

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**NOHUTTA SODYUM KLORÜR VE SODYUM SÜLFAT
TUZLARININ ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Hazırlayan
Zehra TİĞRİĞ**

**Danışman
Doç. Dr. Hamdi ÖZAKTAN**

Yüksek Lisans Tezi

**Temmuz 2023
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**NOHUTTA SODYUM KLORÜR VE SODYUM SÜLFAT
TUZLARININ ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİLERİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Hazırlayan
Zehra TİĞRİĞ**

**Danışman
Doç. Dr. Hamdi ÖZAKTAN**

**Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından FLY-2021-11306 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Temmuz 2023
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Zehra TİĞRİĞ

İmza

“Nohutta Sodyum Klorür ve Sodyum Sülfat Tuzlarının Çimlenme Üzerine Etkileri”
adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma
Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Zehra TİĞRİĞ

Danışman

Doç .Dr. Hamdi ÖZAKTAN

Tarla Bitkileri ABD Başkanı

Prof. Dr. Satı UZUN

TEŞEKKÜR

Bana çalıŐmalarım süresince her türlü yardımı ve fedakârlığı sağlayan, araştırma konumu belirleyerek, tezimin her aşamasında bana tüm desteğini sağlayan ve katkılarını esirgemeyen danışman hocalarım Doç. Dr. Hamdi Özakıan ve Doç. Dr. Cennet Yaman'a her daim desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunuyorum.

Bana maddi, manevi tüm desteklerini sağlayan babam Ali Suat Tiğriğ, annem Sevim Tiğriğ, kardeŐim Berna Tiğriğ ve eŐim Ali İhsan Kocaaslan'a her daim yanımda oldukları için teşekkür ederim. Yüksek lisans tezim boyunca yardımlarını esirgemeyen canım arkadaşım Beyza BekleriŐ'e, canım ablam Gülnaz ErtaŐ'a minnettarım. Lisans öğrencilerimiz Bengisu Kayadelen ve Hayrullah Özbek'e laboratuvar ortamında bana destek olup, yardımları için Őükranlarımı sunuyorum.

Zehra TİĞRİĞ

Temmuz 2023, KAYSERİ

NOHUTTA SODYUM KLORÜR VE SODYUM SÜLFAT TUZLARININ ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİLERİ

Zehra TİĞRİĞ

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2023
Danışman: Doç. Dr. Hamdi ÖZAKTAN
Danışman: Doç. Dr. Cennet YAMAN

ÖZET

Bu çalışma, güncel tescil edilen nohut (*Cicer arietinum L.*) çeşitlerinde sodyum klor ve sodyum sülfat tuzlarının çimlenme parametreleri ve mineral madde taşınımı üzerine etkileri belirlemek için yapılmıştır. Araştırma 2021 yılında Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Birimindeki Tarla Bitkileri Bölümü Yemelik Baklagiller Laboratuvarında 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuz kaynakları kullanılarak 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m olmak üzere beş farklı dozda çimlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Denemede; 2018-2021 yıllarında ülkemizde tescil edilen Aras(2018), Botan(2019), Sezgin(2019), Caner(2019), Onur-01(2019), Göksu(2019), Katran(2020), Gürdal(2020), Nihatbey(2020) ve Çiftçi(2021) çeşitleri kullanılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, fide uzunluğu, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, çimlenme enerjisi ve fide canlılık indeksinde artan tuz dozlarına bağlı olarak düşüş meydana gelmiştir. Mineral madde içeriklerinde ise kalsiyum ve magnezyum oranları çeşitlere göre değişmekte olup azalma ve artmalar görülmüştür. Potasyum, sodyum, kükürt ve sodyum/potasyum oranı değerlerinde ise artan doz konsantrasyonlarında artmalar meydana gelmiştir.

Sonuç olarak, sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzlarına bakıldığında agro-morfolojik parametrelerde öncü ve incelenen tuzlarda diğer çeşitlere karşı toleranslı olan Gürdal ve Aras çeşitlerinin olduğu sonuçlarına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nohut (*Cicer arietinum L.*), tuzluluk, çeşit, mineral madde

EFFECTS OF SODIUM CHLORIDE AND SODIUM SULFATE SALTS ON GERMINATION IN CHICKPEA

Zehra TİĞRİĞ

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master Thesis, July 2023

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hamdi ÖZAKTAN

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Cennet YAMAN

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of sodium chloride and sodium sulfate salts on germination parameters and mineral matter transport in currently registered chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties. The research was conducted in 2021 in Erciyes University, Faculty of Agriculture, Research Unit, Department of Field Crops, Edible Legumes Laboratory with 4 replications. Germination was carried out at five different doses of 0, 4, 8, 12 and 16 dS/m using sodium chloride and sodium sulfate salt sources. Aras (2018), Botan (2019), Sezgin (2019), Caner (2019), Onur-01 (2019), Göksu (2019), Katran (2020), Gürdal (2020), Nihatbey (2020) and Çiftçi (2021) varieties registered in our country in 2018-2021 were used in the experiment.

According to the results, germination percentage, root length, root wet weight, root dry weight, seedling length, seedling wet weight, seedling dry weight, germination energy and seedling vigor index decreased with increasing salt doses. In mineral matter contents, calcium and magnesium ratios varied according to the varieties and decreases and increases were observed. Potassium, sodium, sulfur and sodium/potassium ratio values increased with increasing dose concentrations.

As a result, it was concluded that Gürdal and Aras cultivars were the leading cultivars in agro-morphological parameters when sodium chloride and sodium sulfate salts were considered, and they were tolerant to other cultivars in the studied salts.

Keywords: Chickpea (*Cicer arietinum* L.), salinity, variety, mineral matter

İÇİNDEKİLER

NOHUTTA SODYUM KLORÜR VE SODYUM SÜLFAT TUZLARININ ÇİMLENMEYE ETKİLERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	iii
KABUL VE ONAY	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal.....	11
2.2. Sodyum Klorür ve Sodyum Sülfat Tuz Çeşitlerinin(0. 4, 8, 12 ve 16 dS/m) Çimlenmeye Etkileri	13
2.2.1. Deneme Yeri	13
2.2.2 Yöntem	13
2.3. Verilerin Değerlendirilmesi.....	13

BÖLÜM 3

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Çimlenme yüzdesi	25
3.2. Kök Uzunluğu.....	26
3.3. Kök Yaş Ağırlığı.....	28
3.4. Kök Kuru Ağırlığı.....	30
3.5. Fide Uzunluğu	32

3.6 Fide Yaş Ağırlığı.....	34
3.7.Fide Kuru Ağırlığı.....	36
3.8. Çimlenme Enerjisi.....	38
3.9. Fide Canlılık İndeksi.....	40
3.10. Kalsiyum İçeriklerine İlişkin Varyans Analizi.....	42
3.11. Potasyum İçeriklerine İlişkin Varyans Analizi	44
3.12. Magnezyum İçeriklerine İlişkin Varyans Analizi	46
3.13. Sodyum İçeriklerine İlişkin Varyans Analizi	48
3.14. Kükürt İçeriklerine İlişkin Varyans Analizi	49
3.15. Sodyum/Potasyum Oranına İlişkin Varyans Analizi.....	51

4. BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

KAYNAKÇA	56
ÖZGEÇMİŞ.....	62

KISALTMALAR

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
AOT	: Aktif Oksijen Türleri
B	: Bor
Ca ⁺²	: Kalsiyum
CaCl ₂	: Kalsiyum Karbonat
Cl	: Klor
cm	: Santimetre
CuCl ₂	: Bakır Klorür
dS/m	: Decisiemens/metre
EC	: Elektriksel İletkenlik
Fe	: Demir
FeCl ₃	: Demir Klorür
g	: Miligram
H ₂ SO ₄	: Sülfirik Asit
K ⁺	: Potasyum
KNO ₃	: Potasyum Nitrat
Mg	: Magnezyum
MgCl ₂	: Magnezyum Klorür
MgSO ₄	: Magnezyum Sülfat
mM	: Mikro Molar
mm	: Milimetre
Mn	: Manganez
N	: Azot
Na	: Sodyum
Na ₂ NO ₃	: Sodyum Nitrat
NaCl	: Sodyum Klorür
NaHCO ₃	: Sodyum Bikarbonat
NaSO ₄	: Sodyum Sülfat
NO ⁻³	: Nitrat
P	: Fosfor
Zn	: Çinko

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi.....	25
Tablo 3.2	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin çimlenme yüzdesi ortalamaları (%)	25
Tablo 3.3	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kök uzunluğuna ilişkin varyans analizi.....	27
Tablo 3.4	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kök uzunluk ortalamaları (mm)	27
Tablo 3.5	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kök yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi.....	29
Tablo 3.6	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kök yaş ağırlığı ortalamaları (mg)	29
Tablo 3.7	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kök kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi.....	31
Tablo 3.8	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kök kuru ağırlığı ortalamaları (mg)	31
Tablo 3.9	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide uzunluk ortalamaları ilişkin varyans analizi(mm)	33
Tablo 3.10	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide uzunluk ortalamaları (mm)	33
Tablo 3.11	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi.....	35
Tablo 3.12	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide yaş ağırlığına ortalamaları (mg).....	35
Tablo 3.13	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide kuru ağırlık ilişkin varyans analizi.....	37
Tablo 3.14	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide kuru ağırlık ortalamaları (mg).....	37
Tablo 3.15	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin çimlenme enerjisine ilişkin varyans analizi	39

Tablo 3.16	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin çimlenme enerjisinin ortalamaları (%)	39
Tablo 3.17	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide canlılık indeksi ilişkin varyans analizi.....	41
Tablo 3.18	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide canlılık indeksi ortalamaları.....	41
Tablo 3.19	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kalsiyum içeriklerine ilişkin varyans analizi	43
Tablo 3.20	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kalsiyum içerik ortalamaları (ppm).....	43
Tablo 3.21	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin potasyum içeriklerine ilişkin varyans analizi.....	44
Tablo 3.22	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin potasyum içerik ortalamaları (ppm).....	45
Tablo 3.23	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin magnezyum içeriklerine ilişkin varyans analizi.....	46
Tablo 3.24	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin magnezyum içerik ortalamaları (ppm).....	47
Tablo 3.25	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin sodyum içeriklerine ilişkin varyans analizi	48
Tablo 3.26	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin sodyum içerik ortalamaları (ppm).....	48
Tablo 3.27	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kükürt içeriklerine ilişkin varyans analizi	50
Tablo 3.28	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kükürt içerik ortalamaları (ppm)	50
Tablo 3.29	Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin sodyum ve potasyum oranı içeriklerine ilişkin varyans analizi	51

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	NaCl dozlarında Aras çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	16
Şekil 2.	NaSO ₄ dozlarında Aras çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	16
Şekil 3.	NaCl dozlarında Botan çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	17
Şekil 4.	NaSO ₄ dozlarında Botan çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	17
Şekil 5.	NaCl dozlarında Çiftçi çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	18
Şekil 6.	NaSO ₄ dozlarında Çiftçi çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	18
Şekil 7.	NaCl dozlarında Göksu çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	19
Şekil 8.	NaSO ₄ dozlarında Göksu çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	19
Şekil 9.	NaCl dozlarında Gürdal çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	20
Şekil 10.	NaSO ₄ dozlarında Gürdal çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	20
Şekil 11.	NaCl dozlarında Katran çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	21
Şekil 12.	NaSO ₄ dozlarında Katran çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	21
Şekil 13.	NaCl dozlarında Nihatbey çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	22
Şekil 14.	NaSO ₄ dozlarında Nihatbey çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	22
Şekil 15.	NaCl dozlarında Onur-01 çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler	23

- Şekil 16. NaSO₄ dozlarında Onur-01 çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler23
- Şekil 17. NaCl dozlarında Sezgin çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler24
- Şekil 18. NaSO₄ dozlarında Sezgin çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler24



GİRİŞ

Baklagiller, zengin protein, karbonhidrat (nişasta ve besinsel lif), vitamin ve mineral içeriklerinden dolayı dünyanın en önemli gıda grupları arasındadır.(Türksoy, 2018). Nohut (*Cicer arietinum* L.) kültüre alınmış ilk yemeklik baklagil bitkilerindendir. Dünya’da fasulye ve bezelyeden sonra en çok yetiştirilen üçüncü yemeklik tane baklagil bitkisidir. Türkiye’de 1990-2022 yılı arasında üretim miktarı ve ekilen alanda birinci sırada yer almaktadır. Verimde ise baklagiller arasında fasulye, bezelye, bakla ve kırmızı mercimekten sonra nohut beşinci sırada yer almaktadır.(TÜİK, 2022).

Son yıllarda, nohut ekiminin, üretiminin ve veriminin önemli derecede azaldığı bilinen bir gerçektir. Nohut verim ve kalitesindeki bu önemli düzeydeki azalmanın birçok sebebinin olmasının yanında bunlardan en önemlisi büyüme ve gelişim sırasında karşı karşıya kaldığı biyotik (*Ascochyta rabiei*), kuraklık ve tuzluluk faktörlerden kaynaklandığı yadsınamaz bir gerçektir (Babalık ve Baydar, 2021).

Tarım yapılan alanlarda verimliliği olumsuz yönde etkileyen en önemli etkenlerden biriside tuzluluktur. Ülkemizde tarım yapılan toprakların önemli sorunlarından biri olan tuzluluk ve alkalilik son yıllarda sulamayla birlikte yetersiz drenaj ve sulama suyunun kalite özelliği nedeniyle giderek artmaktadır. Türkiye’de toplam olarak 2.749.057 hektarlık bir alan kaplayan drenaj sorunu olan alanların 1.513.645 hektarında tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmaktadır (Dinç ve ark.1993). Drenaj bozukluğu gösteren topraklar ise genellikle kıyı ve İç Anadolu Ovalarında (özellikle Konya ovasında) bulunmaktadır. Tuzluluk, artan insan nüfusu ile birlikte dünyamızda verimli tarımı tehlikeye atarak besin ürünlerinin üretimini önemli düzeyde kısıtlayan çevresel faktörlerden birisidir (Botella vd., 2005).

Tuzluluk, oluşma sebeplerine göre primer (doğal) ve sekonder tuzluluk olarak ikiye gruba ayrılabilir.

Primer tuzluluğun oluşma nedenlerini; ana kayaların ayrışması, tuz deposu okyanuslar ve iklimsel etmenler oluşturmaktadır (Munns ve Tester, 2008).

Sekonder tuzluluğun oluşma sebepleri ise; tarımsal alanlarda yoğun sulama ile çeşitli tuzlar bakımından zengin yer altı suyu seviyesinin toprak yüzeyine kadar yükselmesi, aşırı otlatma, bir bölgenin doğal vejetasyonunu yok ederek tarım arazilerinin açılması ve toprakların tuzluluğa sebep olan kimyasallarla kontaminasyonu (Pessarakli ve Szabolcs, 1999) olarak sıralanabilir.

Dünyadaki tuzdan etkilenmiş toprakların büyük kısmını Na_2SO_4 (Sodyum Sülfat) ve NaCl (Sodyum Klorür)'nin sebep olduğu tuzlu topraklar oluşturmaktadır (Pessarakli ve Szabolcs, 1999). Tuz stresi, bitkilerin büyümesini ve gelişmesini osmotik ve iyon stresine neden olarak engeller (Parida ve Das, 2005). Kök rizosferinde tuz miktarının artmasıyla birlikte ilk olarak osmotik stres oluşmaktadır. Oluşan bu dışsal osmotik stres, kullanılabilir su miktarının da azalmasına sebep olur ve bu olay "fizyolojik kuraklık" olarak da adlandırılır (Tuteja, 2007). Kullanılabilir su miktarının azalması, hücre genişlemesinin azalmasına ve sürgün gelişiminin yavaşlamasına neden olur. Osmotik stresin devamında ortaya çıkan iyon stresi evresinde, ortamda artan Na (Sodyum) ve Cl (Klor) iyonlarının K^+ (Potasyum), Ca^{+2} (Kalsiyum) ve NO^{-3} (Nitrat) gibi gerekli besin elementleri ile rekabete girmesiyle bitkilerde, besin eksikliği veya besin dengesizliği meydana gelir (Hu ve Schmidhalter, 2005).

Tuzluluk, bitkiler üzerindeki doğrudan etkisini osmotik ve iyon stresi oluşturarak gösterirken, dolaylı etkisini (sekonder etki) bu stres faktörleri sonucu bitkide meydana gelen yapısal bozulmalar ve toksik bileşiklerin sentezlenmesi ile gösterir. Tuzluluk, değişik tuzların toprak ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunmasını tanımlamaktadır. Bu tuzlar ise genellikle klorürler (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2), sülfatlar (Na_2SO_4 , MgSO_4), nitratlar (Na_2NO_3 , KNO_3), karbonatlar ve bikarbonatlar (Na_2CO_3 , NaHCO_3) ile boratlardır. Ancak en çok rastlanan tuz formu NaCl 'dir (Küçükahmetler 2003).

NaCl 'nin sebep olduğu başlıca sekonder etkileri; DNA, protein, klorofil ve zar fonksiyonuna zarar veren aktif oksijen türlerinin (AOT) sentezi, fotosentezin inhibisyonu, metabolik toksisite, K^+ alımının engellenmesi ve hücre ölümü olarak sayılabilir (Botella vd. 2005; Hong vd, 2009). Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri; bitkinin çeşidine,

uygulanan tuz çeşidi ile miktarına ve maruz kalma süresine bağlı olarak değişmektedir. Tuzlu ortamlarda bitkiler genotipik farklılıklara bağlı olarak çok farklı cevaplar verirler (Dajic, 2006). Tuzluluğa karşı verilen bu farklı büyüme cevapları sadece farklı iki bitki türü için değil aynı türün farklı çeşitleri için de geçerlidir (Munns, 2002a). Tuz stresi, hücre bölünmesini ve uzamasını etkileyerek, bitkilerde kök ve gövdede hücre sayısının, mitotik aktivitenin ve hücre bölünme oranının azalmasına neden olur (Bursens vd., 2000). Buna bağlı olarak bitkinin; gövde ile kök uzunluğunda ve ağırlığında azalma, yapraklarda küçülme ve incelme ile sayılarında azalma, yaprak yüzeyinde bulunan mumsu tabaka ile kutikula tabakasında incelme, vasküler doku farklılaşmasında ve gelişiminde azalma meydana gelir. Ayrıca, erken dönemde kökte lignifikasyon oluşumu da gözlenir (Mohammad vd., 1998; Reddy ve Iyengar, 1999). NaCl'e direkt olarak maruz kalan kök sistemlerinden primer kök sisteminin büyümesi, hücre genişlemesi ve hücre döngüsünü baskılaması sonucunda doğrudan engellenir (Wang vd., 2009). Kök tüyleri ise artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak aktivitelerini kaybeder ve kaybolurlar (Ali vd., 1999). Kök sistemi tuzluluğa doğrudan maruz kalmasına karşın, yaprak büyümesi tuz stresine karşı kök büyümesinden daha duyarlıdır ve bu yüzden tuz stresinde bitkilerde kök/sürgün oranı artar. Bu artışın mekanizması henüz açıklanamamış olmasına rağmen, tuzluluk karşısında kök ile yaprağın hücre duvarlarında farklı değişimlerin meydana gelmesi buna neden olarak gösterilmektedir (Munns ve Tester, 2008). Tuz stresi bitkinin bütün gelişim evrelerini etkilemesine rağmen, en çok etkilenen evre tohum üretim safhası, dolayısıyla da tohum verimidir (Khatun ve Flowers, 1995). Ayrıca tuzluluk, bitkilerde reprodüktif evrede üretken çiçek sayısında azalmalara ve çiçeklenme zamanında değişimlere de neden olur (Munns, 2002b). Bu nedenle, tez çalışmasında tarımsal açıdan önemli olan nohut bitkisinin Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzlarının çimlenmeye etkilerini incelemek için çalışmalar yürütülmüştür.

Toprak çözeltisinin sülfat konsantrasyonu bitkiye yarayışlı sülfür miktarını gösteren önemli bir ölçüdür. Kurak bölge topraklarında sülfat konsantrasyonu genelde bitkinin sülfür ihtiyacını karşılayabilecek düzeydeyken, yağışlı iklim topraklarında yıkanma sonucunda kükürt noksanlığı görülebilir (Bayraklı, 1998). Ayrıca, kükürt immobilizasyonu topraktaki mikrobiyal aktiviteden kaynaklanır (Wu ve ark., 1995). Toprakta karbonlu bileşiklerin fazlaca bulunması topraktaki mikrobiyal biyokütlenin artışı sağladığından dolayı, kükürt immobilizasyonun oluşmasında temel nedendir.

Farklı arazi kullanımları ve gübreleme uygulamaları gibi, toprak karbon miktarını değiştiren faktörler, topraktaki kükürtün bulunuş formunu da etkileyebilir (Chapman, 1997). Bitki örtüsünün daha fazla bulunduğu kullanım sınıflarında toprakta daha fazla karbon bulunduğu için (İlay, 2016), kükürtün sülfat formuna dönüşmesi engellenmiş olabilir.

Bu bilgiler ışığında, bu tez çalışmasında farklı nohut çeşitlerinin bitki gelişimi ve mineral madde içerikleri üzerine sodyum klor ve sodyum sülfat tuz dozlarının etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Malkoç ve Aydın (2003), çalışmalarında mısır ve fasulye bitkisi üzerine farklı tuz ve dozlarını uygulamış olup, tuz dozları arttıkça bitki gelişiminin yavaşladığı, bitki kuru maddesinin azaldığı buna bağlı olarak da bitkilerde makro ve mikro besin element içeriklerinin azaldığı, bunun aksine toprak pH'sının ve yüzde tuz değerlerinin arttığını belirtmişlerdir. Sülfat tuzlarının klor tuzlarına göre mısır ve fasulye bitki gelişimini ve mineral içeriğine olumlu yönde daha fazla etki ettiğini rapor etmişlerdir.

Adıyaman (2005), arpa ve buğdayda farklı tuz konsantrasyonlarında (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16 dS/m) büyümelerini görmek için sera ve laboratuvar koşullarında çalışmasını yürütmüştür. Tuz konsantrasyonları arttığında buğday ve arpada kök yaş ağırlığı, yeşil aksam yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yeşil aksam kuru ağırlığında önemli ölçüde azalmalara sebep olduğunu; artan tuz konsantrasyonları tepkisine buğday bitkisi, arpa bitkisine göre daha çok etkilendiğini tespit etmiştir.

Yıldız ve ark. (2007), farklı tuz konsantrasyonlarının (kontrol, distile, 75-375 mM) üç mısır çeşidinde, kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve su içeriğine etkilerine bakmışlardır. Çimlenme oranlarının tuz konsantrasyonları yükseldikçe önemli düzeyde azaldığını belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda çimlenme ve diğer büyüme parametrelerinde tuz seviyesi arttıkça önemli ölçüde azaldığı sonucuna varılarak, çeşitlerin hassasiyet oranlarını belirlemişlerdir.

Karakullukçu (2009) araştırmada, nohut çeşitlerinin tuza toleranslarını incelemişlerdir. Araştırmada beş farklı nohut çeşidi (Sarı-98, İzmir-90, Canitez-87, Aydın-92 ve Menemen-97) kullanılmış olup, 60 mM NaCl uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; toprak üstü bitki uzunluğu, kök uzunluğu, toprak üstü kuru ve yaş ağırlığı, kök kuru ve yaş ağırlığı bakımından kontrol grubunda daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Sözen ve ark. (2010), iki farklı nohut çeşidinde(Akçin 91 ve Gökçe), bazı alkali metal tuzların (NaCl, KNO₃), kuvvetli asit (H₂SO₄) ve ağır metallerin (CuCl₂, FeCl₃, MgCl₂ ve ZnCl₂) çimlenme üzerine ekotoksikolojik etkileri araştırmışlardır. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığı zaman, NaCl ve KNO₃'ın artan konsantrasyonlarında her iki çeşitte de çimlenme yüzdesi düştüğü, kuvvetli asit uygulamasının (H₂SO₄) ise her iki çeşidin tohumlarında çimlenmeyi engellediğini bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, Akçin 91' in FeCl₃ ve CuCl₂'e karşı hassas, buna karşın Gökçe çeşidinin bu iki ağır metale oldukça toleranslı olduğunu, bu farklılığın da genetik yapılarındaki farklılıklardan kaynaklandığı raporlamışlardır.

Güldüren ve Elkoca (2012), çalışmalarında Çoruh Vadisi'nden toplanan 38 fasulye çeşidinin tuza toleranslarını belirlemek için çimlenme dönemindeki etkilerini incelemişlerdir. Beş farklı tuz konsantrasyonlarını (kontrol, 60, 120, 180 ve 240 mM) uygulamışlardır. Artan tuz konsantrasyonlarında çimlenme oranlarında ve çimlenme sürelerinde önemli düzeyde azalmalar meydana geldiğini belirtmişlerdir. Fakat bazı genotiplerde tuza toleranslı olanlarında seleksiyonuna fırsat sağlayacak önemli varyasyonun olduğunu tespit etmişlerdir.

Aldemir (2014), laboratuvar ve sera koşullarında farklı tuz konsantrasyonlarında (kontrol, 30 mM, 60 mM, 90 mM ve 120 mM) farklı nohut çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimine etkisini belirlemek için; sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, çimlenme hızı, çimlenme oranı ve tuza tolerans oranlarını incelemiştir. Nohut çeşitlerinin genelinde kontrol grubuna göre artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak önemli ölçüde azalmalar olduğunu belirlemiştir.

Karaman ve Kaya (2014), çalışmalarında farklı klor tuzlarının mercimekte fide gelişim, mineral içerikleri ve çimlenmeye etkilerini belirlemek amacıyla laboratuvar ve saksı denemesinde yaptıkları çalışmada tuz olarak NaCl, CaCl ve MgCl konsantrasyon olarak da kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dS/m uygulanmışlardır. Çalışmada ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı, ortalama çimlenme indeksi, fide kuru ağırlığı, fide boyu ve mineral madde(N, Na, K, Ca, Mg ve Cl) içeriklerini incelemiştir. Farklı klor tuzları dozlarındaki artış ortalama çimlenme süresini, sodyum ve klor içeriklerini arttırdığını ve diğer parametreleri azalttığını rapor etmişlerdir.

Önder ve ark. (2015), 28 adet fasulye çeşidinin fide döneminde tuza dayanıklılıklarını tespit etmek amacıyla çalışmalarını sera koşullarında yürütmüşlerdir. Farklı fasulye çeşitlerinin tuza tolerans seviyelerinde değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir. Tuz stresine bakıldığında kontrole göre % değişimlerinde farklılıkların olduğu 6 çeşitte dayanıklı, 3 çeşitte duyarlı ve kalan çeşitlerde ise orta derece dayanıklı olduğu sonucunu bulmuşlardır. Geniş varyasyon gösteren fasulye bitkisinin dayanıklı olan çeşitlerin değerlendirilmesi gerektiğini düşünmektedirler.

Aşçı ve Üney (2015), çalışmalarında farklı tuz konsantrasyonlarının macar fiğın bitki gelişimi ve çimlenme üzerine etkisini belirlemek amacıyla laboratuvarında (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275 ve 300 mM) ve sera koşullarında (0, 25, 50, 75, 100, 125 ve 150 mM) NaCl uygulamışlardır. Araştırma sonucunda artan tuz konsantrasyonlarının macar fiğinde çimlenme süresini uzattığını ve çimlenme oranında önemli derecede azalmalar olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca NaCl 25 mM konsantrasyonunda kök uzunluğunu, kök yaş ağırlığını ve toprak üstü yağ ağırlığını teşvik ettiğini, 50 mM dozundan itibaren olumsuz etki yaptığını ve özellikle 100 mM ve artan tuz dozlarında en büyük zararlanmalar olduğunu belirlemişlerdir.

Özaktan ve ark. (2018), farklı nohut çeşitlerinde (Akçin 91, Aziziye, Gökçe, İnci, Işık 05 ve Yaşa 05) farklı klor tuzlarının (NaCl, MgCl₂ ve CaCl₂) çimlenmeye etkileri belirlemek üzerine yapmış oldukları çalışmada artan tuz dozlarında (kontrol, 0, 4, 8 ve 16 dS/m) fide uzunluğu, yaş ve kuru ağırlığı, radikula ve plumula yaş ve kuru ağırlığı, çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çıkış yüzdesi özelliklerinde önemli seviyede azalmalar olduğunu, en düşük çıkış yüzdesinin 16 dS/m konsantrasyonunda elde edildiğini ve farklı nohut çeşitlerinin tuza verdikleri tepkilerinin farklı olduğunu bildirmişlerdir.

Zambi (2019), bezelye çeşitlerinde NaCl tuzunun farklı konsantrasyonlarında (0, 25, 50, 75, 125 ve 150 mM) bitki gelişimini belirlemek amacıyla sera koşullarında yürüttükleri çalışmada, kök ağırlığı, kök kuru ağırlığı, toprak üstü yaş ağırlığı, toprak üstü kuru ağırlığı, bitki boyu ve kök uzunluğu parametrelerini incelemişlerdir. İncelenen bazı parametrelerde 25 mm NaCl dozunda bezelye çeşitlerinin bazılarında olumlu etki gösterdiğini ve artan tuz dozlarına bağlı olarak bitki gelişiminde olumsuz etki olduğunu raporlamıştır.

Altun(2019), araştırmada farklı tuz konsantrasyonlarında (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 ve 200 mM) iki farklı brlce çeşidinin bitki gelişimini belirlemek amacıyla serada yürüttükleri denemede; toprak üstü yaş ağırlığı, toprak üstü kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, bitki boyu, kök uzunluğu ve toprak üstü aksamında mineral (Na, Ca ve P) madde oranlarını incelemiştir. Araştırma sonunda Na, Ca ve P oranı kök yağ ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve bitki boyu çeşit x tuz interaksiyonunda önemli olduğunu belirlemiştir. Börülce eşitlerinde artan tuz konsantrasyonlarında incelenen parametrelerin genelinde önemli ölçüde azalma olduğunu belirlemiştir.

Turhan (2020), farklı tuz içeren sulama sularının fasulyede tohum çimlenme, büyüme, verim ve verim bileşenleri üzerine etkilerini incelemek için sekiz farklı tuz konsantrasyonu (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 ve 4.0 dS m⁻¹) kullanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, farklı tuz konsantrasyonlarının fasulye tohumlarının çimlenme oranını, büyüme ve verim parametrelerini istatistiksel olarak önemli düzeyde olumsuz etkilediğini bildirmiştir. En yüksek çimlenme oranı 0.5, 1.0 ve 2.0 dS m⁻¹ tuz uygulamalarından elde edildiğini, düşük tuz konsantrasyonlarının çimlenme, büyüme ve verim parametrelerini olumsuz etkilemeyeceğini, 2,0 dS m⁻¹ ve üzerindeki tuz konsantrasyonunda fasulye yetiştiriciliğini riske sokabileceğini rapor etmiştir.

Ceritoğlu ve Erman (2020), çalışmada tuzluluk stresi altındaki nohutta farklı priming uygulamalarının çimlenme özellikleri üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Çalışmada 3 tuzluluk seviyesi (kontrol, 50 mM ve 100 mM) ve 5 ekim öncesi uygulama (kontrol, hidro-priming, 0.1, 0.2 ve 0.3 mM salisilik asit) kullanmışlar; 0.2 mM SA uygulaması çimlenme özelliklerini en çok iyileştiren uygulama olduğunu ve nohutta eşik değer olduğunu, daha yüksek konsantrasyonlarda tuzluluğun çimlenme süreci üzerine engelleyici/azaltıcı etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Yılmaz ve nder (2020), saksıda yetiştirilen toplam 10 farklı nohut çeşidine tuz uygulamasının fide gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Sürgün uzunluğu ve kök uzunluğu bakımından çeşitlerde etkilenme durumları önemli seviyede farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bayındır (2020), eltik bitkisinin sulama suyu tuzluluğunun sürgün büyümesi ve çimlenmesini belirlemek amacıyla laboratuvar koşullarında yürüttüğü çalışmasında üç farklı tuz eşitleri (NaCl , MgSO₄ ve CaCl) ve sulama suyu konsantrasyonlarını (kontrol,

0.5, 2, 4, 8, 12, 16 ve 20 dS/m) kullanmıştır. Çalışmasında EC değerinin 0,01 seviyesinde, çeşit x EC interaksiyonun 0,05 seviyesinde önemli olduğunu belirlemiştir. Çeltik bitkisinin kontrol ve 4 dS/m seviyesinde etkilenmedikleri ancak artan tuz konsantrasyonlarında incelenen parametrelerde önemli ölçüde azalmalar olduğunu bildirmiştir.

Ercan (2020), farklı tuz tipleri (NaCl , CaCl₂ ve MgCl₂) ve tuz dozlarında (0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m) yonca çeşitlerinin fide gelişim ve çimlenme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttüğü araştırmasında, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, kök ve sapçık uzunluklarını incelemiştir . Fide büyümesinde klor tuzları ve dozları diğer tiplere göre daha fazla etki göstermiştir. Artan tuz konsantrasyonlarında çeşitlere göre farklılık göstermekle birlikte dozlar arttıkça kök ve sapçık uzunluğunda önemli azalmalar olduğu; yonca çeşitlerinde magnezyum klorürün diğer tiplere göre daha hassas olduğu bildirilmiştir.

İnce (2021), araştırmasında rokanın tuz stresinde(0, 150, 200 ve 250 mM) tohum ve fidelere etkileri üzerine çalışmasını yapmıştır. Roka tohumları kullanılarak çimlenme oranı, çimlenme hızı, çıkış oranı, çıkış hızı incelenmiş olup, ekimi yapıldıktan sonra K/Na, Ca/Na oranına bakmıştır. Artan tuz konsantrasyonları ile birlikte tohumlarda çıkış, çimlenme özellikleri, K/Na ve Ca/Na oranında azalma meydana gelmiştir.

Noor ve ark. (2022), iki soya fasulyesi çeşidinde stresli koşullar altında farklı NaCl tuzlarının etkisini incelemişlerdir. İncelenen iki soya fasulyesi çeşidinde de farklı tuz konsantrasyonlarında mineral madde analizlerinde önemli oranda Cl ve Na biriktiğini, diğer mineral maddelerden(Mg, Fe, Mn, B, P) oranı içerikli düşük olduğu belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonları arttığı zaman yüksek oranda protein ve fenol bileşiklerinin de arttığını belirterek, moleküler çalışma yapmaları gerektiğini düşünmüşlerdir.

Kaya (2022), çalışmasında yağlık ayçekirdeğinin tuza toleransını belirlemek amaçlı sekiz nohut çeşidi kullanarak NaCl tuzunda çalışmasını yapmıştır. Farklı tuz stresiyile (kontrol, 50 mM, 100 mM) çimlenme ve saksı denemesi kullanarak ayçiçeğinin, fizyolojik özellikleri, bitki gelişimiyle birlikte makro ve mikro besin elementleri değişimlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda artan tuz dozu ile birlikte bitki gelişimi zayıflamıştır. Bitkilerde oluşan tuz stresinde K, B, Na, ve Zn oranları artmış, Mg ve Ca oranlarında ise azalma olduğu görülmüştür.

Nazlı (2022), araştırmasında farklı tuz dozlarıyla(kontrol, 150, 175 ve 200 mM) ön işlem uygulanan mısırın normal ve tuz stresi altında fide ve çimlenme gelişimi incelemiştir. İki adet mısır çeşidi kullanılarak yapılan çalışmada mısırın fide ve çimlenme özelliklerinin tuz stresi ve çeşit uygulanmıştır. Tuz stresi uygulanan mısır bitkilerinde sürgün ve kök kuru ağırlığı artarken, genel olarak azalma olduğu çalışma sonucunda ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucunda mısırın tuz stresine bağlı olarak fide ve çimlenme gelişimini olumsuz etkilediği görülmüştür.



2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal

Bu tez çalışmasında bitkisel materyal olarak aşağıda tescil edilen kuruluş ve yılı belirtilen nohut (*Cicer arietinum L.*) çeşitler kullanılmıştır;

Aras; Olgunlar Turizm Tarım Enerji Üretim Tic. Pazarlama Ltd. Şti tarafından geliştirilmiştir ve 2018 yılında tescil edilmiştir. Bitki boyu 38-66 cm arasında değişim göstermektedir. İlk bakla yüksekliği 13-35 cm, bitki büyüme şekli dik olarak gelişmektedir. Yüz dane ağırlığı 38.8-53.0 g aralığındadır. Tane rengi bej olup, iri taneli bir çeşittir.

Botan; Güneydoğu Anadolu Projesi Uluslararası Tarım Araştırma Ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü tarafından geliştirilmiştir ve 2019 yılında tescil edilmiştir. Bitki boyu 35-65 cm aralığında gelişim göstermektedir. İlk bakla yüksekliği 12-30 cm, baklada tane sayısı 1-2 adet olmakta ve dik şekilde büyümektedir. Çiçeklenme gün sayısı 86-113(kışlık ekim) gündür. Fizyolojik olum gün sayısı ise 127-176 gün aralığında kışlık olarak ekilmektedir. Yüz tane ağırlığı 40.3-51.4 g arasında değişmektedir. Tane rengi bej olup, tane tipi koçbaşlıdır.

Sezgin; Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü tarafından geliştirilmiştir ve 2019 yılında tescil edilmiştir. Bitki boyu 37-70 cm aralığında gelişim göstermektedir. İlk bakla yüksekliği 14-38 cm aralığındadır ve dik şekilde büyümektedir. Yüz tane ağırlığı 33.9-45.4 g aralığındadır. Tane rengi bej olup, tane şekli köşelidir.

Caner; Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü tarafından geliştirilmiştir ve 2019 yılında tescil edilmiştir. Bitki boyu 33-64 cm aralığında gelişim göstermektedir.

İlk bakla yüksekliği 9-29 cm aralığında olup dik şekilde büyümeğtedir. Yüz tane ağırlığı 35.9-48.0 g aralığındadır. Tane rengi bej olup, tane şekli köşeli-yuvarlaktır.

Onur-01; Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü tarafından geliştirilmiştir ve 2019 yılında tescil edilmiştir. Bitki boyu 35-75 cm aralığında gelişim göstermektedir. İlk bakla yüksekliği 9-34 cm aralığında ve dik şekilde gelişmektedir. Yüz tane ağırlığı 36.0-52.5 g arasındadır. Tane rengi açık bej olup, tane şekli köşelidir.

Göksu; Olgunlar Turizm Tarım Enerji Üretim Tic. Pazarlama Ltd. Şti tarafından geliştirilmiştir ve 2019 yılında tescil edilmiştir. Bitki boyu 38-70 cm aralığında gelişim göstermektedir. İlk bakla yüksekliği dik olarak gelişmektedir. Yüz dane ağırlığı 36.9-52.2 g aralığındadır. Tane rengi açık bej olup, tane tipi koçbaşdır.

Katran; Olgunlar Turizm Tarım Enerji Üretim Tic. Pazarlama Ltd. Şti tarafından geliştirilmiştir ve 2020 yılında tescil edilmiştir. Bitki boyu 33-65 cm aralığında gelişim göstermektedir. İlk bakla yüksekliği 17-36 cm olup, bitki büyüme şekli dik olarak büyümeğtedir. Yüz dane ağırlığı 21.0-30.9 g aralığındadır. Tane rengi siyah olup, tane tipi koçbaşdır.

Gürdal; Olgunlar Turizm Tarım Enerji Üretim Tic. Pazarlama Ltd. Şti tarafından geliştirilmiştir ve 2020 yılında tescil edilmiştir. Bitki boyu 33-65 cm aralığında gelişim göstermektedir. İlk bakla yüksekliği 13-27 cm olup, bitki büyüme şekli dik olarak gelişmektedir. Yüz dane ağırlığı 36.0-52.7 g aralığındadır. Tane rengi bej olup, tane tipi koçbaşdır.

Çiftçi; Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından geliştirilmiştir ve 2021 yılında tescil edilmiştir. Bitki boyu 37-70 cm arasında gelişim göstermektedir. İlk bakla yüksekliği 20-38 cm arasında olup, yarı dik olarak gelişmektedir. Yüz tane ağırlığı 35.9-48.5 g arasında değişmektedir. Tane rengi bej olup, tane tipi iri koçbaşdır.

Nihatbey; Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından geliştirilmiştir ve 2020 yılında tescil edilmiştir. Bitki boyu 37-59 cm arasında değişim göstermektedir. İlk bakla yüksekliği 21-33 cm arasında olup, dik şekilde gelişmektedir. 100 tane ağırlığı 31.5-55.6 g arasında değişmektedir. Tane rengi bej olup, tane tipi iri koçbaşdır.

2.2. Sodyum Klorür ve Sodyum Sülfat Tuz Çeşitlerinin(0. 4, 8, 12 ve 16 dS/m) Çimlenmeye Etkileri

2.2.1. Deneme Yeri

Deneme, Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Birimindeki Tarla Bitkileri Bölümü Yemelik Baklagiller Laboratuvarında 2021 yılında yürütülmüştür.

2.2.2 Yöntem

Çimlendirme denemeleri 20×20 cm boyutlarındaki 3 adet kurutma kâğıdı arasında ve 20 °C’ de inkibatörde yürütülmüştür. Araştırma, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 adet tohum olacak şekilde kurulmuştur. Her tekerrürde uygun test solüsyonundan her bir çimlendirme kâğıdı için 10 ml eklenmiş ve buharlaşmayı engellemek için ağzı kilitli plastik torbalara konulmuştur. Tohumlar her gün aynı saatte sayılmış ve 2 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir. 10. günde toplam çimlenen tohumlar sayılarak, çimlenme yüzdesi (%) belirlenmiştir (Özaktan ve ark., 2018). Çimlenme hızını belirlemek amacıyla ortalama çimlenme süresi (OÇS) Ellis ve Roberts (1980)’e göre hesaplanmıştır. 11. günde kumpas ile tesadüf olarak seçilen 10 bitkide Radikula ve plumula uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Araştırmada 10 çeşit kullanılmıştır ancak NaCl tuzunda Caner ve Botan çeşitleri ile NaSO₄ tuzunda ise Caner ve Çiftçi çeşitlerinin 12 ve 16 dS/m dozlarında ICP-OES okumaları için yeterli miktar elde edilemediği için mineral madde okumalarına ilgili çeşitler dahil edilmemiştir.

Ağırlık ölçümleri hassas terazi kullanılarak yapılmıştır. Kuru ağırlığa ilişkin ölçümler, örnekler 70 °C’de 48 saat süreyle etüvde kurutulduktan sonra hassas terazide tartılarak bulunmuştur (Özaktan ve ark., 2018). Elde edilen kuru ağırlıklar havanlarda ezilerek mineral madde içerikleri Agilent 5800 VDV model ICP-OES’de 22±2°C’de tespit edilmiştir (Mertens, 2005).

2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonunda elde edilen verilerin istatistiksel analizleri tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak JMP 13.2.0 paket programı

kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. Ortalamaların farklılık gruplandırmasında Tukey testi kullanılmıştır (Özaktan ve ark. 2018).

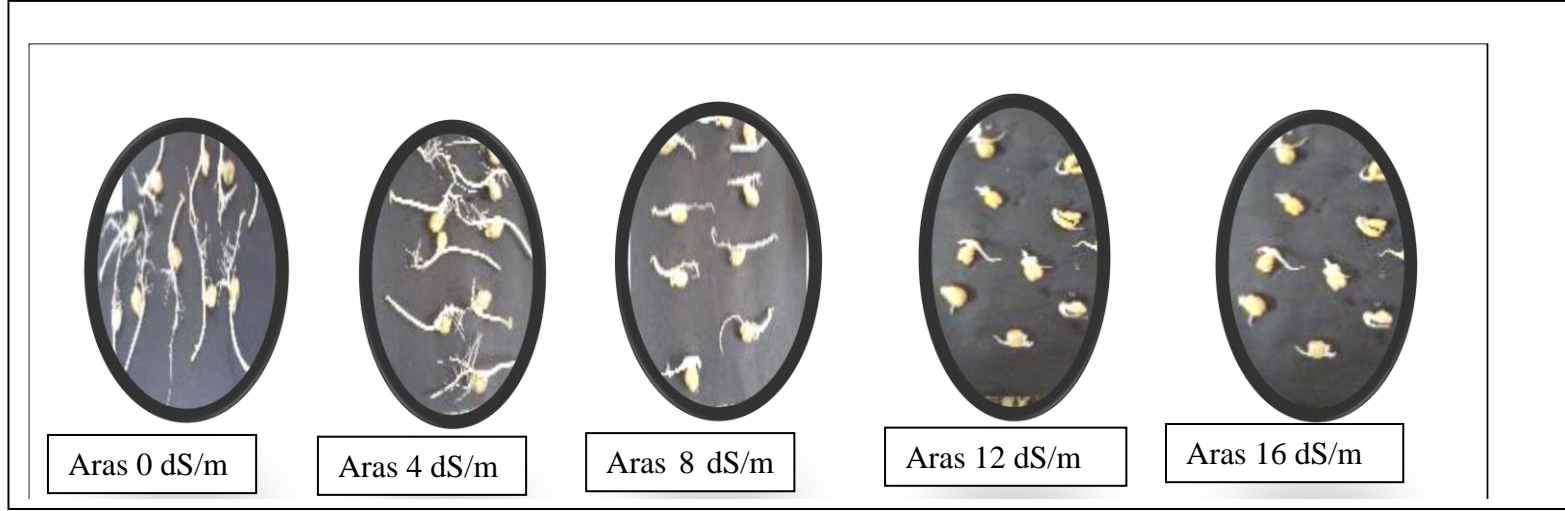


BÖLÜM 3

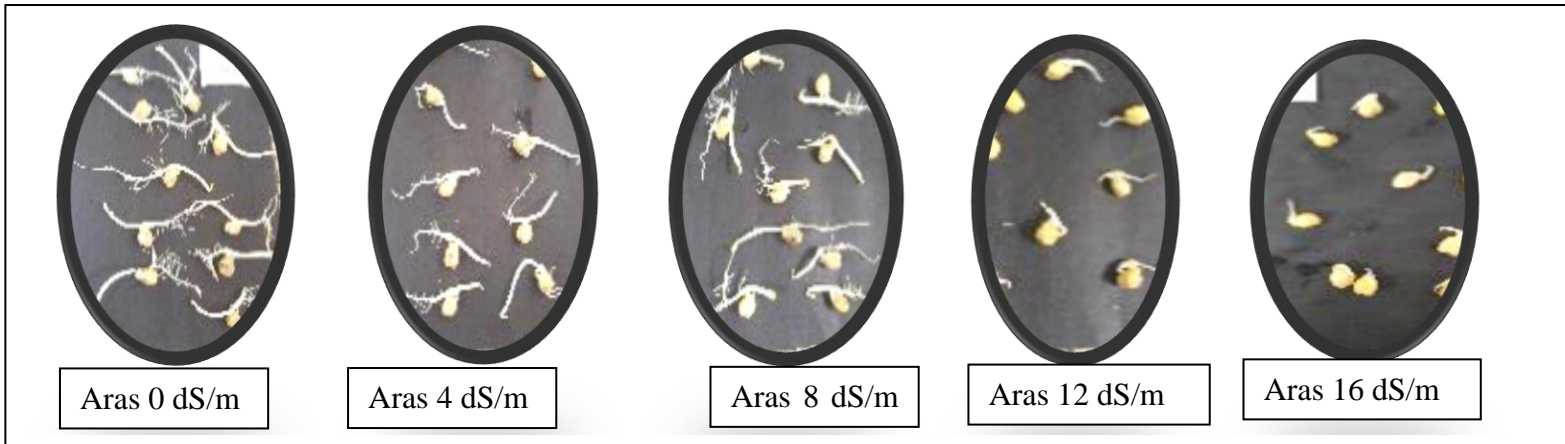
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan on nohut çeşidinde, çıkış yüzdesi, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, fide uzunluğu, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, çimlenme yüzdesi, kalsiyum, potasyum, magnezyum, sodyum, kükürt ve sodyum/potasyum oranları incelenmiştir.

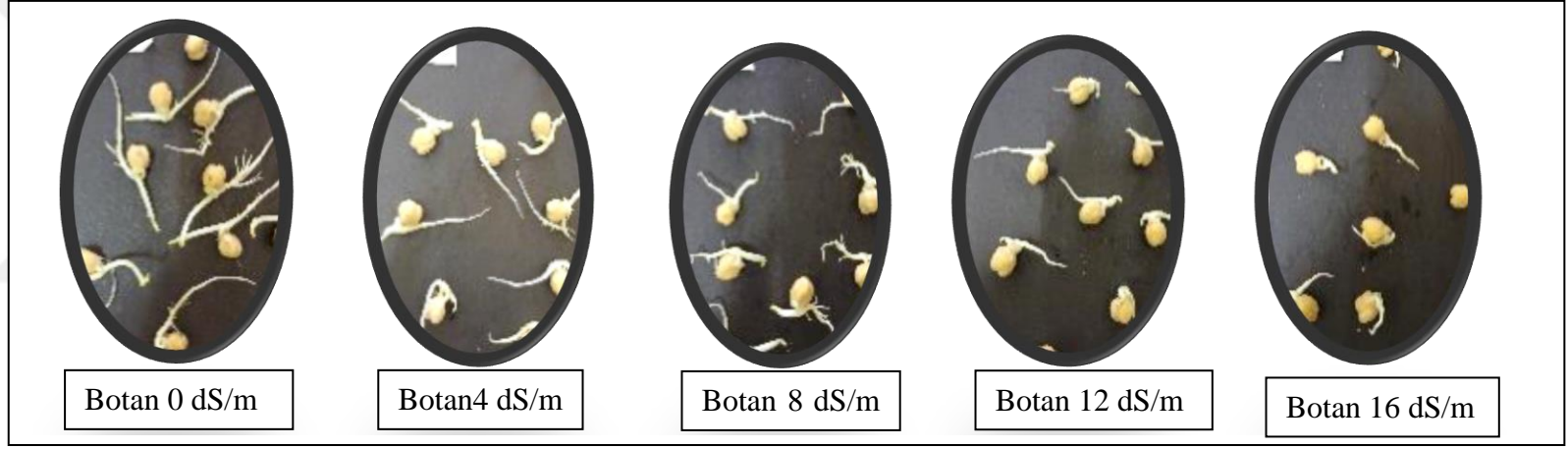
Bu özelliklere ilişkin açıklamalar ayrı başlıklar altında aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. NaCl dozlarında Aras çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



Şekil 2. NaSO₄ dozlarında Aras çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



Şekil 3. NaCl dozlarında Botan çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



Şekil 4. NaSO₄ dozlarında Botan çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



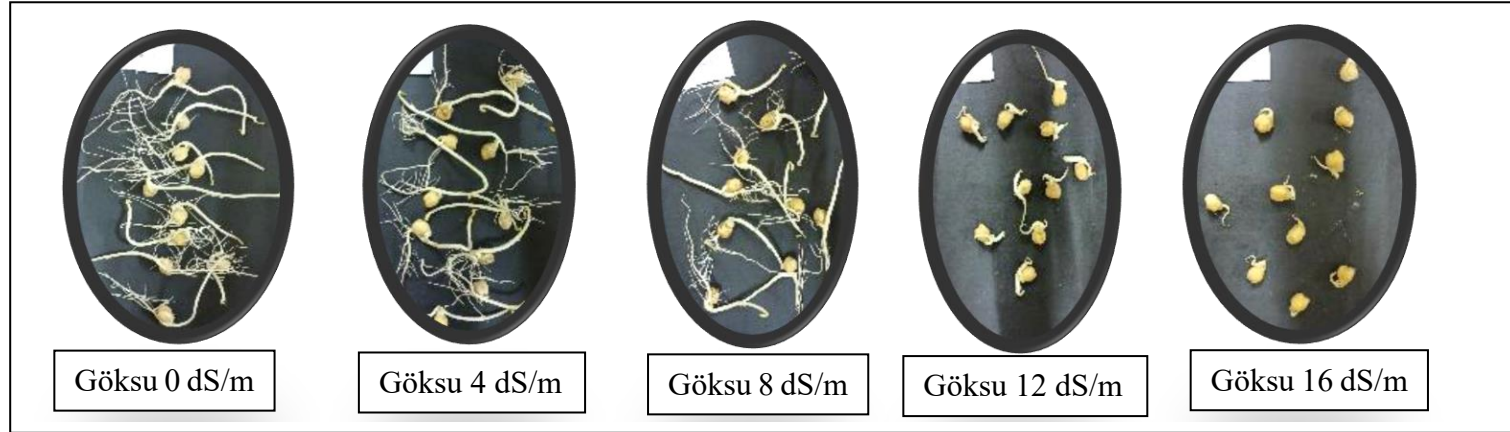
Şekil 5. NaCl dozlarında Çiftçi çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



Şekil 6. NaSO₄ dozlarında Çiftçi çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



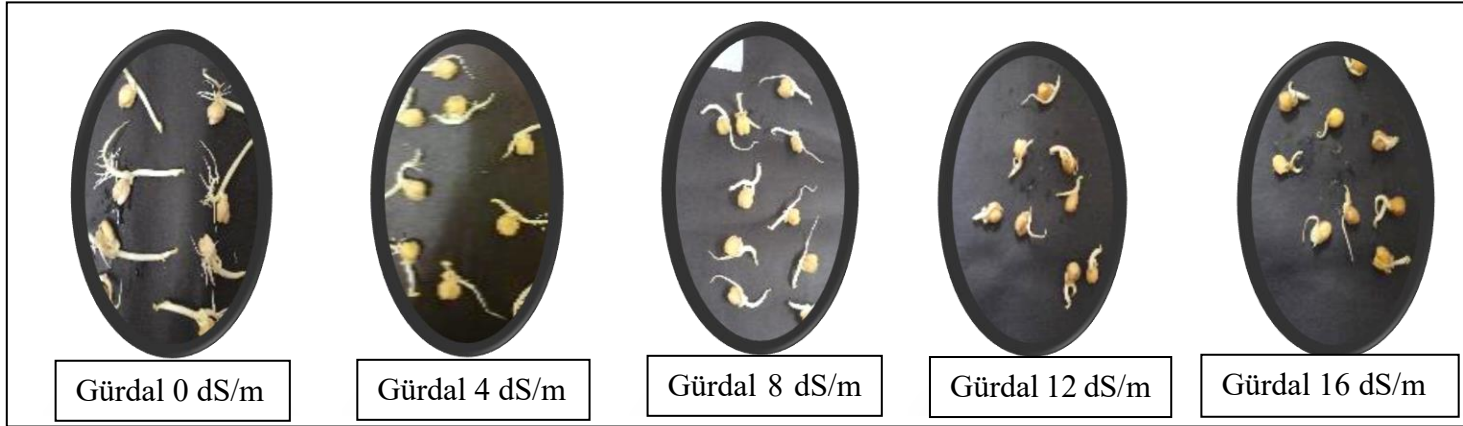
Şekil 7. NaCl dozlarında Göksu çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



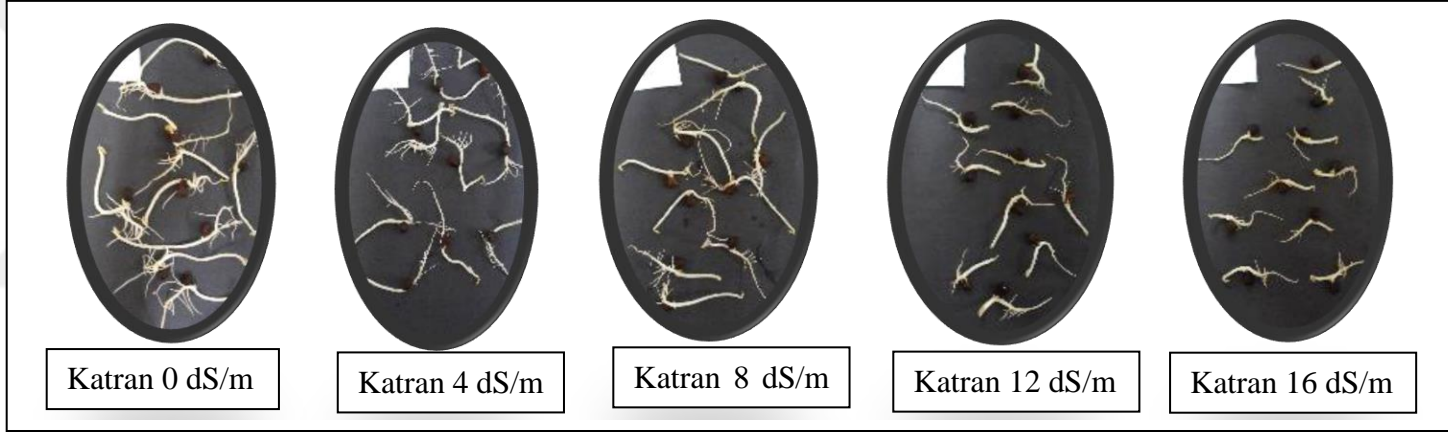
Şekil 8. Na₂SO₄ dozlarında Göksu çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



Şekil 9. NaCl dozlarında Gürdal çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



Şekil 10. NaSO₄ dozlarında Gürdal çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



Şekil 11. NaCl dozlarında Katran çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



Şekil 12. NaSO₄ dozlarında Katran çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



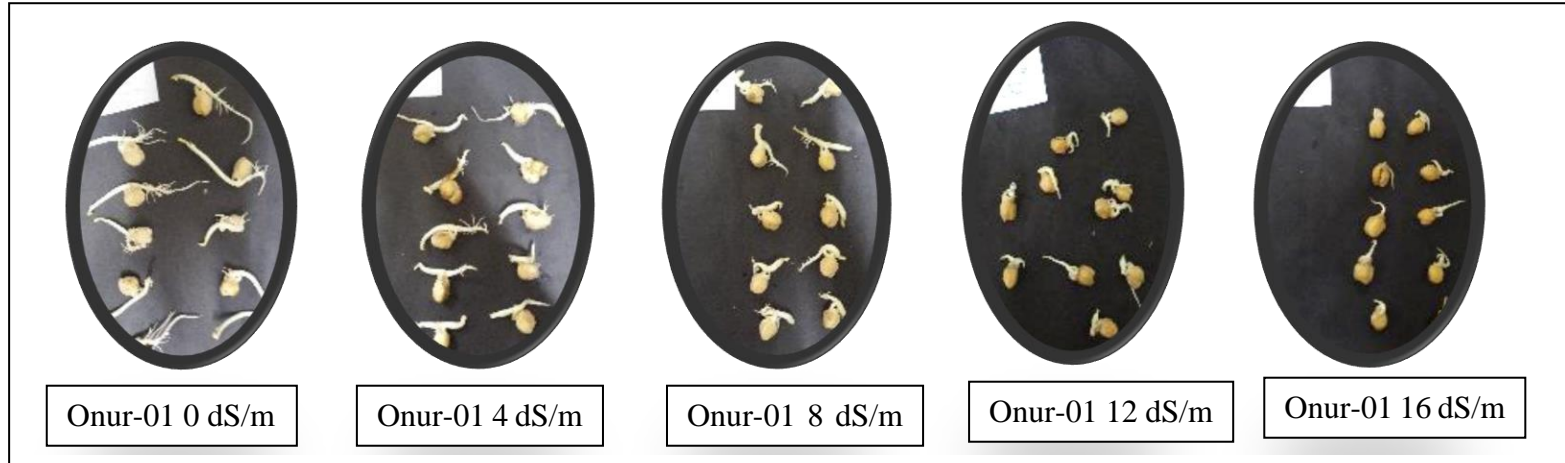
Şekil 13. NaCl dozlarında Nihatbey çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



Şekil 14. NaSO₄ dozlarında Nihatbey çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



Şekil 15. NaCl dozlarında Onur-01 çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



Şekil 16. NaSO₄ dozlarında Onur-01 çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



Şekil 17. NaCl dozlarında Sezgin çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler



Şekil 18. NaSO₄ dozlarında Sezgin çeşidinin radikula ve plumula uzunluklarına ait görüntüler

3.1. Çimlenme yüzdesi

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidinden elde edilen çıkış yüzdesi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	7	33255,6	73,3**
Tuz	1	2398,1	37,0**
Çeşit × Tuz	7	8240,0	18,2**
Doz	4	44934,7	173,4**
Çeşit × Doz	28	14007,7	7,7**
Tuz × Doz	4	877,7	3,4*
Çeşit × Tuz × Doz	28	16842,3	9,3**

** : 0.01 düzeyinde önemli * : 0.05 düzeyinde önemli

Tablo 3.1’de görüldüğü gibi çeşitler, tuzlar ve dozlar arası farklılıklar ile çeşit x tuz, çeşit x doz, ve çeşit x tuz x doz interaksyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde ve tuz x doz interaksyonları 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin çimlenme yüzdesi ortalamaları (%)

Tuz	Doz dS/m	Çeşitler								Ortalama
		Aras	Caner	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatbey	Sezgin	
NaCl	0	99 ^{ab}	89 ^{a-g}	97 ^{abc}	92 ^{a-f}	98 ^{ab}	97 ^{abc}	85 ^{a-1}	100 ^a	94,6
	4	95 ^{a-d}	60 ^{j-o}	90 ^{a-g}	87 ^{a-h}	97 ^{abc}	83 ^{a-j}	87 ^{a-h}	96 ^{abc}	86,9
	8	97 ^{abc}	41 ^{n-q}	71 ^{d-l}	75 ^{b-l}	96 ^{abc}	68 ^{f-l}	75 ^{b-l}	89 ^{a-g}	76,5
	12	86 ^{a-1}	38 ^{o-q}	69 ^{e-1}	64 ^{h-n}	89 ^{a-g}	66 ^{g-m}	85 ^{a-1}	75 ^{b-l}	71,5
	16	55 ^{k-o}	21 ^q	77 ^{a-k}	51 ^{l-p}	77 ^{a-k}	73 ^{c-l}	79 ^{a-k}	62 ^{t-o}	61,9
	Ort	86,4	49,8	80,8	73,8	91,4	77,4	82,2	84,4	78,3 ^b
NaSO ₄	0	97 ^{abc}	89 ^{a-g}	98 ^{ab}	100 ^a	98 ^{ab}	97 ^{abc}	100 ^a	99 ^{ab}	97,3
	4	99 ^{ab}	84 ^{a-j}	97 ^{abc}	98 ^{ab}	97 ^{abc}	90 ^{a-g}	96 ^{abc}	93 ^{a-e}	94,3
	8	98 ^{ab}	68 ^{f-l}	96 ^{abc}	99 ^{ab}	96 ^{abc}	71 ^{d-l}	76 ^{a-k}	92 ^{a-f}	87,0
	12	91 ^{a-f}	66 ^{g-}	42 ^{m-q}	97 ^{abc}	89 ^{a-g}	69 ^{e-1}	73 ^{c-l}	90 ^{a-g}	77,1
	16	91 ^{a-f}	24 ^q	30 ^{p-q}	90 ^{a-g}	77 ^{a-k}	77 ^{a-k}	30 ^{p-q}	86 ^{a-1}	63,1
	Ort	95,2	66,2	72,6	96,8	91,4	80,8	75	92	83,8 ^a
Dozlar Ortalaması	0	98	89	97,5	96	98	97	92,5	99,5	95,9 ^a
	4	97	72	93,5	92,5	97	86,5	91,5	94,5	90,6 ^b
	8	97,5	54,5	83,5	87	96	69,5	75,5	90,5	81,8 ^c
	12	88,5	52	55,5	80,5	89	67,5	79	82,5	74,3 ^d
	16	73	22,5	53,5	70,5	77	75	54,5	74	62,5 ^e
Çeşit Ort.	90,8 ^{ab}	58 ^d	76,7 ^c	83,8 ^b	91,4 ^a	79,1 ^c	78,6 ^c	88,2 ^{ab}		

* : Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidine ait çıkış yüzdeleri (%) incelendiğinde (Tablo 3.2), en fazla çıkış yüzdesi % 100 ile NaCl ve NaSO₄ kontrol dozundan, en düşük çıkış yüzdesi ise % 21 ile NaCl 16 dS/m dozundan elde edilmiştir.

Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin ortalama çimlenme yüzdeleri sırasıyla %90.8, %58, %76.7, %83,8 , %91.4 %79.1, %78,6 ve %88.2 olarak saptanmıştır. Caner çeşidi %58 çıkış yüzdesi ile en fazla, Gürdal çeşidi %91.4 çıkış yüzdesi ile tuz stresinden en az etkilenen çeşit olmuştur.

Sodyum tuzları bakımından ortalama çimlenme yüzdeleri NaCl'de % 78.3 ve NaSO₄'de % 83.8 olarak bulunmuştur. Klor tuzu kaynağı sülfat tuzuna göre çıkış yüzdesini olumsuz yönde daha fazla etkilemiştir.

Doz x çeşit etkileşimine bakıldığında uygulanan 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarından elde edilen çıkış yüzdeleri sırasıyla % 95.9, %90.6 , % 81.8 ,%74.3 ve %62.5'dir. En yüksek çıkış yüzdesi kontrol ve 4 dS/m dozundan elde edilmiştir. Nohut çeşitleri 16 dS/m dozundan çok fazla etkilenerek istatistiksel olarak en düşük gruba girmiştir.

NaCl tuzunda çeşitlerin çıkış ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile %94.6, %86.9, %76.5, %71.5 ve %61.9 çıkış yüzdeleri elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla % 97.3, %94.3,%87.0, %77.1 ve %63.1 çıkış yüzdeleri elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak çıkış yüzdeleri kontrole göre önemli derecede azalmıştır. Elde edilen bulgular Karakullukçu (2009), Güldüren ve Elkoca (2012), Aşçı ve Üney (2015), Özaktan (2018), Turhan(2020), Ercan (2020) ve İnce(2021)'nin sonuçları ile paralellik göstermektedir.

3.2. Kök Uzunluğu

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidinden elde edilen kök uzunluğu verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 3.3'de verilmiştir.

Tablo 3.3 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kök uzunluğuna ilişkin varyans analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	7	40553.64	414.3626**
Tuz	1	846.297	60.5301**
Çeşit × Tuz	7	11199.638	114.4339**
Doz	4	77620.2	1387.917**
Çeşit × Doz	28	12861.501	32.8536**
Tuz × Doz	4	1687.521	30.1743**
Çeşit × Tuz × Doz	28	11271.947	28.7932**
Hata	240	3355.54	-

** : 0.01 düzeyinde önemli

Tablo 3.3’de görüldüğü gibi çeşitler, tuzlar ve dozlar arası farklılıklar ile çeşit x tuz, çeşit x doz, tuz x doz ve çeşit x tuz x doz interaksyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.4’de verilmiştir.

Tablo 3.4 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kök uzunluk ortalamaları (mm)

Tu z	Doz dS/ m	Çeşitler								Ortalama a
		Aras	Caner	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatbe	Sezgin	
NaCl	0	54.5 _{h-m}	25.5 ^{s-} _w	64.4 ^{d-} _h	45.8 ^l _{-n}	74.7 ^{cd}	109.4 _a	66.5 ^{c-} _g	93.4 ^b	66.8
	4	29.8 ^r	21.4 ^{s-1}	38.3 ^{o-r}	29.9 ^r	61.0 ^{f-j}	95.9 ^b	47.4 ^{l-}	48.7 ^{l-}	46.6
	8	24.2 ^s	13.0 ^z	48.9 ^{l-o}	28.5 ^r	63.2 ^{e-1}	73.7 ^{cd}	48.8 ^{l-o}	52.0 ^{l-}	44.0
	12	19.7 ^t	11.9 ¹²	30.5 ^{q-t}	19.3 ^t	45.6 ^{l-}	27.5 ^{r-}	43.7 ^{m-}	24.8 ^{s-}	27.9
	16	13.4	0.0 ³	23.0	13.9	48.7 ^{l-}	17.1 ^{v-}	29.4 ^{r-u}	19.5 ^{t-}	20.6
	Ort	28.3	14.4	41.0	27.5	58.6	64.7	47.2	47.7	41.2 ^a
NaSO ₄	0	60.2 ^l	24.2 ^{s-z}	63.0 ^{e-1}	68.7 ^c	55.5 ^{g-}	67.4 ^{c-}	48.0 ^{l-}	76.0 ^c	57.9
	4	45.5 ^l	23.6 ^{s-z}	49.5 ^{k-}	51.6 ^j	48.0 ^{l-}	62.3 ^{f-j}	63.4 ^{e-}	43.9	48.5
	8	55.7	23.7 ^{s-z}	38.5 ^{o-r}	41.4	42.9 ^{no}	48.3 ^{l-}	31.0 ^{qrs}	38.4 ^o	40.0
	12	24.4 ^s	20.7 ^{s-1}	27.7 ^{r-v}	29.6 ^r	37.1 ^{pq}	47.1 ^{l-}	23.3 ^{s-1}	29.9 ^{r-}	30.0
	16	19.2	5.0 ³⁴	0.0 ³	18.8	16.3 ^{w-}	29.5 ^{r-}	0.0 ³	17.1 ^v	13.2
	Ort	41.0	19.4	35.8	42.0	40.0	50.9	33.1	41.1	37.9 ^b
Dozlar Ortalaması	0	57.3	24.9	63.7	57.2	65.1	88.4	57.3	84.7	62.3 ^a
	4	37.7	22.5	43.9	40.7	54.5	79.1	55.4	46.3	47.5 ^b
	8	40.0	18.3	43.7	35.0	53.1	61.0	39.9	45.2	42.0 ^c
	12	22.0	16.3	29.1	24.4	41.4	37.3	33.5	27.3	28.9 ^d
	16	16.3	2.5	11.5	16.4	32.5	23.3	14.7	18.3	16.9 ^e
Çeşit Ort.	34.7 ^e	34.7 ^e	16.9 ^f	38.4 ^d	34.7 ^e	49.3 ^b	57.8 ^a	40.1 ^d	44.4 ^c	

* : Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidine ait kök uzunluğu ortalamaları incelendiğinde (Tablo 3.4), en fazla kök uzunluğu 93.4 cm ile NaCl’nin

kontrol dozundan, en düşük kök uzunluğu ise 0.0 cm ile NaCl ve NaSO₄'in 16 dS/m dozundan elde edilmiştir.

Çeşitlerin tuzlara göre kök uzunluğu ortalamaları sırasıyla Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin 34.7, 34.7, 16.9, 38.4, 34.7, 49.3, 57.8, 40.1 ve 44.4 cm olarak saptanmıştır. Nihatbey çeşidi 57.8 cm ile en fazla, Çiftçi çeşidi ise 16.9 cm ile tuz stresinden en az etkilenen çeşit olmuştur.

Sodyum tuzları bakımından kök uzunluk ortalamaları NaCl'de 93.4 cm ve NaSO₄'de 76.0 cm olarak bulunmuştur. Sülfat tuzu kaynağı klor tuzuna göre kök uzunluğunu olumsuz yönde daha fazla etkilemiştir.

Doz x çeşit interaksiyonuna bakıldığında uygulanan 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarından elde edilen kök uzunluk ortalamaları sırasıyla 62.3, 47.5, 42.0, 28.9 ve 16.9 cm'dir. En yüksek kök uzunluğu kontrol dozundan elde edilmiştir. Nohut çeşitleri 16 dS/m dozundan çok fazla etkilenerek istatikselsel olarak en düşük gruba girmiştir.

NaCl tuzunda çeşitlerin kök uzunluk ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile 66.8, 46.6, 44.0, 27.9 ve 20.6 cm kök uzunluğu elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla 57.9, 48.5, 40.0, 30.0 ve 13.2 cm kök uzunlukları elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak kök uzunlukları kontrole göre önemli derecede azalmıştır. Elde edilen bulgular Yıldız(2007), Karakullukçu (2009), Aldemir(2014), Aşçı ve Üney (2015), Özaktan (2018), Altun(2019), Zambı(2019), Yılmaz ve Önder(2020), Ercan (2020), İnce(2021) ve Nazlı(2022)'nin sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

3.3. Kök Yaş Ağırlığı

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidinden elde edilen kök yaş ağırlığı verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 3.5'de verilmiştir.

Tablo 3.5 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kök yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	7	47132877,0	24,3**
Tuz	1	355578,0	1,3*
Çeşit × Tuz	7	26224877,0	13,5**
Doz	4	110515506,0	99,8**
Çeşit × Doz	28	25967117,0	3,3**
Tuz × Doz	4	3189400,0	2,9*
Çeşit × Tuz × Doz	28	29929768,0	3,9**
Hata	240	66453062	-

** : 0.01 düzeyinde önemli * : 0.05 düzeyinde önemli

Tablo 3.5 'de görüldüğü gibi çeşitler ve dozlar arası farklılıklar ile çeşit x tuz, çeşit x doz ve çeşit x tuz x doz interaksiyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemlidir. Tuzlar ve tuz x doz interaksiyonu ise istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kök yaş ağırlığı ortalamaları (mg)

Tuz	Doz	Çesitler								Ortalama
		Aras	Cane	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatb	Sezgin	
NaCl	0	2333.	892.3	1884.	1415.	2404.	3402.	2639.	2721.	2211.
	4	1225,	463,3	815,0	3181,	1482,	2970,	1885,	1362,	1673,
	8	738,0	194,0	1318,	723,0	1359,	2105,	1743,	1269,	1181,
	12	637,5	137,8	948,5	498,5	1085,	859,5	1469,	733,3 ^k	796,2
	16	447,5	0,0 ^p	599,5	309,8	1097,	434,5	1018,	518,0 ^k	553,1
	Ort	1076,	337,5	1113,	1225,	1485,8	1954,5	1751,	1320,8	1283,1
NaSO ₄	0	2647.	1204.	1520.	2329.	2516.	1694.	1453.	3276.	2080,
	4	1935,	748,0	1061,	1630,	3234,	1573,	1809,	1812,	1725,
	8	2422,	789,8	874,3	1464,	3822,	1219,	491,3	1450,	1566,
	12	1216.	683,0	680,3	901,0	1157.	1175.	986,0	974,8 ^h	971,9
	16	1018,	120,8	0,0 ^p	481,8	525,0	543,5	0,0 ^p	545,0	404,3
	Ort	1848,	709,1	827,2	1361,	2251,3	1241,3	947,9	1611,9	1349,8
Dozlar Ortalaması	0	2490,	1048,	1702,	1872,	2460,	2548,	2046,	2998,	2145,
	4	1580,	605,6	938,3	2406,	2358,	2271,	1847,	1587,	1699,
	8	1580,	491,9	1096,	1093,	2591,	1662,	1117,	1359,	1374,
	12	927,1	410,4	814,4	699,8	1121,	1017,	1227,	854,0	884,1
	16	732,9	60,4	299,8	395,8	811,1	489,0	509,1	531,5	478,7^e
	Çeşit Ort.	1462,	523,3^d	970,2^c	1293,	1868,5	1597,9	1349,	1466,3	

*: Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidine ait kök yaş ağırlığı ortalamaları incelendiğinde (Tablo 3.6), en fazla kök yaş ağırlığı 3402.5 mg/fide ile NaCl'nin kontrol dozundan, en düşük kök yaş ağırlığı ise 0.0 cm ile NaCl ve NaSO₄'in 16 dS/m dozundan elde edilmiştir.

Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin kök yaş ağırlıkları sırasıyla 1462.2, 523.3, 970.2, 1293.6, 1868.5, 1597.9, 1349.5 ve 1466.3 mg/fide olarak saptanmıştır. Gürdal çeşidi 1868.5 mg/fide ile en fazla, Caner çeşidi ise 523.3 mg/fide ile tuz stresinden en az etkilenen çeşit olmuştur.

Sodyum tuzları bakımından kök yaş ağırlıkları NaCl'de 1283.1 mg/fide ve NaSO₄'de 1349.8 mg/fide olarak bulunmuştur. Klor tuzu kaynağı sülfat tuzuna göre kök yaş ağırlıkları olumsuz yönde daha fazla etkilemiştir.

Doz x çeşit interaksiyonuna bakıldığında uygulanan 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarından elde edilen kök yaş ağırlıkları sırasıyla 2145.9, 1699.4, 1374.1, 884.1 ve 478.7 mg/fide'dir. En yüksek kök yaş ağırlığı kontrol dozundan elde edilmiştir. Nohut çeşitleri 16 dS/m dozundan çok fazla etkilenerek istatistiksel olarak en düşük gruba girmiştir.

NaCl tuzunda çeşitlerin kök uzunluk ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile 2211.7, 1673.1, 1181.4, 796.2 ve 553.1 mg/fide kök yaş ağırlıkları elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla 2080.2, 1725.7, 1566.7, 971.9 ve 404.3 mg/fide kök yaş ağırlıkları elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak kök yaş ağırlıkları kontrole göre önemli derecede azalmıştır. Gürdal çeşidinde kontrolden 8 dS/m dozuna kadar artmalar görülmekte olup, çeşidin 8 dS/m duyarlı olduğu görülmektedir. Elde edilen bulgular Adıyaman(2005), Yıldız(2007), Karakullukçu(2009), Aldemir(2014), Aşçı ve Üney(2015), Özaktan(2018), Zambı(2019) ve Altun(2019) sonuçları artan tuz konsantrasyonlarına uyguladıkları bitkilerde azalmalar meydana gelmiş olup bizim sonuçlarımız ile de paralellik göstermektedir.

3.4. Kök Kuru Ağırlığı

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidinden elde edilen kök yaş ağırlığı verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kök kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	7	160796,9	87,4**
Tuz	1	8435,8	32,1**
Çeşit × Tuz	7	174922,5	95,1**
Doz	4	457521,7	435,2**
Çeşit × Doz	28	80814,8	11,0**
Tuz × Doz	4	14957,2	14,2**
Çeşit × Tuz × Doz	28	95857,7	13,0**
Hata	240	63083,2	-

** : 0.01 düzeyinde önemli

Tablo 3.7 'de görüldüğü gibi çeşitler, tuzlar ve dozlar arası farklılıklar ile çeşit x tuz, çeşit x doz, tuz x doz ve çeşit x tuz x doz interaksyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3.8 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kök kuru ağırlığı ortalamaları (mg)

Tu z	Doz dS/ m	Çeşitler								Ortala ma
		Aras	Caner	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatbey	Sezgin	
NaCl	0	154,8	63,5 ^t	127,5	100,8	150,8	236,0	171,8	207,8 ^a	151,6
	4	59,8 ^t	35,0 ^z	54,5 ^v	64,3 ^r	79,5 ^o	202,8	107,3	92,8 ^m	87,0^c
	8	32,8 ^l	17,3 ³	79,0 ^o	42,5 ^x	71,3	136,8	99,0 ^m	90,5 ^m	71,1^d
	12	32,3 ^l	13,3 ⁴	60,0 ^t	32,0 ^l	67,3 ^r	59,5 ^t	109,8	45,8 ^w	52,5^e
	16	18,3 ²	0,0 ⁶	45,0	16,8 ³	69,0 ^q	18,3 ²	72,5	38,8 ^{y-6}	34,8^f
	Ort	59,6	25,8	73,2	51,3	87,6	130,7	112,1	95,1	79,4^b
NaSO ₄	0	183,8	98,5 ^m	86,3 ⁿ	173,0	165,3	72,5 ^q	110,5	246,3 ^a	142,0
	4	125,0	47,3	61,3 ^s	125,3	116,5	72,3 ^q	149,0	157,0 ^d	106,7
	8	193,3	61,5 ^s	49,0 ^w	131,0	111,5	57,3 ^u	32,0 ^l	137,8 ^f	96,7^{bc}
	12	76,5 ^p	53,8 ^v	46,0	75,0 ^q	105,5	56,5 ^v	67,0 ^r	83,5 ^{n-z}	70,5^d
	16	69,5	7,5 ⁵⁶	0,0 ⁶	38,8 ^y	44,3 ^w	42,3 ^x	0,0 ⁶	57,8 ^{u-4}	32,5^f
	Ort	129,6	53,7	48,5	108,6	108,6	60,2	71,7	136,5	89,7^a
Dozlar Ortalaması	0	169,3	81,0	106,9	136,9	158,0	154,3	141,1	227,0	146,8
	4	92,4	41,1	57,9	94,8	98,0	137,5	128,1	124,9	96,8^b
	8	113,0	39,4	64,0	86,8	91,4	97,0	65,5	114,1	83,9^c
	12	54,4	33,5	53,0	53,5	86,4	58,0	88,4	64,6	61,5^d
	16	43,9	3,8	22,5	27,8	56,6	30,3	36,3	48,3	33,7^e
Çeşit Ort.	94,6b	39,8e	60,9d	79,9c	98,1b	95,4b	91,9b	115,8a		

*: Harfler 0,05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidine ait kök kuru ağırlığı ortalamaları incelendiğinde (Tablo 3.8), en fazla kök yaş ağırlığı 246.3 mg/fide ile NaSO₄'ün kontrol dozundan, en düşük kök yaş ağırlığı ise 0,0 cm ile NaCl ve NaSO₄'in 16 dS/m dozundan elde edilmiştir.

Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin kök yaş ağırlıkları sırasıyla 94.6, 39.8, 60.9, 79.9, 98.1, 95.4, 91.9 ve 115.8 mg/fide olarak saptanmıştır. Sezgin çeşidi 115.8 mg/fide ile en fazla, Caner çeşidi ise 39.8 mg/fide ile tuz stresinden en az etkilenen çeşit olmuştur.

Sodyum tuzları bakımından kök kuru ağırlıkları NaCl'de 79.4 mg/fide ve NaSO₄'de 89.7 mg/fide olarak bulunmuştur. Klor tuzu kaynağı sülfat tuzuna göre kök kuru ağırlıkları olumsuz yönde daha fazla etkilemiştir.

Doz x çeşit interaksiyonuna bakıldığında uygulanan 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarından elde edilen kök kuru ağırlıkları sırasıyla 146.8, 96.8, 83.9, 61.5 ve 33.7 mg/fide'dir. En yüksek kök kuru ağırlığı kontrol dozundan elde edilmiştir. Nohut çeşitleri 16 dS/m dozundan çok fazla etkilenerek istatistiksel olarak en düşük gruba girmiştir.

NaCl tuzunda çeşitlerin kök uzunluk ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile 151.6, 87.0, 71.1, 52.5 ve 34.8 mg/fide kök kuru ağırlıkları elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla 142.0, 106.7, 96.7, 70.5 ve 32.5 mg/fide kök yaş ağırlıkları elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak kök yaş ağırlıkları kontrole göre önemli derecede azalmıştır, fakat Çiftçi'nin NaCl tuzunda, Aras ve Göksu Çeşidinin NaSO₄ tuzunda dalgalanmalar olduğu görülmekte olup, çeşitlerin tuza toleranslarından kaynaklı düşünülmektedir. Elde edilen bulgular Adıyaman(2005), Yıldız(2007), Karakullukçu(2009), Aldemir(2014), Aşçı ve Üney(2015), Özaktan(2018), Zambı(2019) ve Altun(2019)'nun yaptıkları kontrolden başlayarak tuz konsantrasyonlarının artması ile birlikte kök kuru ağırlıkları yoğunluğa göre azalma göstermekte olup sonuçlarımız ile paralellik göstermektedir.

3.5. Fide Uzunluğu

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidinden elde edilen fide uzunluğu verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide uzunluk ortalamaları ilişkin varyans analizi(mm)

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	7	31435,43	528,2928**
Tuz	1	1243,215	146,2512**
Çeşit × Tuz	7	8150,677	136,9774**
Doz	4	73936,06	2174,451**
Çeşit × Doz	28	10817,8	45,45**
Tuz × Doz	4	1204,701	35,4301**
Çeşit × Tuz × Doz	28	7767,869	32,636**
Hata	240	2040,13	-

** : 0.01 düzeyinde önemli

Tablo 3.9 'da görüldüğü gibi çeşitler, tuzlar ve dozlar arası farklılıklar ile çeşit x tuz, çeşit x doz, tuz x doz ve çeşit x tuz x doz etkileşimleri istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide uzunluk ortalamaları (mm)

Tu z	Doz dS/ m	Çeşitler								Ortalama a
		Aras	Caner	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatbe	Sezgin	
NaCl	0	53,8 ^f	22,4 ^o	58,4 ^e	39,1 ^g	84,1^a	74,9 ^b	50,2 ^f	69,6 ^c	56,6
	4	21,9 ^{o-t}	9,9 ⁻	20,2 ^p	17,5 ^{a-}	58,2 ^e	81,6 ^a	37,8 ^{gh}	40,9 ^g	36,0
	8	10,9 ^v	5,5 ¹⁻⁴	28,7 ^j	11,8 ^{u-}	52,7 ^f	62,9 ^d	35,3 ^{g-l}	34,9 ^g	30,3
	12	9,7 ^{w-}	3,0 ²³⁴	17,3 ^{s-}	8,4 ^{x-4}	29,3 ^{l-}	15,3 ^{t-}	26,3 ^{m-r}	12,8 ^u	15,3
	16	3,1 ²³⁴	0,0 ⁴	9,9 ^{w-}	6,1 ^{y-4}	26,0 ⁿ	5,6 ^{z-4}	21,7 ^{o-t}	10,5 ^v	10,4
	Ort	19,8	8,2	26,9	16,6	50,1	48,1	34,3	33,8	29,7^a
	NaSO ₄	0	53,2 ^f	22,0 ^o	35,9 ^g	53,4 ^f	51,4 ^f	72,8 ^c	38,5 ^{gh}	49,9 ^f
4		34,4 ^g	10,2 ^v	27,7 ^k	35,4 ^{g-}	37,0 ^g	50,1 ^f	52,1 ^f	36,2 ^g	35,4
8		29,5 ^{l-}	11,1 ^v	19,0 ^q	22,2 ^{o-}	27,3 ^{l-}	27,1 ^{l-}	18,3 ^{r-w}	31,4 ^h	23,2
12		11,6 ^u	11,6 ^u	11,9 ^u	14,6 ^{t-}	17,9 ^{r-}	28,8 ^j	11,7 ^{u-2}	21,7 ^o	16,2
16		9,7 ^{w-}	2,5 ^{w-3}	0,0 ⁴	9,8 ^{w-3}	6,1 ^{y-4}	14,3 ^{t-}	0,0 ⁴	12,5 ^u	6,9
Ort		27,7	11,5	18,9	27,1	27,9	38,6	24,1	30,3	25,8^b
Dozlar Ortalaması		0	53,5	22,2	47,1	46,2	67,8	73,8	44,4	59,7
	4	28,2	10,1	24,0	26,5	47,6	65,9	45,0	38,6	35,7 ^b
	8	20,2	8,3	23,8	17,0	40,0	45,0	26,8	33,1	26,8 ^c
	12	10,7	7,3	14,6	11,5	23,6	22,0	19,0	17,3	15,7 ^d
	16	6,4	1,2	5,0	7,9	16,1	10,0	10,9	11,5	8,6 ^e
	Çeşit Ort.	23,8^e	9,8^f	22,9^e	21,8^e	39,0^b	43,3^a	29,2^d	32,0^c	

* : Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Sekiz nohut çeşitlerine uygulanan sülfat tuzları ve dozlarının fide uzunlukları incelendiğinde (Tablo 3.10), en fazla kök yaş ağırlığı 84.1 cm ile NaCl'nin kontrol dozundan, en düşük fide uzunlukları ise 0.0 cm ile NaCl ve NaSO₄'in 16 dS/m dozundan elde edilmiştir.

Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin fide uzunlukları sırasıyla 23.8, 9.8, 22.9, 21.8, 39.0, 43.3, 29.2 ve 32.0 cm olarak saptanmıştır. Katran çeşidi 43.3 cm ile en fazla, Caner çeşidi ise 9.8 cm ile tuz stresinden en az etkilenen çeşit olmuştur.

Sodyum tuzları bakımından fide uzunluk ortalamaları NaCl'de 29.7 cm ve NaSO₄'de 25.8 cm olarak bulunmuştur. Sülfat tuzu kaynağı klor tuzuna göre fide uzunluk ortalamaları olumsuz yönde daha fazla etkilemiştir.

Doz x çeşit interaksiyonuna bakıldığında uygulanan 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarından elde edilen fide uzunluk ortalamaları sırasıyla 51.8, 35.7, 26.8, 15.7 ve 8.6 cm'dir. En yüksek fide uzunluğu kontrol dozundan elde edilmiştir. Nohut çeşitleri 16 dS/m dozundan çok fazla etkilenerek istatistiksel olarak en düşük gruba girmiştir.

NaCl tuzunda çeşitlerin fide uzunluk ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile 47.1, 35.4, 23.2, 16.2 ve 6.9 cm fide uzunluk ortalamaları elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla 47.1, 35.4, 23.2, 16.2 ve 6.9 cm fide uzunluk ortalamaları elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak fide uzunlukları kontrole göre önemli derecede azalmıştır. Elde edilen bulgular artan tuz konsantrasyonlarında fide uzunluklarının azaldığını belirlemekte, Karakullukçu (2009), Aldemir(2014), Karaman ve Kaya(2014), Özaktan (2018), Zambı(2019), Altun(2019), Yılmaz ve Önder(2020) ve Ercan (2020)'nin sonuçları ile paralellik göstermektedir.

3.6 Fide Yaş Ağırlığı

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan 8 nohut çeşidinden elde edilen fide yaş ağırlığı verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.11 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	7	64734319,00	124,3**
Tuz	1	32583,00	0,4*
Çeşit × Tuz	7	15845757,00	30,4**
Doz	4	158382719,00	532,4**
Çeşit × Doz	28	24719753,00	11,9**
Tuz × Doz	4	5425434,00	18,2**
Çeşit × Tuz × Doz	28	29352724,00	14,1**
Hata	240	17848672	-

** : 0.01 düzeyinde önemli * : 0,05 düzeyinde önemli

Tablo 3.11 'de görüldüğü gibi çeşitler ve dozlar arası farklılıklar ile çeşit x tuz, çeşit x doz, tuz x doz ve çeşit x tuz x doz interaksiyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tuzlar istatistiksel olarak 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.12'de verilmiştir.

Tablo 3.12 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide yaş ağırlığına ortalamaları (mg)

Tu z	Do z	Çeşitler								Ortala
		Aras	Caner	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatb	Sezgin	
NaCl	0	3107,	1454,	2136,	1827,	3580,	3431,	2976,	2971,	2685,
	4	1212 ⁿ	517,5	1135,	1171,	2176,	3803,	2134,	1851,	1750,
	8	613 ^{z-9}	241,3	1663,	812,5	1870,	3261,	1751,	1717,	1491,
	12	603,2	59,5 ⁶⁷	870,8	536,5	1068,	1141,	1158,0 ⁿ⁻	736	771,7
	16	159 ⁵⁶	0,0 ⁷	652,0	364,5	918,5 ^t	286,8	1155,	627,5 ^y	520,5
	Ort	1139,0	454,5	1291,5	942,5	1923,0	2385,	1835,	1580,7	1443,9
NaSO ₄	0	2741,	1416,	1966,	2532,	2390,	2828,	2083,	1969,	2241,
	4	1709,	531,5	1443,	2285,	3395,	2066,	2749,	1504,	1960,
	8	2061,	940,0	1207,	1670,	3686,	1538,	841,8	1517,	1682,
	12	701,3	845,0 ^t	703,5	1002,	1219,	1556,	1010,	1002,	1005,
	16	691,3	80,3 ⁶⁷	0,0 ⁷	642,5	444,8	842,5	0,0 ⁷	746,0 ^u	430,9
	Ort	1580,9	762,7	1064,0	1626,8	2227,2	1766,	1336,	1348,0	1464,1
Dozlar Ortalaması	0	2924,	1435,	2051,	1435,	2985,	3130,	2529,	2470,	2463,
	4	1460,	524,5	1289,	524,5	2786,	2935,	2441,	1678,	1855,
	8	1337,	590,6	1435,	590,6	2778,	2400,	1296,	1617,	1587,
	12	652,3	452,3	787,1	452,3	1143,	1348,	1084,	869,4	888,4
	16	425,1	40,1	326,0	40,1	681,6	564,6	577,8	686,8	475,7_e
Çeşit Ort.	1359,	608,6	1177,	1284,	2075,	2075,	1586,	1464,		

* : Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidine ait fide yaş ağırlığı ortalamaları incelendiğinde (Tablo 3.12), en fazla fide yaş ağırlığı 3583.5 mg/fide ile NaCl'nin 4 dS/m dozundan, en düşük fide yaş ağırlığı ise 0.0 cm ile NaCl ve NaSO₄'ün 16 dS/m dozundan elde edilmiştir.

Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin fide yaş ağırlığı ortalamaları sırasıyla 135.9, 608.6, 1177.8, 1284.6, 2075.1, 2075.7, 1586.1 ve 1464.3 mg/fide olarak saptanmıştır. Katran çeşidi 2075.7 mg/fide ile en az, Caner çeşidi ise 608.6 mg/fide ile tuz stresinden en fazla etkilenen çeşit olmuştur.

Fide yaş ağırlığı ortalamaları sodyum tuzları bakımından NaCl'de 1443.9 mg/fide ve NaSO₄'de 1464.1 mg/fide olarak bulunmuştur. Klor tuzu kaynağı sülfat tuzuna göre fide yaş ağırlığı ortalamaları olumsuz yönde daha fazla etkilemiştir.

Doz x çeşit interaksiyonuna bakıldığında uygulanan 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarından elde edilen fide yaş ağırlığı ortalamaları sırasıyla 2463.4, 1855.5, 1587.1, 888.4 ve 475.7 mg/fide'dir. Nohut çeşitleri 16 dS/m dozundan çok fazla etkilenerek istatistiksel olarak en düşük gruba girmiştir.

NaCl tuzunda çeşitlerin fide yaş ağırlığı ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile 2685.7, 1750.3, 1491.4, 771.4 ve 520.5 mg/fide fide yaş ağırlık ortalamaları elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla 2241.0, 1960.7, 1682.8, 1005.1 ve 430.9 fide yaş ağırlık ortalamaları elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak fide yaş ağırlığı kontrole göre önemli derecede azalmıştır. Elde edilen bulgular Adıyaman(2005), Karakullukçu (2009), Aldemir(2014), Karaman ve Kaya(2014), Asçı ve Üney(2015), Özaktan (2018), Zambı(2019), Altun(2019) ve Ercan (2020)'nin sonuçları ile paralellik göstermektedir.

3.7.Fide Kuru Ağırlığı

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidinden elde edilen fide kuru ağırlığı verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 3.13'de verilmiştir.

Tablo 3.13 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide kuru ağırlık ilişkin varyans analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	7	310007,6	98,2**
Tuz	1	1642,6	3,6*
Çeşit × Tuz	7	166644,1	52,8**
Doz	4	715769,5	396,7**
Çeşit × Doz	28	143271,4	11,3**
Tuz × Doz	4	36974,2	20,5**
Çeşit × Tuz × Doz	28	180297,0	14,3**
Hata	240	108269,3	-

** : 0.01 düzeyinde önemli * : 0,05 düzeyinde önemli

Tablo 3.13 'de görüldüğü gibi çeşitler ve dozlar arası farklılıklar ile çeşit x tuz, çeşit x doz, tuz x doz ve çeşit x tuz x doz interaksiyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tuzlar istatistiksel olarak 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.14'de verilmiştir.

Tablo 3.14 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide kuru ağırlık ortalamaları (mg)

Tu z	Doz dS/	Çeşitler								Orta la ma
		Aras	Caner	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatbe	Sezgin	
NaCl	0	209,0	109,8	136,5	119,3	229,0	289,0 ^a	235,5 ^b	260,0 ^a	198,5
	4	58,3 ^x	37,8 ³⁻	94,3 ^m	66,8 ^{u-}	138,0	310,8^a	153,5 ^f	119,5 ¹	122,3
	8	25,3 ⁶⁻	19,8 ⁷⁻	137,3	56,8	123,8	260,8 ^a	132,0 ¹	135,3 ^h	111,3
	12	30,5 ⁴⁻	8,0 ⁹¹⁰	64,5 ^{v-}	44,3 ¹⁻	65,3 ^{v-}	90,8 ⁿ⁻	101,3 ¹	58,0 ^{x-}	57,8^d
	16	18,0 ⁸⁻	0,0 ¹¹	56,8	8,5 ⁹¹⁰	85,8 ^{q-}	21,0 ⁷⁻	101,3 ¹	53,8 ^{z-}	43,1^{ef}
	Ort	68,2	35,1	97,9	59,1	128,4	194,5	144,7	125,3	106,6^a
NaSO ₄	0	179,3	112,8	127,5	197,8	158,0	168,0 ^e	146,0 ^g	179,5 ^d	158,6
	4	93,0 ⁿ⁻	27,0 ⁵⁻	95,5 ^m	173,0	88,8 ^{o-}	130,5 ¹	214,3 ^c	153,0 ^f	121,9
	8	162,8	83,0 ^{q-}	77,0 ^{s-}	141,3	87,8 ^{p-}	118,0 ¹	55,0 ^{v-}	151,5 ^f	109,5
	12	26,5 ⁶⁻	71,5 ^{t-}	49,8	95,0 ^m	152,0	107,5 ^k	77,8 ^{r-8}	102,3 ¹	85,3^e
	16	43,5 ¹⁻	5,0 ¹⁰¹	0,0 ¹¹	61,5 ^w	42,8 ²⁻	57,0 ^{x-}	0,0 ¹¹	71,8 ^{t-9}	35,2^f
	Ort	101,0	59,9	70,0	133,7	105,9	116,2	98,6	131,6	102,1^a
Dozlar Ortalaması	0	194,1	111,3	132,0	158,5	193,5	228,5	190,8	219,8	178,5
	4	75,6	32,4	94,9	119,9	113,4	220,6	183,9	136,3	122,1
	8	94,0	51,4	107,1	99,0	105,8	189,4	93,5	143,4	110,4
	12	28,5	39,8	57,1	69,6	108,6	99,1	89,5	80,1	71,5^d
	16	30,8	2,5	28,4	35,0	64,3	39,0	50,6	62,8	39,2^e
Çeşit Ort.	84,6^c	47,5^d	83,9^c	96,4^c	117,1^b	155,3^a	121,7^b	128,5^b		

* : Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidine ait fide kuru ağırlığı ortalamaları incelendiğinde (Tablo 3.14), en fazla fide kuru ağırlığı 310.8 mg/fide ile NaCl'nin 4 dS/m dozundan, en düşük fide yaş ağırlığı ise 0,0 cm ile NaCl ve NaSO₄'in 16 dS/m dozundan elde edilmiştir.

Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin fide kuru ağırlığı ortalamaları sırasıyla 84.6, 47.5, 83.9, 96.4, 117.1, 155.3, 121.7 ve 128.5 mg/fide olarak saptanmıştır. Katran çeşidi 155.3 mg/fide ile en fazla, Caner çeşidi ise 47.5 mg/fide ile tuz stresinden en az etkilenen çeşit olmuştur.

Sodyum tuzları bakımından fide kuru ağırlığı ortalamaları NaCl'de 106.6 mg/fide ve NaSO₄'de 102.1 mg/fide olarak bulunmuştur. Sülfat tuzu kaynağı klor tuzuna göre fide kuru ağırlığı ortalamaları olumsuz yönde daha fazla etkilemiştir.

Doz x çeşit interaksiyonuna bakıldığında uygulanan 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarından elde edilen fide kuru ağırlık ortalamaları sırasıyla 178.5, 122.1, 110.4, 71.5 ve 39.2 mg/fide'dir. En yüksek fide kuru ağırlığı kontrol dozundan elde edilmiştir. Nohut çeşitleri 16 dS/m dozundan çok fazla etkilenerek istatistiksel olarak en düşük gruba girmiştir.

NaCl tuzunda çeşitlerin fide kuru ağırlık ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile 198.5, 122.3, 111.3, 57.8 ve 43.1 mg/fide fide kuru ağırlık ortalamaları elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla 158.6, 121.9, 109.5, 85.3 ve 35.2 fide kuru ağırlık ortalamaları elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak fide kuru ağırlık ortalamaları kontrole göre önemli derecede azalmıştır. Elde edilen bulgular Adıyaman(2005), Karakullukçu (2009), Aldemir(2014), Karaman ve Kaya(2014), Asçı ve Üney(2015), Özaktan (2018), Zambı(2019), Altun(2019) ve Ercan (2020)'nin yaptığı tez ve araştırma sonuçları ile fide kuru ağırlıklarının kontrole göre önemli derecede azalmalar olduğunu belirlemişlerdir ve yaptığımız sonuçlar ile de paralellik göstermektedir.

3.8. Çimlenme Enerjisi

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan nohut çeşitlerinin çimlenme enerjisine yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 3.15'de verilmiştir.

Tablo 3.15 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin çimlenme enerjisine ilişkin varyans analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	7	50241,6	69,458**
Tuz	1	6125	59,274**
Çeşit × Tuz	7	12019	16,616**
Doz	4	60255,7	145,780**
Çeşit × Doz	28	19993,9	6,910**
Tuz × Doz	4	3129,5	7,571**
Çeşit × Tuz × Doz	28	21846,5	7,551**
Hata	240	24800	-

** : 0.01 düzeyinde önemli * : 0.05 düzeyinde önemli

Tablo 3.15’de görüldüğü gibi çeşitler, tuzlar ve dozlar arası farklılıklar ile çeşit x tuz, çeşit x doz, tuz x doz ve çeşit x tuz x doz interaksyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.16’da verilmiştir.

Tablo 3.16 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin çimlenme enerjisinin ortalamaları (%)

Tuz	Doz dS/m	Çeşitler								Ortalama
		Aras	Caner	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatbey	Sezgin	
NaCl	0	99 ^{ab}	73 ^a	90 ^{abc}	88 ^{a-g}	98 ^{ab}	97 ^{abc}	90 ^{a-f}	100 ^a	92,8 ^a
	4	95 ^{a-d}	37 ^{o-s}	90 ^{a-f}	66 ^{d-o}	97 ^{abc}	54 ^{i-r}	66 ^{d-o}	67 ^{c-o}	71,5 ^{bc}
	8	97 ^{abc}	34 ^{p-s}	71 ^{a-m}	56 ^{h-q}	96 ^{a-d}	62 ^{f-p}	56 ^{h-q}	89 ^{a-g}	70,1 ^{bc}
	12	43 ^{m-s}	28 ^{q-s}	69 ^{b-n}	56 ^{h-q}	89 ^{a-g}	60 ^{f-p}	56 ^{h-q}	75 ^{a-l}	59,5 ^d
	16	28 ^{q-s}	20 ^s	77 ^{a-k}	39 ^{n-s}	77 ^{a-k}	64 ^{e-p}	50 ^{i-s}	47 ^{k-s}	50,3 ^e
	Ort	72,4	38,4	80,8	61	91,4	67,4	63,6	75,6	68,8 ^b
NaSO ₄	0	96 ^{a-d}	73 ^a	98 ^{ab}	98 ^{ab}	98 ^{ab}	97 ^{abc}	94 ^{a-e}	95 ^{a-d}	93,6 ^a
	4	99 ^{ab}	70 ^a	97 ^{abc}	95 ^{a-d}	97 ^{abc}	90 ^{a-f}	96 ^{a-d}	88 ^{a-g}	91,5 ^a
	8	98 ^{ab}	59 ^g	96 ^{a-d}	79 ^{a-j}	96 ^{a-d}	71 ^{a-m}	38 ^{o-s}	83 ^{a-i}	77,5 ^b
	12	89 ^{a-g}	60 ^{f-p}	28 ^{q-s}	82 ^{a-i}	89 ^{a-g}	69 ^{b-n}	45 ^{l-s}	86 ^{a-h}	68,5 ^c
	16	84 ^{a-i}	24 ^{rs}	22 ^s	72 ^a	77 ^{a-k}	77 ^{a-k}	25 ^{rs}	73 ^{a-m}	56,8 ^{de}
	Ort	93,2	57,2	68,2	85,2	91,4	80,8	59,6	85	77,6 ^a
Dozlar Ortalaması	0	97,5	73	97,5	93	98	97	92	97,5	93,2 ^a
	4	97	53,5	93,5	80,5	97	72	81	77,5	81,5 ^b
	8	97,5	46,5	83,5	67,5	96	66,5	47	86	73,8 ^c
	12	66	44	48,5	69	89	64,5	50,5	80,5	64,0 ^d
	16	56	22	49,5	55,5	77	70,5	37,5	60	53,5 ^e
Çeşit Ort.	82,8 ^b	47,8 ^f	74,5 ^{cd}	73,1 ^d	91,4 ^a	74,1 ^{cd}	61,6 ^e	80,6 ^{bc}		

*: Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan nohut çeşitlerine ait çimlenme enerjisi ortalamaları incelendiğinde (Tablo 3.16), en fazla çimlenme enerjisi NaCl'nin kontrol dozundan, en düşük NaCl 'nin 16 dS/m dozundan elde edilmiştir.

Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin çimlenme enerjisi ortalamaları sırasıyla % 82.8, 47.8, 74.5, 73.1, 91.4, 74.1, 61.6 ve 80.6 olarak saptanmıştır. Gürdal çeşidi %91.4 ile en az, Caner çeşidi ise %47.8 ile tuz stresinden en fazla etkilenen çeşit olmuştur.

Sodyum tuzları bakımından çimlenme enerjisi ortalamaları NaCl'de %68.8 ve NaSO₄'de %77.6 olarak bulunmuştur. Klor tuzu kaynağı sülfat tuzuna göre çimlenme yüzdesi ortalamaları olumsuz yönde daha fazla etkilemiştir.

Doz x çeşit etkileşimine bakıldığında uygulanan 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarından elde edilen çimlenme yüzdesi ortalamaları sırasıyla %93.2, 81.5, 73.8, 64.0 ve 53.5'dir. En yüksek çimlenme yüzdesi ortalamaları kontrol dozundan elde edilmiştir. Nohut çeşitleri 16 dS/m dozundan çok fazla etkilenerek istatistiksel olarak en düşük gruba girmiştir.

NaCl tuzunda çeşitlerin çimlenme yüzdesi ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile %92.8, 71.5, 70.1, 59.5 ve 50.3 elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla %93.6, 91.5, 77.5, 68.5 ve 56.8 çimlenme yüzdesi ortalamaları elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak çimlenme yüzdesi ortalamaları kontrole göre önemli derecede azalmıştır.

3.9. Fide Canlılık İndeksi

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidinden elde edilen fide canlılık indeksine yapılan analiz sonuçları Tablo 3.17'da verilmiştir.

Tablo 3.17 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide canlılık indeksine ilişkin varyans analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	7	12084684	214,453**
Tuz	1	69863	8,6784*
Çeşit × Tuz	7	3543862	62,8889**
Doz	4	32718409	1016,078**
Çeşit × Doz	28	4281814	18,9961**
Tuz × Doz	4	452058	14,0388**
Çeşit × Tuz × Doz	28	2543467	11,284**
Hata	240	1932041	-

** : 0.01 düzeyinde önemli * : 0.05 düzeyinde önemli

Tablo 3.17’de görüldüğü gibi çeşitler, tuzlar ve dozlar arası farklılıklar ile çeşit x tuz, çeşit x doz, tuz x doz ve çeşit x tuz x doz interaksyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.18’de verilmiştir.

Tablo 3.18 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin fide canlılık indeksi ortalamaları

Tu z	Doz dS/ m	Çeşitler								Ortala ma
		Aras	Caner	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatbe	Sezgin	
NaCl	0	1070,	426,	1189,	781,2	1555,	1786,	992,6	1630,	1179,
	4	490,6 ^r	190,	526,2	413,0	1156,	1465,	743,0 ^l	859,4	730,5
	8	339,5	75,8 ³	550,4	301,7	1114,	933,6	633,9	774,4 ^l	590,5
	12	252,6	56,2 ⁴	330,4	177,3	666,3	284,0	592,6	283,4	330,3
	16	90,8 ³⁻	0,0 ⁶	255,4	106,5	574,9	167,8	404,9	185,8	223,2
	Ort	448,8	149,8	570,4	355,9	1013,4	927,4	673,4	746,6	610,7^a
NaSO ₄	0	1100,	413,	967,2 ^f	1220,	1047,	1359,	865,4	1245,	1027,
	4	792,6	285,	748,4 ^l	853,6	823,9 ^j	1009,	1109,	745,1 ^l	796,0
	8	835,9 ^l	237,	552,5	630,3	673,6	539,9	373,7 ^t	642,5	560,7
	12	328,4	213,	166,2	428,8	488,9 ^f	525,3	256,5	463,7 ^s	358,9
	16	263,3	17,1 ⁵	0,0 ⁶	257,0	172,7	338,2	0,0 ⁶	254,7	162,9
	Ort	664,1	233,3	486,9	678,0	641,4	754,5	521,0	670,3	581,2^b
Dozlar Ortalaması	0	1085,	420,	1078,	1000,	1301,	1572,	929,0	1437,	1103,
	4	641,6	237,	637,3	633,3	990,0	1237,	926,1	802,3	763,2
	8	587,7	156,	551,4	466,0	894,1	736,8	503,8	708,4	575,6
	12	290,5	134,	248,3	303,0	577,6	404,7	424,5	373,5	344,6
	16	177,0	8,5	127,7	181,7	373,8	253,0	202,4	220,2	193,1^e
Çeşit Ort.	556,5^c	191,6	528,6^d	517,0^d	827,4^a	841,0^a	597,2^c	708,5^b		

* : Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan sekiz nohut çeşidine ait fide canlılık indeksi ortalamaları incelendiğinde (Tablo 3.18), en yüksek fide canlılık indeksi 1786.2 ile NaCl'nin kontrol dozundan, en düşük fide yaş ağırlığı ise 0.0 ile NaCl (Caner) ve NaSO₄'in (Çiftçi ve Nihatbey) 16 dS/m dozundan elde edilmiştir.

Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin fide canlılık indeksi ortalamaları sırasıyla 556.5, 191.6, 528.6, 517.0, 827.4, 841.0, 592.2 ve 708.5 olarak saptanmıştır. Katran çeşidi 841.0 ile en yüksek, Caner çeşidi ise 191.6 ile tuz stresinden en az etkilenen çeşit olmuştur.

Sodyum tuzları bakımından fide canlılık indeksi ortalamaları NaCl'de 610.7 ve NaSO₄'de 581.2 olarak bulunmuştur. Sülfat tuzu kaynağı klor tuzuna göre fide canlılık indeksi ortalamaları olumsuz yönde daha fazla etkilemiştir.

Doz x çeşit interaksiyonuna bakıldığında uygulanan 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarından elde edilen fide canlılık indeksi ortalamaları sırasıyla 1103.2, 763.2, 575.6, 344.6 ve 193.1 'dir. En yüksek fide canlılık indeksi ortalamaları kontrol dozundan elde edilmiştir. Nohut çeşitleri 16 dS/m dozundan çok fazla etkilenerek istatistiksel olarak en düşük gruba girmiştir.

NaCl tuzunda çeşitlerin fide canlılık indeksi ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile 1179.1, 730.5, 590.5, 330.3 ve 223.2 elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla 1027.4, 796.0, 560.7, 358.9 ve 162.9 fide canlılık indeksi ortalamaları elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak fide canlılık indeksi ortalamaları kontrole göre önemli derecede azalmıştır.

3.10. Kalsiyum İçeriklerine İlişkin Varyans Analizi

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan nohut çeşitlerinin kalsiyum içeriklerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 3.19'da verilmiştir.

Tablo 3.19 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kalsiyum içeriklerine ilişkin varyans analizi

Kaynak	NaCl			NaSo	
	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F değeri	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	6	48480508	191,4**	14971218	455,9**
Doz	4	19185498	113,6**	186296	8,5**
Çeşit×Doz	24	56661949	55,9**	4171238	31,8**
Hata	70	2954416	-	383130	-

** : 0.01 düzeyinde önemli

Tablo 3.19’da görüldüğü gibi çeşitler ve dozlar arası farklar, çeşit x doz interaksyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.20’de verilmiştir.

Tablo 3.20 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kalsiyum içerik ortalamaları (ppm)

Tu z	Doz dS/ m	Çeşitler							Ortalama
		Aras	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatbe	Sezgin	
NaCl	0	1118,5	1065,6	870,7 ^h	1289,0 ^f	2250,8	835,8 ^h	1258,6 ^f	1241,
	4	1886,8	864,3 ^h	899,5 ^h	1145,0 ^g	1901,4	761,9 ^h	1074,7 ^h	1219,
	8	3366,0	1125,1	955,4 ^h	1212,7 ^g	3102,7	722,9 ^h	1141,7 ^g	1660,
	12	4762,7	1022,8	2021,0	1079,2 ^h	2017,9	863,1 ^h	1200,7 ^g	1852,
	16	4175,5	1926,9	2685,0	4547,8 ^a	676,5 ^h	798,3 ^h	1795,3 ^e	2372,
	Ort	3061,9	1200,9	1486,3	1854,7	1989,9	796,4	1294,2	
NaSO ₄	0	1240,2	820,9 ^h	638,4 ^{j-}	1171,0 ^f	877,5 ^{hi}	802,4 ^h	605,5 ^{k-}	879,4^b
	4	1622,6	733,5 ^h	745,7 ^{h-}	1508,7 ^d	743,7 ^{h-}	636,7 ^{j-}	596,4 ^{k-}	941,0^a
	8	2190,7	703,0 ^h	663,1 ⁱ⁻	1227,0 ^f	648,6 ^{j-}	902,3 ^{hi}	527,8 ^{no}	980,4^a
	12	2026,2	781,3 ^h	940,3 ^g	543,8 ^{mn}	593,2 ⁱ⁻	836,0 ^h	649,8 ^{j-o}	910,1^b
	16	1824,6	765,6 ^h	762,7 ^{h-}	1166,9 ^f	492,8 ^o	1304,8	624,7 ^{k-}	991,7^a
	Ort	1780,9	760,8	750,1	1123,5	671,2	896,4	600,8	

*: Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan nohut çeşitlerinin kalsiyum içeriklerine ait ortalamaları incelendiğinde (Tablo 3.20), en fazla kalsiyum içeriği 4762.7 ppm ile NaCl’nin 12 dS/m dozundan, en düşük kalsiyum içeriği ise 492.8 ppm ile NaSO₄’in 16 dS/m dozundan elde edilmiştir.

Klor tuzuna baktığımızda, Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin kalsiyum içerik ortalamaları sırasıyla 3061.9, 1200.9, 1486.3, 1854.7,

1989.9, 796.4 ve 1294.2 ppm olarak saptanmıştır. Aras çeşidi 3061.9 ppm ile en fazla kalsiyum içeriğine sahip çeşit olmuştur.

Sülfat tuzuna baktığımızda, Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin kalsiyum içerik ortalamaları sırasıyla 1780.9,760.8,750.1,1123.5,671.2,896.4 ve 600.8 ppm olarak saptanmıştır. Aras çeşidi 1780.9 ppm ile en fazla kalsiyum içeriğine sahip çeşit olmuştur.

NaCl tuzunda çeşitlerin kalsiyum içerik ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile 1241.3, 1219.1, 1660.9, 1852.5 ve 2372.2 ppm elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla 879.4, 941.0, 980.4, 910.1 ve 991.7 ppm kalsiyum içerik ortalamaları elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak kalsiyum içerik ortalamaları kontrole göre önemli derecede artış olmaktadır. Elde edilen sonuçlar ile Malkoç ve Aydın(2003), Söylemez(2014), Hatipoğlu(2016), Altun(2019), Mohamedsrajadan(2019), Çolak(2020) ve Kaya(2022)'nin yaptıkları artan tuz konsantrasyonlarında kalsiyum oranlarının artmasıyla paralellik göstermektedir.

3.11. Potasyum İçeriklerine İlişkin Varyans Analizi

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan nohut çeşitlerinin potasyum içeriklerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 3.21'de verilmiştir.

Tablo 3.21 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin potasyum içeriklerine ilişkin varyans analizi

Kaynak	Serbestik derecesi	NaCl		NaSO ₄	
		Kareler toplamı	F değeri	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	6	549006226,0	83,5**	391559279,0	332,8**
Doz	4	647875115,0	147,9**	381383914,0	486,2**
Çeşit×Doz	24	567386961,0	21,6**	388436682,0	82,5**
Hata	70	76669046	-	13727701	-

** : 0.01 düzeyinde önemli

Tablo 3.21'de görüldüğü gibi çeşitler ve dozlar arası farklar, çeşit x doz interaksyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.22'de verilmiştir.

Tablo 3.22 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin potasyum içerik ortalamaları (ppm)

Tuz	Doz dS/m	Çeşitler						Ortalama	
		Aras	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran Nihatbey	Sezgin		
NaCl	0	18800, 7 ^{h-n}	18480, 9 ^{i-p}	20507, 7 ^{e-k}	14686, 7 ^{q-r}	1449 2 2 ^r	15366,7 ^o -r	15541, 6 ^{n-r}	16839, 1 ^d
	4	26410, 7 ^{ab}	21952, 6 ^{d-h}	23737, 6 ^{b-e}	16405, 5 ^{m-r}	15107, 3 ^{p-r}	19548, 4 ^{h-m}	18766, 5 ^{h-i}	2027 5.5 ^c
	8	23320, 7 ^{b-f}	23240, 1 ^{b-f}	27601, 7 ^a	19574, 1 ^{g-m}	17497, 0 ^{k-r}	20686 7 ^{e-k}	20113, 2 ^{f-l}	2171 0 1 ^b
	12	18002,	25401,	28561,	28396,	20222,	22983	21715,	23612,
	16	21374,	27573,	25213,	17088,	21473,	25227	25942,	23413,
	Ort	21581,7	23329,7	25124,0	19230,2	17759,0	20762,4	20416,0	
NaSO ₄	0	15207,	17269,	15265,	15732,	16264,	14452	14811,	1557
	4	16557, 1 ^{l-o}	18340, 1 ^{h-k}	16191, 1 ^{n-q}	20411, 0 ^{c-f}	14864, 1 ^{pqr}	18325 0 ^{h-k}	17710, 7 ^{i-m}	1748 2 ^{ac}
	8	16429, 7 ^{mno}	20122, 9 ^{efg}	19491, 9 ^{e-h}	21793, 3 ^c	14756, 1 ^{qr}	19221 4 ^{e-i}	17996, 5 ^{i-l}	1854 4,6 ^b
	12	20414, 6 ^{c-f}	24631, 0 ^b	20790, 6 ^{cde}	18857, 3 ^{g-j}	14977, 0 ^{pqr}	25620 5 ^b	18563, 1 ^{h-k}	2055 0,6 ^a
	16	18266, 1 ^{h-k}	21734, 0 ^{cd}	20298, 6 ^d	20230, 2 ^{af}	15319, 2 ^{o-r}	29677 2 ^a	18597, 0 ^{h-k}	2058 0 1 ^a
	Ort	17375,1	20419,8	18407,6	19405,1	15236,1	21459,6	17535,8	

*: Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan nohut çeşitlerine ait potasyum içerik ortalamaları incelendiğinde (Tablo 3.22), en fazla potasyum oranı 29677.3 ppm ile NaSO₄'ün 16 dS/m dozundan, en düşük potasyum ise 14452.9 ppm ile NaSO₄'in kontrol dozundan elde edilmiştir.

Klor tuzuna baktığımızda, Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin potasyum içerik ortalamaları sırasıyla 21581.7, 23329.7, 25124.0, 19230.2, 17759.0, 20762.4 ve 20416.0 ppm olarak saptanmıştır. Göksu çeşidi 25124.0 ppm ile en fazla potasyum içeriğine sahip çeşit olmuştur.

Sülfat tuzuna baktığımızda ise Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin potasyum içerik ortalamaları sırasıyla 17375.1, 20419.8, 18407.6,

19405.1, 15236.1, 21459.6 ve 17535.8 ppm olarak elde edilmiştir. Onur çeşidi 21459.6 ppm ile en fazla potasyum içeriğine sahip çeşit olmuştur.

NaCl tuzunda çeşitlerin potasyum içerik ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile 20275.5, 21719.1, 23612.1 ve 23413.2 ppm elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla 15572.0, 17485.9, 18544.6, 20550.6 ve 20589.1 ppm'dir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak potasyum içerik ortalamaları kontrole göre önemli derecede azalmıştır. Elde edilen bulgular Söylemez(2014), Hatipoğlu(2016) ve Kaya(2022)'nin sonuçları ile paralellik gösterme ancak Çolak(2020)'nin yaptığı doktora tez çalışmasında farklı sulama suyu kalitesi ve taban suyu derinliklerinin fasüyenin verime etkisi adlı çalışma sonuçları ile bitki türünün farklı olmasından dolayı meydana geldiği düşünülmektedir.

3.12. Magnezyum İçeriklerine İlişkin Varyans Analizi

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan nohut çeşitlerinin magnezyum içeriklerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 3.23'de verilmiştir.

Tablo 3.23 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin magnezyum içeriklerine ilişkin varyans analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	NaCl		NaSO ₄	
		Kareler toplamı	F değeri	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	6	629179,2	64,3**	115613,8	20,7**
Doz	4	943499,5	144,6**	274269,0	73,5**
Çeşit × Doz	24	1117579	28,5**	292100,7	13,1**
Hata	70	114211,7	-	65280,9	-

** : 0.01 düzeyinde önemli

Tablo 3.23'de görüldüğü gibi çeşitler ve dozlar arası farklar, çeşit x doz interaksyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.24'de verilmiştir.

Tablo 3.24 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin magnezyum içerik ortalamaları (ppm)

Tuz	Doz dS/	Çeşitler						Ortalama	
		Aras	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatbey	Sezgin	
NaCl	0	688.2 ^j	739.4 ^h	663.4 ^{kl}	858.9 ^d	850.5 ^e	815.8 ^{f-j}	854.9 ^{d-1}	781.6
	4	825.7 ^e	663.4 ^{kl}	645.1 ^{lm}	770.1 ^g	724.3 ^t	772.6 ^g	693.5 ^b	727.8
	8	983.5 ^c	683.4 ^{kl}	666.3 ^{kl}	794.8 ^g	669.9 ^{kl}	733.7 ^t	675.0 ^{kl}	743.8^c
	12	934.1 ^c	693.9 ^j	952.5 ^{cd}	750.5 ^g	630.4 ^m	760.2 ^g	645.8 ^{lm}	766.8
	16	1118,8 ^b	818.2 ^{f-j}	1038.9	1435.	740.3 ^h	878.6 ^d	881.6 ^d	987.4
	Ort	910,1	719,6	793,2	922,0	723,1	792,2	750,2	
NaSO ₄	Doz dS/	Çeşitler						Ortalama	
		Aras	Botan	Göksu	Gürdal	Katran	Onur	Sezgin	
	0	709,7 ^b	757,4 ^{bc}	718,8 ^b	737,0 ^b	872,2 ^a	674,4 ^c	798,9 ^a	752,6
	4	553,9 ⁿ	626,7 ^g	642,4 ^f	672,6 ^c	695,6 ^c	584,7 ^k	665,4 ^{d-1}	634,5^c
	8	632,2 ^g	607,5 ^j	653,7 ^e	609,5 ^j	679,4 ^c	572,5 ^l	617,4 ^h	624,6^c
	12	554,2	694,4 ^c	631,7 ^g	643,0 ^f	610,4 ^t	674,6 ^c	653,8 ^e	637,4^c
	16	580,0 ^k	770,3 ^{bc}	738,8 ^b	884,0 ^a	561,6 ^m	710,7 ^b	748,1 ^b	713,4
Ort	606,0	691,3	677,1	709,2	683,8	643,4	696,7		

*: Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan nohut çeşitlerinin magnezyum içerik ortalamaları incelendiğinde (Tablo 3.24), en fazla magnezyum oranı 1435.6 ppm ile NaCl'nin 16 dS/m dozundan, en düşük magnezyum ise 553.9 ppm ile NaSO₄'ün 4 dS/m dozundan elde edilmiştir.

Çeşitler incelendiğinde klor tuzu ortalamaları sırasıyla, Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerinin magnezyum içerik ortalamaları 910.1, 719.6, 793.2, 922.0, 723.1, 792.2 ve 750.2 ppm olarak saptanmıştır. Aras çeşidi 1383.4 ppm ile en fazla magnezyum içeriğine sahip çeşit olmuştur.

Sülfat tuzuna baktığımızda ise Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin magnezyum içerik ortalamaları sırasıyla 606.0, 691.3, 677.1, 709.2, 683.8, 643.4 ve 696.7 ppm olarak elde edilmiştir. Gürdal çeşidi 709.2 ppm ile en fazla magnezyum içeriğine sahip çeşit olmuştur.

NaCl tuzunda çeşitlerin magnezyum içerik ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile 781.6, 727.8, 743.8, 766.8 ve 987.4 ppm elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla 752.6, 634.5, 624.6, 637.4 ve 713.4 ppm magnezyum içerik ortalamaları elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak magnezyum içerik ortalamaları dozlara göre değişme göstermektedir. Elde edilen bulgular

Mohamedsrajad(2019) ve Çolak(2020) ile paralellik göstermekte ancak Söylemez(2014) doktora tez çalışmasında artan tuz dozlarında domatese etkisinin belirlenmesinde ve Kaya(2022)'nin ise yüksek lisans tez çalışmasında ayçiçeğinde tuz stresine morfolojik ve fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi sonuçları ile paralellik göstermemektedir. Bu farklılık bitki farklılığından kaynaklı olmuş olabilir.

3.13. Sodyum İçeriklerine İlişkin Varyans Analizi

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan nohut çeşitlerinin sodyum içeriklerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 3.25’de verilmiştir.

Tablo 3.25 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin sodyum içeriklerine ilişkin varyans analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	NaCl		NaSO ₄	
		Kareler toplamı	F değeri	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	6	17381530	51,5**	44602716	118,2**
Doz	4	573779027	2551,9**	419488008	1666,9**
Çeşit×Doz	24	15292975	11,3**	55440551	36,7**
Hata	70	3934751,0	-	4404027	-

** : 0.01 düzeyinde önemli

Tablo 3.25’de görüldüğü gibi çeşitler ve dozlar arası farklar, çeşit x doz interaksyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.26’da verilmiştir.

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan nohut çeşitlerinin sodyum içerik ortalamaları incelendiğinde (Tablo 3.26), en fazla sodyum miktarı 9123.4 ppm ile NaSO₄’ün 16 dS/m dozundan, en düşük sodyum ise 612.4 ppm ile NaSO₄’in kontrol dozundan elde edilmiştir.

Klor tuzuna baktığımızda, Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin sodyum içerik ortalamaları sırasıyla 4682.5, 4124.7, 3872.1, 3951.2, 4288.0, 3755.8 ve 3281.5 ppm olarak saptanmıştır. Aras çeşidi 4682.5 ppm ile en fazla sodyum içeriğine sahip çeşit olmuştur.

Tablo 3.26 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin sodyum içerik ortalamaları (ppm)

Tu z	Doz dS/ m	Çeşitler						Ortalama	
		Aras	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatbey	Sezgin	
NaCl	0	741,6 ^r	1162,3 ^{nor}	805,3 ^r	887,6 ^{qr}	987,6 ^{qr}	776,3 ^r	752,6 ^r	873^e
	4	3283,8	2452,0	1907,8	1647,7	2606,3	2121,6	1937,	2279,5
	8	4988,7 ^{hi}	3827,9 ^{kl}	3567,8 ^{kl}	3330,9 ^{klm}	4040,5 ^j	3878,2 ^{kl}	3259, ^{qlm}	3842,0^c
	12	6075,9 ^{ef}	5766,8 ^{fg}	5593,7 ^{fgh}	5149,1 ^{gh}	6043 ^{ef}	5193,3 ^{gh}	4254, ^{çij}	5439,5^b
	16	8322,8 ^{ab}	7414,3 ^{cd}	7485,9 ^{cd}	8740,7 ^a	7762,2 ^b	6809,4 ^d	6203, ^{1ef}	7534,0^a
	Ort	4682,5	4124,7	3872,1	3951,2	4288,0	3755,8	3281,5	
NaSO ₄	0	800,6 ^p	770,5 ^{pq}	701,1 ^q	907,6 ^p	1065,9	612,4 ^q	630,2 ^q	784,0^e
	4	2332,0 ^{k-n}	1801,4 ^{mno}	1875,0 ^{mno}	2175,7 ^{lmn}	2944,6 ^{jkl}	1535,2 ⁿ ^{op}	2072,0 ^{mn}	2105,1^d
	8	3854,5	2934,5 ^j	3335,7	4543,0	4484,0	2453,5 ^{kl}	3047,	3521,8
	12	7582,4	4653,9	4180,2	3603,2	6221,6	4461,7 ^{ef}	3969,	4953,2
	16	9123,4^a	5094,8 ^{de}	7367,4 ^b	7174,8 ^b	6143,3 ^c	5892,0 ^c ^d	4182, ^{çfg}	6425,4^a
	Ort	4738,6	3051,0	3491,9	3680,9	4171,9	2991,0	2780,3	

*: Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Sülfat tuzuna baktığımızda ise Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerin sodyum içerik ortalamaları sırasıyla 4738.6, 3051.0, 3491.9, 3680.9, 4171.9, 2991.0 ve 2780.3 ppm olarak elde edilmiştir. Aras çeşidi 4738.6 ile en fazla sodyum içeriğine sahip çeşit olmuştur.

NaCl tuzunda çeşitlerin sodyum içerik ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile 873, 2279.5, 3842.0, 5439.5 ve 7534.0 ppm elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla 784.0, 2105.1, 3521.8, 4953.2 ve 6425.4 ppm sodyum içerik ortalamaları elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak sodyum içerik ortalamaları kontrole göre önemli derecede artma meydana gelmiştir. Elde edilen bulgular Hatipoğlu(2016), Zambı(2019), Mohamedsrajaden(2019), Çolak(2020) ve Kaya(2022)'nin sonuçları ile paralellik göstermektedir.

3.14. Kükürt İçeriklerine İlişkin Varyans Analizi

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan nohut çeşitlerinin kükürt içeriklerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 3.27’de verilmiştir.

Tablo 3.27 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kükürt içeriklerine ilişkin varyans analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	NaCl		NaSO ₄	
		Kareler toplamı	F değeri	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit		1617356	319,9*		
	6	2	*	50595539	112,0**
Doz				61926524	2055,5*
	4	2405709	71,4**	0	*
Çeşit×Doz	2				
	4	5504214	27,2**	78478199	43,4**
Hata	7	589928			
	0		-	5272272	-

** : 0.01 düzeyinde önemli * : Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Tablo 3.27’de görüldüğü gibi çeşitler ve dozlar arası farklar, çeşit x doz interaksyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.28’de verilmiştir.

Farklı nohut çeşitlerine uygulanan klor ve sülfat tuzları ile dozlarına ait kükürt içerik ortalamaları incelendiğinde (Tablo 3.28), en fazla kükürt miktarı 10650.0 ppm ile NaSO₄’ün 16 dS/m dozundan, en düşük kükürt ise 960.0 ppm ile NaCl’nin kontrol dozundan elde edilmiştir.

Klor tuzuna baktığımızda çeşit x doz ortalamalarında kükürt içeriği, Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin sırasıyla 2366.2, 1404.9, 2082.2, 1420.4, 1286.2, 1493.6 ve 1312.9 ppm olarak saptanmıştır. Aras çeşidi 2366.2 ppm ile en fazla kükürt içeriğine sahip çeşit olmuştur.

Sülfat tuzuna baktığımızda çeşit x doz ortalamalarında kükürt içeriği, Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitleri sırasıyla 5753.9, 4831.4, 4765.2, 4137.4, 4635.9, 5243.5 ve 3424.7 ppm olarak elde edilmiştir. Aras çeşidi 5753.9 ile en fazla kükürt içeriğine sahip çeşit olmuştur.

Tablo 3.28 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin kükürt içerik ortalamaları (ppm)

Tu z	Doz dS/	Çeşitler						Ortalama	
		Aras	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatbey	Sezgin	
NaCl	0	2013,6 _{cd}	960,0 ^m	1334,4 _{o-l}	1357,9 _{o-l}	1616,7 ^f	1601,8 ^f	1571,0 ^f	1493,
	4	2623,0	1941,8	2708,1	1325,1	1405,9	1706,2 ^e	1303,8	1859,1
	8	2448,1	1408,7	2085,6	1161,5	1159,4	1460,6 ^f	1189,5 ^j	1559,
	12	2060,2	1258,1	2045,1	1325,9	1132,1 ^l	1297,1 ^{l-}	1151,1 ^l	1467,1
	16	2686,1 ^a	1455,8	2238,0	1931,6	1116,8 ^l	1402,3 ^g	1349,1	1470,
	Ort	2366,2	1404,9	2082,2	1420,4	1286,2	1493,6	1312,9	
	Doz dS/	Çeşitler						Ortalama	
	Aras	Botan	Göksu	Gürdal	Katran	Onur	Sezgin		
NaSO ₄	0	1561,3	1423,2	1423,7	1315,3	1842,2	1222,1 ^o	1198,8	1426,
	4	3131,8	2738,5	2675,6	2537,9	3736,8	2630,3 ^k	2428,8 ^l	2840,
	8	4967,1	4456,1	4519,9	4761,3	5013,0 ^e	4236,8 ^f	3524,4 ^l	4496,
	12	8459,2	7880,7	6255,1	4077,7	6349,0	7881,7 ^c	4456,7 ^f	6480,
	16	10650,	7658,7	8951,9	7994,6	6238,4	10246,	5514,9	8179,
	Ort	5753,9	4831,4	4765,2	4137,4	4635,9	5243,5	3424,7	

*: Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

NaCl tuzunda çeşitlerin tuz x doz kükürt içerik ortalaması 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile 1493.6, 1859.1, 1559.0, 1467.1 ve 1470.0 ppm elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise tuz x doz ortalamaları sırasıyla 1426.7, 2840.0, 4496.9, 6480.0 ve 8179.3 ppm içerik ortalamaları elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak kükürt içerik ortalamaları kontrole göre önemli derecede artma meydana gelmiştir. Elde edilen bulgular Çolak(2020)'ın farklı sulama suyu kalitesi ve taban suyu derinliklerinin fasulye verimine etkisi çalışmasında artan tuz konsantrasyonlarında kükürt içerikleri kontrole göre artma meydana gelmiş olup yaptığımız çalışma ile paralellik göstermektedir.

3.15. Sodyum/Potasyum Oranına İlişkin Varyans Analizi

Farklı klor ve sülfat tuzları ve dozları uygulanan nohut çeşitlerinin sodyum/potasyum içeriklerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 3.29'da verilmiştir. Tablo 3.29'da görüldüğü gibi çeşitler ve dozlar arası farklar, çeşit x doz interaksyonları istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen farklılıkların önem düzeyini saptamak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 3.30'da verilmiştir.

Tablo 3.29 Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin sodyum/potasyum oranı içeriklerine ilişkin varyans analizi

Kaynak	NaCl			NaSO ₄	
	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F değeri	Kareler toplamı	F değeri
Çeşit	6	0,1	86,2**	0,3	276,3**
Doz	4	1,0	1309,5**	1,0	1314,3**
Çeşit×Doz	24	0,2	35,8**	0,2	41,2**
Hata	70	0,0	-	0,0	-

** : 0.01 düzeyinde önemli

Nohut çeşitlerinde farklı sülfat ve klor tuzları incelendiğinde (Tablo 3.30), en fazla sodyum/potasyum oranı 0.499 ppm ile NaCl ve NaSO₄ 16 dS/m dozundan, en düşük sodyum/potasyum oranı ise 0.03 ppm ise NaCl ve NaSO₄ kontrol dozundan elde edilmiştir.

Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerinde klor tuzuna baktığımızda sodyum/potasyum oranı sırasıyla 0.222, 0.167, 0.149, 0.205, 0.227, 0.169 ve 0.150 ppm olarak bulunmuştur. Katran çeşidi 0.227 ppm ile en fazla sodyum/potasyum oranına sahip çeşitler olmuştur.

Aras, Caner, Çiftçi, Göksu, Gürdal, Katran, Nihatbey ve Sezgin çeşitlerinde sülfat tuzuna baktığımızda sodyum/potasyum oranları sırasıyla 0.260, 0.143, 0.180, 0.184, 0.277, 0.125 ve 0.154 olarak elde edilmiştir. Aras çeşidi 0.260 oran ile en fazla sodyum/potasyum oranına sahip çeşit olmuştur.

NaCl tuzunda çeşitlerin sodyum/potasyum oranları 0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m dozlarında sırası ile 0.053, 0.115, 0.181, 0.237 ve 0.334 olarak elde edilirken; NaSO₄ tuzunda ise sırasıyla 0.050, 0.123, 0.194, 0.251 ve 0.325 olarak elde edilmiştir. Her iki tuz uygulamasında da doz artışına bağlı olarak sodyum/potasyum oran ortalamaları kontrole göre önemli derecede artma meydana gelmiştir. Elde edilen bulgular Mohamedsrajaden(2019)'nin yaptığı yüksek lisans çalışmasında tuzlu şartlarda domatesin fide gelişimi, çimlenmesinin ve mineral madde içeriğinin, İnce(2022)'nin roka bitkisine tuz stresine karşı çimlenme ve bitki gelişimine etkisi araştırmasında sodyum ve potasyum oranı, yaptığımız çalışma ile paralellik göstermektedir.

Tablo 3.30. Sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzları uygulanan nohut çeşitlerinin sodyum/potasyum oranı ortalamaları

Tuz	Doz dS/	Çeşitler						Ortalama	
		Aras	Çiftçi	Göksu	Gürdal	Katran	Nihatbey	Sezgin	
NaCl	0	0,039 ^r	0,063 ^{qr}	0,039 ^r	0,060 ^q	0,068 ^p	0,050 ^r	0,048 ^r	0,053
	4	0,124 ^m	0,113 ^{no}	0,080 ^{o-r}	0,100 ⁿ	0,173 ^{jk}	0,109 ^{no}	0,103 ^{n-q}	0,115
	8	0,217 ^{g-j}	0,165 ^{kl}	0,130 ^{lm}	0,170 ^k	0,231 ^{fg}	0,188 ^{h-}	0,162 ^{kl}	0,181
	12	0,337 ^{cd}	0,227 ^{fg}	0,196 ^{g-}	0,181 ^{ij}	0,299 ^d	0,226 ^{f-1}	0,196 ^{g-k}	0,237
	16	0,389 ^b	0,269 ^{ef}	0,300 ^{de}	0,511^a	0,362 ^b	0,270 ^{ef}	0,239 ^{fg}	0,334
	Ort	0,222	0,167	0,149	0,205	0,227	0,169	0,150	
	Doz dS/	Çeşitler						Ortalama	
		Aras	Botan	Göksu	Gürdal	Katran	Onur	Sezgin	
NaSO ₄	0	0,053 ^r	0,045 ^r	0,046 ^r	0,058 ^q	0,066 ^p	0,042 ^r	0,043 ^r	0,050
	4	0,141 ^{k-}	0,098 ⁿ⁻	0,116 ^m	0,107	0,198 ^{f-}	0,084 ^{o-}	0,117 ^{mn}	0,123
	8	0,235 ^f	0,146 ^{j-}	0,171 ^{h-1}	0,208 ^f	0,304 ^e	0,128 ^{l-}	0,169 ⁱ⁻¹	0,194
	12	0,374 ^{cd}	0,189 ^{fj}	0,201 ^{f-1}	0,191 ^f	0,416 ^b	0,174 ^{h-}	0,214 ^{fgh}	0,251
	16	0,499 ^a	0,235 ^f	0,363 ^{cd}	0,355 ^d	0,401 ^b	0,199 ^{f-1}	0,225 ^{fg}	0,325
	Ort	0,260	0,143	0,180	0,184	0,277	0,125	0,154	

*: Harfler 0.05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

4. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, sodyum sülfat ve sodyum klorür tuzlarının nohutta farklı toz miktarlarında çimlenmeye etkilerini belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda yeni nohut çeşitlerinde incelenen özellikler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlar;

- Çimlenme yüzdesi ortalama değerleri %21 (Caner) - %100 (Sezgin, Göksu ve Nihatbey)
- Kök uzunluk ortalama değerleri 0 (Caner, Çiftçi ve Nihatbey)- 109,4 (Katran) mm
- Kök yaş ağırlık ortalama değerleri 0 (Çiftçi ve Nihatbey) – 3402.5 (Katran) mg
- Kök kuru ağırlık ortalama değerleri 0 (Caner, Çiftçi ve Nihatbey) – 246.3 (Sezgin) mg
- Fide uzunluğu ortalama değerleri 0 (Caner, Çiftçi ve Nihatbey) – 84.1 (Gürdal) mm
- Fide yaş ağırlık ortalama değerleri 0 (Caner, Çiftçi ve Nihatbey) – 3583.5 (Katran) mg
- Fide kuru ağırlık ortalama değerleri 0 (Caner, Çiftçi ve Nihatbey) -310.8 (Katran) mg
- Çimlenme enerjisi ortalama değerleri 20 (Caner) – 100 (Sezgin) %
- Fide canlılık indeksine ilişkin ortalama değerleri 0 (Caner, Çiftçi ve Nihatbey) – 1786.2 (Katran)

- Kalsiyum içerikleri ortalama değerleri 492.8 (Katran) – 4762.7 (Aras) ppm
- Potasyum içerikleri ortalama değerleri 14452.9(Onur) - 29677,3(Onur) ppm
- Magnezyum içerikleri ortalama değerleri 553.9(Aras) – 1435.6(Gürdal) ppm
- Sodyum içerikleri ortalama değerleri 612.4(Onur-01) - 9123.4(Aras) ppm
- Kükürt içerikleri ortalama değerleri 960.0(Çiftçi)- 2708.1(Göksu) ppm
- Sodyum/potasyum oranına ilişkin ortalama değerleri 0.039(Aras ve Göksu) - 0.511 (Gürdal) olarak tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, fide uzunluğu, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, çimlenme enerjisi ve fide canlılık indeksinde artan tuz dozlarına bağlı olarak düşüş meydana gelmiştir. Mineral madde içeriklerinde ise kalsiyum ve magnezyum oranları çeşitlere göre değişmekte olup azalma ve artmalar görülmüştür. Potasyum, sodyum, kükürt ve sodyum/potasyum oranı değerlerinde ise artan doz konsantrasyonlarında artmalar meydana gelmiştir.

Sonuç olarak, sodyum klorür ve sodyum sülfat tuzlarına bakıldığında agro-morfolojik parametrelerde öncü ve incelenen tuzlarda diğer çeşitlere karşı toleranslı olan Gürdal ve Aras çeşitlerinin olduğu sonuçlarına varılmıştır.

KAYNAKÇA

- Adıyaman, C., 2005. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Ceylan 95 Makarnalık Buğday ve Şahin 91 Arpa Çeşitlerinde Bazı Gelişme Dönemleri Ve Morfolojik Özellikler Üzerine Etkileri. Harran Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 115.
- Aldemir, Ö., 2014. Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Genotiplerinin Çimlenme Ve Fide Döneminde Tuza Toleransı. Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 50.
- Ali, G., İbrahim, A.A., Srivastava, P.S. Iqbal, M., 1999. Structural Changes in Root and Shoot of *Bacopa monniera* in Response to Salt Stress. **Journal of Plant Biology**, **42**(3): 222-225.
- Altun M., 2019. Farklı NaCl Konsantrasyonlarının Bazı Börülce (*Vigna unguiculata* L.) Çeşitlerinde Bitki Gelişimine Etkisi. Ordu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu, 59.
- Babalık, Z., Göktürk Baydar, N., 2021. Asmalarda Kuraklık ve Tuz Stresi. **Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi**, **21**: 358-368.
- Bayındır F., 2020. Farklı Tuzluluk Seviyesindeki Sulama Sularının Çeltiğin Çimlenme Ve Fide Gelişimine Etkileri. Onsekiz Mart Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 49.
- Bayraklı, F., 1998. Toprak Kimyası. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 26, 1. Baskı, Samsun, 214s.
- Botella, M.A., Rosado, A., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M., 2005. Plant Adaptive Responses to Salinity Stress, *Plant Abiotic Stress*. 37-70.
- Burssens, S., Himanen, K., Cotte, B.V., Beeckman, T., Montagu, M.V., Inze, D., Verbruggen, N., 2000. Expression of Cell Cycle Regulatory Genes and Morphological Alterations in Response to Salt Stress in ***Arabidopsis thaliana***, **Planta**, **211**, 632-640.
- Ceritoğlu, M., Erman, M., 2020. Mitigation Of Salinity Stress On Chickpea Germination By Salicylic Acid Priming. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, **6**(3), 582-591.

- Chapman, S.J. 1997. Carbon substrate mineralization and sulphur limitation. **Soil Biology and Biochemistry**, **29** (2): 115-122.
- Çolak S.M., 2020. Farklı Sulama Suyu Kalitesi Ve Tabansuyu Derinliklerinin Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) Verimine Etkisi. Ankara Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara, 205.
- Dajic, Z., 2006. Salt Stress, Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants, Dordrecht, The Netherlands, 345p.
- Dinç, U., Şenol, S., Kapur, S., Atalay, Ü., Cangir, C., 1993. Türkiye Toprakları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No :51, 233.
- Düzgüneş, O., T. Kesici, O. Kavuncu ve F. Gürbüz., 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 1021. Ders Kitabı, Ankara, 295.
- Ercan Y.M., 2020., Yoncada (*Medicago sativa* L.) Farklı Klor Tuzu Ve Dozlarının Çimlenme Ve Fide Gelişimine Etkileri. Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans, Kayseri, 58.
- Harred, J. F., A.R Knight, J.S. McIntyre, 1972. Dow Chemical Company, Assignee, Epoxidation Process. US patent 3 654 317, April 4, 1972.
- Hatipoğlu H., 2016. Kalsiyumun Tuz Stresinde Yetişen Mısır Bitkisinin Gelişmesine Ve Mineral Beslenmesine Etkisi, Harran Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 36.
- Hu, Y. ve Schmidhalter, U., 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants, **Journal of Plant Nutrient and Soil Science**, **168**, 541-549.
- İlay, R. 2016. Gökçeada Topraklarının Bazı Kalite Parametreleri ve Erozyon Riskinin Belirlenmesi. Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Çanakkale.
- İnce B., 2020. Bazı Tohum Uygulamalarının Roka (*Eruca sativa* L.)'da Tuz Stresinde Çimlenme ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi, Erzurum

- Karakullukçu, E.Y., Adak, M.S., 2018, Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Tuz Toleranslarının Belirlenmesi (Doctoral Dissertation). Ankara Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, Ankara, 10.
- Karaoğlu, M., 2011. Zirai Meteorolojik Açısından Iğdır İklim Etüdü. **Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 1(1): 97-104.
- Katerji, N., van Hoorn, J.W., Hamdy, A., Mastrorilli, M., 2000. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. **Agricultural Water Management**, 43: 99-109.
- Kaya M., 2022. Ayçiçeğinde Tuz Stresine Toleranslı Çeşitlerin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklerin İncelenmesi. **Ankara Üniversitesi, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi**, Ankara, 5.
- Khalid, M.N., Iqbal, H.F., Tahir, A., Ahmad A.N., 2001. Germination potential of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) under saline conditions. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 4 (4), 395-396.
- Khatun, S. ve Flowers, T.J., 1995. Effects of Salinity on Seed Set in Rice. *Plant Cell and Environment*, 18: 61- 67.
- Küçükahmetler, Ö., 2003. Farklı Lisanthus (*Eustoma grandiflorum* Raf. Shinn) Çeşitlerinde In Vivo ve In Vitro Koşullarda Tuz Stresinin Büyümeye ve Gelişime Etkisi. Uludağ Üniversitesi, Doktora Tezi, Bursa, 166.
- Malkoç M., Aydın, A., 2003. Mısır (*Zea mays* L.) ve Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'nin Gelişimi ve Bitki Besin Maddeleri İçeriğine Farklı Tuz Uygulamalarının Etkisi. **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 34(3), 211-216.
- Mertens, D.AOAC official method 975.03. (2005). Metal in plants and pet foods. Official Methods of Analysis, 18th edn. Horwitz, W., and G.W., Latimer, (Eds), 3-4.
- Mohamedsrajaden N.S., 2019. Poliaminlerin Tuzlu Şartlarda Domateste Çimlenme, Fide Gelişimi, Antioksidan Enzim Aktivitesi Ve Mineral Madde İçeriği Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 97.
- Mohammad, M., Shibli, R., Ajlouni, M., Nimri, L., 1998. Tomato Root and Shoot Responses to Salt Stress Under Different Levels of Phosphorus Nutrition. **Journal of Plant Nutrition**, 21(8), 1667-1680.

- Munns, R, 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.* 25: 239–250.
- Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, **59**: 651-681.
- Munsuz, N., Çaycı, G., Ok, S.S., . 2001. Toprak Islahı ve Düzenleyiciler (Tuzlu ve Alkali Toprakların Islahı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1518.
- Nazlı S., 2006. Farklı Tuz Konsantrasyonları ile Ön İşlem Uygulanan Mısırın(*Zea mays* L.) Tuz Stresi Altında Gelişimi. Muğla Üniversitesi, **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, Muğla, 9
- Noor, J., Ullah, A., Saleem, M. H., Tariq, A., Ullah, S., Waheed, A., ... Ahmad, I., 2022. Effect of jasmonic acid foliar spray on the morpho-physiological mechanism of salt stress tolerance in two soybean varieties (*Glycine max* L.). **Plants**, **11**(5), 651.
- Öz, M., A. Karasu., 2002. Pamukta farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi. Türkiye I. Tohumculuk Kongresi Poster Bildiri 11-13, Bornova/İzmir, 301-306.
- Özaktan, H., Çiftçi, C. Y., Kaya, M. D., Uzun, S., Uzun, O., Akdoğan, G., 2018. Chloride salts inhibit emergence and seedling growth of chickpea rather than germination. **Legume Research**, **41**(1), 60-66.
- Parida, A. K., Das, A. B., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and environmental safety*, 60(3), 324-349. Pessaraki, M., Szabolcs, I., 1999. Soil Salinity and Sodicity as Particular Plant/Crop Stress Factors, *Handbook of Plant Crop Stress*, ISBN 0-8247-1948-4, New York, 1198 p.
- Seymen, B., 2015. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinde Tuzluluğun Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, Konya, 7.
- Shainberg, I., 1975. Salinity Of Soils-Effects Of Salinity On The Physics And Chemistry Of Soils. In: Gale J, ed. *Plants in saline environment*. Springer-Verlag Publisher, Berlin:39-55.

- Söylemez S., 2014. Topraksız Yetiştirilen Aşılı Domateslerde Besin Kaynaklı Tuzluluk Seviyelerinin (Ec) Ve Anaçların Bitki Büyümesi, Verim Ve Bazı Meyve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, Doktora Tezi Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 388.
- Sözen E., Yılmaz E., Çolak G., Yücel E., 2010. Ecotoxicological effects of alkaline metal salts (NaCl, KNO₃), strong acid (H₂SO₄) and some heavy metals (CuCl₂, FeCl₃, MgCl₂ ve ZnCl₂) on the germination of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds, Anadolu Üniversitesi, **Biological Diversity and Conservation**, **8**.
- TUİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. Web: <https://www.tuik.gov.tr/> Erişim tarihi: 15.02.2021.
- Turhan A., 2020. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Farklı Tuz Dozlarının Çimlenme, Tane Verimi Ve Verim Özelliklerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi, Dergi Park Dergisi, Bursa, 6
- Tuteja, N., 2007. Mechanisms of High Salinity Tolerance in Plants. **Methods in Enzymology**, **428**: 419-438.
- Türksoy, S., 2018. Tam tane baklagil unlarının kimyasal, fonksiyonel ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi. **Gıda**, **43**(1), 78-89.
- Wang, Y., Li, K., Li, X., 2009. Auxin Redistribution Modulates Plastic Development of Root System Architecture Under Salt Stress in *Arabidopsis thaliana*, **Journal of Plant Physiology**, **166**: 1637- 1645.
- Wu, J., O'Donnell, A. G., Syers, J.K. 1995. Influences of glucose, nitrogen and plant residues on the immobilization of sulphate-S in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, **27** (11): 1363-1370.
- Yılmaz, S. 2020. Yaygın Olarak Tarımı Yapılan Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinde Tuzluluğun Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon, 11.
- Yıldız, M., Cenkci, S., Terzi, H., Konuk, M., 2007. Effects of Salinity on Germination and Some Growth Parameters in Three Cultivars of Zea Mays l. **Afyon Kocatepe University Journal of Science**, **7**(1).

Zambi Hatice, 2019, Farklı Nacl Konsantrasyonlarının Bazı Bezelye (*Pisum sativum*)
Çeşit Ve Genotiplerinin Bitki Gelişimine Etkisi, Ordu Üniversitesi, Makale
Çalışması, Ordu, 11.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Zehra Tiğriğ

Uyruğu: Türkiye

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü	2023
Lisans	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü	2020
Lise	Selçuklu Anadolu Lisesi	2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2021-Halen	Kayseri Ticaret Borsası	Ziraat Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce