleoptil uzunluğu, fide boyu kök yaş ve kuru ağırlıkları, fide yaş ve kuru ağırlıkları, çimlenme hızı ve çimlenme gücü özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Tuz stresi koşullarında; incelenen tüm özellikler yönünden genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Salisilik asit uygulamaları arasındaki farklılıklar fide boyu ve fide kuru ağırlığı özellikleri hariç tüm özelliklerde önemli farklılıklar oluşmuştur. Tuz stresi incelenen tüm özellikler üzerinde önemli farklılıklar meydana gelmiştir. $G \times SA$ interaksyonu bakımında koleoptil uzunluğu, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve fide yaş ağırlığı özellikleri yönünden istatistikî olarak önemli farklar oluşturmuştur. $G \times T$ interaksyonu fide kök ağırlığı özelliği hariç tüm özellikler için önemli düzeyde farklılıklar oluşturduğu görülmüştür. $SA \times T$ interaksyonunda sadece kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı özellikleri için istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. $G \times SA \times T$ interaksyonu koleoptil uzunluğu, kök yaş ağırlığı, fide yaş ağırlığı, çimlenme hızı özellikleri açısından önemli farklılıkların olduğu görülmüştür.

Tuz stresi koşullarında incelenen tüm özellikler yönünden DZ17-7 genotipi Empire Plus çeşidine kıyasla tuz stresine daha toleraslı olduğu görülmüştür. Tuz stresindeki artış incelenen tüm özelliklerde önemli derecede azalmalara neden olduğu görülmüştür. DZ17-1 genotipine 1m M salisilik asit uygulanması koleoptil uzunluğu, kök uzunluğunu, kök yaş ağırlığı ve fide yaş ağırlığı özellikleri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Empire Plus çeşidinde ise 1m M salisilik asit uygulanması sadece kök yaş ağırlığı artırıcı etkiye yol açtığı görülmüştür. Artan tuz stresi koşullarında 1 mM salisilik asit kök uzunluğunu artırmada olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Kuraklık stresi (PEG 6000) koşullarında; genotipler arasındaki farklılıklar fide yaş ve fide kuru ağırlığı özellikleri hariç incelenen tüm özellikler yönünden

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Salisilik asit uygulamaları arasındaki farklılıklar yalnızca kök yaş ağırlığı, fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlığı yönünden önemli farklılıklar oluşmuştur. PEG 6000 dozları arasındaki farklılıklar incelenen tüm özellikler yönünden önemli farklılıklar meydana getirmiştir. $G \times SA$ interaksyonu koleoptil uzunluğu, kök uzunluğu, fide boyu, çimlenme hızı ve çimlenme gücü özellikleri üzerine istatistikî olarak önemli farklar oluşturmuştur. $G \times T$ interaksyonu bakımından sadece koleoptil uzunluğu, kök uzunluğu, fide boyu özellikleri yönünden önemli farklılıklar oluştuğu görülmüştür. $SA \times T$ interaksyonu yönünden incelenen tüm özellikleri yönünden istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. $G \times SA \times T$ interaksyonu bakımından koleoptil uzunluğu, kök uzunluğu, fide boyu, kök kuru ağırlığı ve fide kuru ağırlığı özellikleri açısından önemli farklılıkların oluştuğu görülmüştür.

PEG 6000 koşullarında incelenen tüm özellikler yönünden Empire Plus çeşidi DZ17-7 genotipine kıyasla kuraklık stresine daha toleranslı olduğu görülmüştür. PEG 6000 uygulamasındaki artış incelenen tüm özelliklerde önemli azalmalara neden olduğu görülmüştür. Empire Plus genotipine 0.5 mM SA uygulanması fide boyu özellikleri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. DZ17-1 genotipine 0.5 mM SA uygulaması çimlenme hızını ve çimlenme gücünü artırıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. SA uygulamasının yüksek kuraklık stresinde (-1 MPa) çimlenme hızı ve çimlenme gücü özellikleri hariç diğer özelliklerin iyileştirmesinde olumlu etkiye sahip olmadığı görülmüştür.

Araştırmamızda kuraklık ve tuz stresine genotiplerin verdiği yanıtların farklı olduğu tuz stresinde DZ17-7 ve kuraklık stresinde Empire Plus çeşidinin daha toleranslı olduğu görülmüştür. Genotiplerin tuz stresine göre kuraklık stresinden daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Tuz stresi koşullarında tohumlara 1 mM SA uygulaması bazı özellikler için iyileştirici etkiye sahip olurken kuraklık koşullarında sadece 0.5 mM SA uygulaması çimlenme hızı ve çimlenme gücünü artırıcı etkiye sahip olmuştur.

Çalışmada SA'nın abiyotik stres koşullarında olumlu etkiler göstereceği, SA'nın bitkilerin stres toleransını sağlamadaki rolünün açıklığa kavuşturulması için daha ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abbas, G., Saqib, M., Rafique, Qur-Rahman, M. A., Akhtar, J., Ul- Haq, M. A., & Nasim, M. (2013). “Effect of salinity on grain yield and grain quality of wheat (*Triticum aestivum* L.)”. *Pakistan J. Agric. Res. Cilt.* 50, 185–189.
- Abhinandan, K., Skori, L., Stanic, M., Hickerson, N., Jamshed, M., & Samuel, M. A. (2018). “Abiotic stress signaling in wheat—an inclusive overview of hormonal interactions during abiotic stress responses in wheat”. *Front. Plant Sci. Cilt.* 9, 734.
- Acquaah, G. (2007). *Principles of Plant Genetics and Breeding*. (2nd Edn.). Oxford: Blackwell.
- Agarwal, S., Sairam, R. K., Srivastava, G. C., & Meena, R. C. (2005a). “Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes”. *Biol. Plant. Cilt.* 49. Sayı. 4, 541–550.
- Agarwal, S., Sairam, R. K., Srivastava, G. C., Tyagi, A., & Meena, R. C. (2005b). “Role of ABA, salicylic acid, calcium and hydrogen peroxide on antioxidant enzymes induction in wheat seedlings”. *Plant Sci. Cilt.* 169. Sayı. 3, 559–570.
- Ali, A., Basra, S. M. A., Ahmad, R., & Wahid, A. (2009). “Optimizing silicon application to improve salinity tolerance in wheat”. *Soil Environ. Cilt.* 28. Sayı. 2, 136–144.
- Almansouri, M., Kinet, J. M., & Lutts, S. (2001). “Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.)”. *Plant and Soil. Cilt.* 231. Sayı. 2, 243-254.
- Arfan, M., Athar, H. R., & Ashraf, M. (2007). “Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress?”. *Journal of plant physiology. Cilt.* 164. Sayı. 6, 685-694.
- Arif, Y., Singh, P., Siddiqui, H., Bajguz, A., & Hayat, S. (2020). “Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: an omic approach towards salt stress tolerance”. *Plant Physiol. Biochem. Cilt.* 156, 64–77.
- Arora, N. K. (2019). “Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions”. *Environ. Sustain. Cilt.* 2, 95–96.
- Arzani, A., & Ashraf, M. (2016). “Smart engineering of genetic resources for enhanced salinity tolerance in crop plants”. *Critic. Rev. Plant Sci. Cilt.* 35. Sayı. 3, 146–189.

- Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R. P., Lobell, D. B., & Cammarano, D. (2015). “Rising temperatures reduce global wheat production”. *Nat. Clim. Change*. Cilt. 5. Sayı. 2, 143–147.
- Azeem, M., Qasim, M., Sultana, R., Adnan, M. Y., & Ali, H. (2019). “Salicylic acid seed priming modulates some biochemical parameters to improve germination and seedling growth of salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.)”. *Pak. J. Bot.* Cilt. 51. Sayı. 2, 385-391.
- Bahrani, A., & Pourreza, J. (2012). “Gibberellic acid and salicylic acid effects on seed germination and seedlings growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress condition”. *World Applied Science Journal*. Cilt. 18. Sayı. 5, 633-641.
- Baloch, M. J., Dunwell, J., Khakwani, A. A., Dennett, M., Jatoi, W. A., & Channa, S. A. (2012). “Assessment of wheat cultivars for drought tolerance via osmotic stress imposed at early seedling growth stages”. *Journal of Agricultural Research*. Cilt. 50. Sayı. 3, 299-310.
- Bayoumi, T. Y., Manal, H. E., & Metwali, E. M. (2008). “Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes”. *African J. Biotechnol.* Cilt. 7. Sayı. 14, 2341-2352.
- Bernardi, M. (2011). “Understanding user needs for climate services in agriculture”. *Wmo Bull.* Cilt. 60. Sayı. 2, 1-6.
- Çanakçı, S., & Munzuroğlu, Ö. (2007). “Effects of acetylsalicylic acid on germination, growth and chlorophyll amounts of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seeds”. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. Cilt. 10. Sayı. 17, 2930-2934.
- Çavuşoğlu, K., Tepe, B., & Kiliç, S. (2014). “Effects of salicylic acid pretreatment on the seed germination, seedling growth and leaf anatomy of barley under saline conditions”. *Cereal Research Communications*. Cilt. 42. Sayı. 2, 229-238.
- Deef, H. E. (2007). “Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*”. *Advanced in Biological Research*. Cilt. 1. Sayı. 1-2, 40-48.
- Dilday, R. H., Mgonja, M. A., Amonsilpam, S. A. Collins, F. C., & Wells, B. R. (1990). “Plant height vs. mesocotyl and coleoptile elongation in rice: Linkage or pleiotropism?”. *Crop Sci.* Cilt. 30. Sayı. 4, 815-818.
- Dolatabadian, A., Modarres Sanavy, S. A. M., & Sharifi, M. (2009). “Effect of salicylic acid and salt on wheat seed germination”. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science*, Cilt. 59. Sayı. 5, 456-464.
- Duan, H., Zhu, Y., Li, J., Ding, W., Wang, H., Jiang, L., & Zhou, Y. (2017). “Effects of drought stress on growth and development of wheat seedlings”. *International journal of agriculture and biology*. Cilt. 19. Sayı. 5, 1119-1124.

- El Sabagh, A., Hossain, A., Islam, M. S., Barutcular, C., Hussain, S., Hasanuzzaman, M., & Kizilgeci, F. (2019). “Drought and salinity stresses in barley: consequences and mitigation strategies”. *Austral. J. Crop Sci. Cilt.* 13. Sayı. 6, 810-820.
- El-Shawy, E. E., El Sabagh, A., Mansour, M., & Barutcular, C. (2017). “A comparative study for drought tolerance and yield stability in different genotypes of barley (*Hordeum vulgare* L.)”. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. Cilt.* 5. Sayı. 2, 151-162
- El-Hendawy, S., Elshafei, A., Al-Suhaibani, N., Alotabi, M., Hassan, W., & Dewir, Y. H. (2019). “Assessment of the salt tolerance of wheat genotypes during the germination stage based on germination ability parameters and associated SSR markers”. *J. Plant Interact. Cilt.* 14. Sayı. 1, 151–163.
- El-Tayeb, M. A. (2005). “Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant growth regulation. Cilt.* 45. Sayı. 3, 215-224.
- Fardus, J., Matin, M. A., Hasanuzzaman, M., Hossain, M. A., & Hasanuzzaman, M. (2018). “Salicylic acid-induced improvement in germination and growth parameters of wheat under salinity stress”. *J. Anim. Plant Sci. Cilt.* 28. Sayı. 1, 197-207.
- Farooq, M., Bramley, H., Palta, J. A., & Siddique, K. H. (2011). “Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases”. *Critical Review of Plant Science. Cilt.* 30. Sayı. 6, 491-507.
- Farooq, M., Basra, S. M. A., Wahid, A., Ahmad, N., & Saleem, B. A. (2009). “Improving the drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid”. *Journal of Agronomy and Crop Science. Cilt.* 195. Sayı. 4, 237-246.
- Fateh, E., Jiraii, M., Shahbazi, S., & Jashni, R. (2012). “Effect of salicylic acid and seed weight on germination of wheat (cv. BC ROSHAN) under different levels of osmotic stress”. *European Journal of Experimental Biology. Cilt.* 2. Sayı. 5, 1680-1684.
- Fayez, K. A., & Bazaid, S. A. (2014). “Improving drought and salinity tolerance in barley by application of salicylic acid and potassium nitrate”. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. Cilt.* 13. Sayı. 1, 45-55.
- FAO (2009). High Level Expert Forum-How to Feed the World in 2050. Economic and Social Development. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). Pulses: Nutritious Seeds for a Sustainable Future. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Frank, A. B., Bauer, A., & Black, A. I. (1987). “Effects of air temperature and water stress on apex development in spring wheat”. *Crop Sci. Cilt.* 27. Sayı. 1, 113–116.
- Fuller, M. P., Hamza, J. H., Rihan, H. Z., & Al-Issawi, M., (2012). “Germination of primed seed under NaCl stress in wheat”. *ISRN Botany*. Article ID 167804.
- Ghafoor, M. F., Ali, Q., & Malik, A. (2020). “Effects of salicylic acid priming for salt stress tolerance in wheat”. *Biological and Clinical Sciences Research Journal*. Cilt. 2020. Sayı. 1, 24.
- Ghorbani Javid, M., Sorooshzadeh, A., Moradi, F., Modarres Sanavy, S.A.M., & Allahdadi, I. (2011). “The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants”. *Australian Journal of Crop Science*. Cilt. 5. Sayı. 6, 726–734.
- Giraldo, P., Benavente, E., Manzano-Agugliaro, F., & Gimenez, E. (2019). “Worldwide research trends on wheat and barley: a bibliometric comparative analysis”. *Agronomy*. Cilt. 9. Sayı. 7, 352.
- Grieve, C. M., Francois, L. E., & Maas, E. V. (1994). “Salinity affects the timing of phasic development in spring wheat”. *Crop Sci. Cilt.* 34. Sayı. 6, 1544–1549.
- Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Bagci, E.G., & Cicek, N. (2007). “Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity”. *J. Plant Physiol. Cilt.* 164. Sayı. 6, 728–736.
- Hampson, C. R., & Simpson, G. M. (1990). “Effect of temperature, salt and osmotic potential on early growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). I. Germination”. *Canadian Journal of Botany. Cilt.* 68. Sayı. 3, 524-528.
- Hasanuzzaman, M., Alam, M., Rahman, A., Hasanuzzaman, M., Nahar, K., & Fujita, M. (2014). “Exogenous proline and glycine betaine mediated upregulation of antioxidant defense and glyoxalase systems provides beter protection against salt-induced oxidative stress in two rice (*Oryza sativa* L.) varieties”. *BioMed. Res. Int. Cilt.* 2014, 757219.
- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I., Diedhiou, A., & Djalante, R. (2018). Impacts of 1.5°C global warming on natural and human systems. – In: Global Warming of 1.5°C an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change. Chapter 3. Intergovernmental Panel on Climate Change. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) - Schlossplatz 1 - A-2361 Laxenburg, Austria. Available link: <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/15518>

- Hossain, A., Teixeira da Silva, J. A., Lozovskaya, M. V., Zvolinsky, V. P., & Mukhortov, V. I. (2012a). "High temperature combined with drought affect rainfed spring wheat and barley in south-eastern Russia: yield, relative performance and heat susceptibility index". *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. Cilt. 4. Sayı. 11, 184-196.
- Hossain, A., & Teixeira da Silva, J. A. (2012b). "Phenology, growth and yield of three wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties as affected by high temperature stress". *Notulae Scientia Biologicae*. Cilt. 4. Sayı. 3, 97-106.
- Ilyas, N., Gull, R., Mazhar, R., Saeed, M., Kanwal, S., Shabir, S., & Bibi, F. (2017). "Influence of salicylic acid and jasmonic acid on wheat under drought stress". *Communications in soil science and plant analysis*. Cilt. 48. Sayı 22, 2715-2723.
- Iqbal, M. A., Junaid, R., Wajid, N., Sabry, H., Yassir, K., & El Sabagh, A. (2021). "Rainfed winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars respond differently to integrated fertilization in Pakistan". *Fresenius Environ. Bull.* Cilt. 30. Sayı. 4, 3115–3121.
- Islam, M. M, Kayesh, E., Zaman, E., Urmi, T. A., & Haque, M. M. (2018). "Evaluation of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes for drought tolerance at germination and early seedling stage". *The Agriculturists*. Cilt. 16. Sayı. 1, 44-54.
- Iyem E., Yildirim, M., & Kizilgeci, F. (2020). "Comparative study on germination and seedling growth of wheat cultivars under salt stress regimes". *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*. Cilt. 4. Sayı. 4, 439-449.
- Iyem, E., Yıldırım, M., & Kizilgeci, F. (2021). "Germination, seedling growth and physio-biochemical indices of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under PEG induced drought stress". *Agriculture & Forestry/Poljoprivredai Sumarstvo*. Cilt. 67. Sayı. 1, 163-180.
- Jajarmi, V. (2009). "Effect of water stress on germination indices in seven wheat cultivars". *World Academy of Science, Eng. Technol.* Cilt. 49, 105-106.
- Janiak, A., Kwasniewski M., & Szarejko, I. (2015). "Gene expression regulation in roots under drought". *J. Exp. Bot.* Cilt. 67. Sayı. 4, 142–147.
- Joseph, B., Jini, D., & Sujatha, S. (2010). "Insight into role of exogenous salicylic acid on plants growth under salt environment". *Asian Journal of Crop Science*. Cilt. 2. Sayı. 4, 226–235.
- Kadioğlu, A. (2007). *Bitki Fizyolojisi* (5. Baskı). Trabzon: Esen ofset.

- Kafi, M., A. Nezami, H. Hosseini & A. Masoomi, (2005). "Physiological effects of PEG-induced waterstress on germination of lentil genotypes". *J. Agric. Res. Cilt.* 3, 69-79.
- Karlıdag, H., Yildirim, E., & Turan, M. (2009). "Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry". *Scientia Agricola. Cilt.* 66, 180-187.
- Kaya, A., Beker Akbulut, G., & Murathan, Z.T. (2016). *Meslek Yüksek Okulları için bitki fizyolojisi*. İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kaydan, D., Yagmur, M., & Okut, N. (2007). "Effects of salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.)". *Tarım Bilimleri Dergisi. Cilt.* 13. Sayı. 2, 114-119.
- Khajeh-Hosseini, M., Powell, A. A., & Bingham, I. J. (2003). The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soybean seeds". *Seed Science Technology. Cilt.* 31. Sayı. 3, 715-725.
- Khan, W., Prithiviraj, B., & Smith, D. L. (2003). "Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates". *J. Plant Physiol. Cilt.* 160. Sayı. 5, 485-492.
- Kizilgeci, F., Tazebay, N., Namlı, M., Albayrak, Ö., & Yıldırım, M. (2017). "The drought effect on seed germination and seedling growth in bread wheat (*Triticum aestivum* L.)". *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences. Cilt.* 1. Sayı. 1, 33-37.
- Kizilgeci, F., Mokhtari, N. E. P., & Hossain, A. (2020). "Growth and physiological traits of five bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes are influenced by different levels of salinity and drought stress". *Fresenius Environmental Bulletin. Cilt.* 29. Sayı. 9a, 8592-8599.
- Kizilgeci, F. (2021). "Diallel analysis of salinity tolerance at germination and the early seedling stage in bread wheat (*Triticum aestivum* L.)". *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. Cilt.* 25. Sayı. 1, 23-29.
- Kizilgeci, F., Yildirim, M., Islam, M. S., Ratnasekera, D., Iqbal, M. A., & Sabagh, A. E. (2021). "Normalized difference vegetation index and chlorophyll content for precision nitrogen management in durum wheat cultivars under semi-arid conditions". *Sustainability. Cilt.* 13, 3725.
- Khodary, S. E. A. (2004). "Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants". *Int. J. Agric. Biol. Cilt.* 6. Sayı. 1, 5-8.
- Kochak-Zadeh, A., Mousavi, S., & Nejad, M. (2013). "The effect of salinity stress on germination and seedling growth of native and breded varieties of wheat". *J. Novel Appl. Sci. Cilt.* 2. Sayı. 12, 703-709.

- Kosina, P., Reynolds, M. P., Dixon, J., & Joshi, A. (2007). “Stakeholder perception of wheat production constraints, capacity building needs and research partnerships in the developing countries”. *Euphytica*. Cilt. 157. Sayı. 3, 475-483.
- Maghsoudi, K., & Arvin, M. J. (2010). “Salicylic acid and osmotic stress effects on seed germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars”. *Plant Ecophysiology*. Cilt. 2, 7-11.
- Majid, M. A., Islam, M. S., El Sabagh, A., Hasan, M. K., Barutcular, C., Ratnasekera, D., & Islam, M. S. (2017). “Evaluation of growth and yield traits in corn under irrigation regimes in sub-tropical climate”. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Science*. Cilt. 5. Sayı. 2, 143-150.
- Moud, A. M., & Maghsoudi, K. (2008). “Salt stress effects on respiration and growth of germinated seeds of different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars”. *World J. Agric. Sci.* Cilt. 4. Sayı. 3, 351-358.
- Movaghathian, A., & Khorsandi, F. (2013). “Effects of salicylic acid on wheat germination parameters under drought stress”. *Am. J. Agric. Environ. Sci.* Cilt. 13, 1603-1608.
- Noreen, S., Fatima, K., Athar, H. U. R., Ahmad, S., & Hussain, K. (2017). “Enhancement of physio-biochemical parameters of wheat through exogenous application of salicylic acid under drought stress”. *J. Anim. Plant Sci.* Cilt. 27. Sayı. 1, 153–163.
- Otu, H., Celiktas, V., Duzenli, S., Hossain, A., & El Sabagh, A. (2018). “Germination and early seedling growth of five durum wheat cultivars (*Triticum durum* Desf.) is affected by different levels of salinity”. *Fresenius Environmental Bulletin*. Cilt. 27. Sayı. 11, 7746-7757.
- Prasad, P. V. V., Pisipati, S. R., Ristic, Z., Bukovnik, U., & Fritz, A. K. (2008). “Impact of nighttime temperature on physiology and growth of spring wheat”. *Crop Science*. Cilt. 48. Sayı. 6, 2372-2380.
- Rahman, M. A., Chikushi, J., Yoshida, S., Yahata, H., & Yasunaga, E. (2005). “Effect of high air temperature on grain growth and yields of wheat genotypes differing in heat tolerance”. *J. Agric. Meteorol.* Cilt. 60. Sayı. 5, 605–608.
- Rahman, M., Soomro, U. A., Haq, M. Z. U., & Gul, S. (2008). “Effects of NaCl salinity on wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars”. *World Journal of Agricultural Sciences*. Cilt. 4. Sayı. 3, 398-403.
- Rana, M. S., Hasan, M. A., Bahadur, M. M., & Islam, M. R. (2017). “Effect of polyethylene glycol induced water stress on germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.)”. *The Agriculturists, a Scientific Journal of Krishi Foundation*. Cilt. 15. Sayı. 1, 81-91.

- Rebetzke, G. J., Richards, R. A., Fettell, N. A., Long, M., Condon, A. G., Forrester, R. I., & Botwright, T. L. (2007). “Genotypic increases in coleoptile length improves stand establishment, vigour and grain yield of deep-sown wheat”. *Field crops research*. Cilt. 100. Sayı. 1, 10-23.
- Shakirova, F. M., Sakhabutdinova, A. R., Bezrukova, M. V., Fatkhutdinova, R. A., & Fatkhutdinova, D. R. (2003). “Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity”. *Plant science*. Cilt. 164. Sayı. 3, 317-322.
- Sharafizad, M., Naderi, A., Siadat, S. A., Sakinejad, T., & Lak, S. (2013). “Effect of salicylic acid pretreatment on germination of wheat under drought stress”. *Journal of Agricultural Science (Toronto)*. Cilt. 5. Sayı. 3, 179-199.
- Sorour, S. G., Aiad, M. A., Ahmed, A. A., Henash, M. I. A., Metwaly, E. M., & Alharby, H. (2019). “Yield of wheat is increased through improving the chemical properties, nutrient availability and water productivity of salt affected soils in the north delta of Egypt”. *Appl. Ecol. Environ. Res*. Cilt. 17. Sayı. 4, 8291–8306.
- Španić, V., Ižaković, M., & Marček, T. (2017). “Wheat germination and seedlings under PEG-induced conditons”. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*. Cilt. 79. Sayı. 3, 99-109.
- Tepe, B. (2011). *Tuzlu koşullarda yetiştirilen arpa fidelerinin bazı morfolojik ve anatomic parametresine salisilik asitin etkileri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Turan, M. A., Elkarim, A. H. A., Taban, N., & Taban, S. (2009). “Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant”. *Afr. J. Agric. Res*. Cilt. 4. Sayı. 9, 893–897.
- Turner, N.C. (1997). “Further progress in crop water relations”. *Adv. Agron*. Cilt. 58, 293-338.
- Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). “Heat tolerance in plants: An overview”. *Environmental and Experimental Botany*. Cilt. 61. Sayı. 3, 199-233.
- Waseem, M., Athar, H. U., & Ashraf, M. (2006). “Effect of salicylic acid applied through rooting medium on drought tolerance of wheat”. *Pak. J. Bot*. Cilt. 38. Sayı. 4, 1127–1136.
- Werner, J. E. & Finkelstein, R. R. (1995). “Arabidopsis mutants with reduced response to NaCl and osmotic stress”. *Physiol. Plant*. Cilt. 93. Sayı. 4, 659-666.
- Xu, Q., Xu, X., Zhao, Y., Jiao, K., Herbert, J. S., & Hao, L. (2008). “Salicylic acid, hydrogen peroxide and calcium-induced salinity tolerance associated with

endogenous hydrogen peroxide homeostasis in naked oat seedlings”. *Plant Growth Regul.* Cilt. 54. Sayı. 3, 249–259.

Yassin, M., Mekawy, A. M., El Sabagh, A., Islam, M. S., Hossain, A., Barutcular, C., Alharby, H., Bamagoos, A., Liu, L., Ueda, A., & Saneoka, H. (2019). “Physiological and biochemical responses of two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes grown under salinity stress”. *Applied Ecology and Environmental Research.* Cilt. 17. Sayı. 2, 5029-5041.

Yildirim, M., Kizilgeci, F., Akinci, C., & Albayrak, O. (2015). “Response of durum wheat seedlings to salinity”. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca.* Cilt. 43. Sayı. 1, 108-112.

Zahra, S., Amin, B., & Mehdi, Y., 2010. “The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) germination, growth and photosynthetic pigment under salinity stress (NaCl)”. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry.* Cilt. 6. Sayı. 3, 4-16.