

**KUZEY DOĞU ANADOLU BÖLGESİ VE ÇORUH VADİSİ'NDEN
TOPLANAN BAZI FASULYE (*Phaseolus vulgaris* L.)
GENOTİPLERİNİN TUZA TOLERANSI**

Şule GÜLDÜREN

**Yüksek Lisans Tezi
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Doç. Dr. Erdal ELKOCA
2012
Her Hakkı Saklıdır.**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KUZEY DOĞU ANADOLU BÖLGESİ VE ÇORUH VADİSİ'NDEN
TOPLANAN BAZI FASULYE (*Phaseolus vulgaris* L.)
GENOTİPLERİNİN TUZA TOLERANSI

Şule GÜLDÜREN

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2012

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden Toplanan Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Tuza Toleransları

Doç.Dr. Erdal ELKOCA danışmanlığında, Şule GÜLDÜREN tarafından hazırlanan bu çalışma 24/01/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Metin TURAN

İmza :

Üye : Doç.Dr. Erdal ELKOCA

İmza :

Üye : Yrd.Doç.Dr. Özcan ÇAĞLAR

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum
Enstitü Müdürü
Prof.Dr. Ömer AKBULUT

ÖZET

Y. Lisans Tezi

KUZEY DOĞU ANADOLU BÖLGESİ VE ÇORUH VADİSİ'NDEN TOPLANAN BAZI FASULYE (*Phaseolus vulgaris* L.) GENOTİPLERİNİN TUZA TOLERANSLARI

Şule GÜLDÜREN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Erdal ELKOCA

Bu çalışma, Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden toplanan fasulye genotiplerinin çimlenme ve fide gelişimi dönemlerindeki tuza dayanıklılıklarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Yöreden toplanan 38 fasulye genotipi ve tescilli iki çeşit (Kantar-05 ve Elkoca-05) çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Araştırma iki aşamalı olarak yürütülmüştür. İlk aşamada, $25\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 'lik sabit ortam sıcaklığına sahip kontrollü bir kabin içerisinde karanlık koşullarda çimlendirme testleri yapılmış ve çimlenme döneminde tuza toleranslı genotipler belirlenmiştir. İkinci aşamada ise çimlendirme testlerinde toleranslı bulunan genotipler sera denemelerine alınmışlardır. Çimlendirme ve sera denemeleri Tesadüf Parselleri Deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüş ve her iki denemede de petri ve saksılara 0 (kontrol), 60, 120, 180 ve 240 mM NaCl uygulaması yapılmıştır.

Artan NaCl dozları genotiplerin çimlenme oranını azaltmış ve ortalama çimlenme süresinin önemli seviyede uzamasına neden olmuştur. Sera denemesinde ise tuz uygulamasına bağlı olarak bitki boyu, kök ve sürgün ağırlığında önemli azalışlar ortaya çıkmıştır. Ancak, genotipler tuz uygulamasından farklı şekilde etkilenmiş ve tuzlu şartlarda gerek tohum çimlenmesi, gerekse kök ve sürgün gelişimi bakımından genotipler arasında tuza toleranslı olanların seleksiyonuna imkan sağlayacak önemli varyasyonun bulunduğu belirlenmiştir. Çimlendirme denemesinde yer alan 40 çeşit/genotipten 20 tanesi test edilen bütün tuz seviyelerinde yüksek çimlenme oranına sahip olmuş ve sera denemeleri için seçilmişlerdir. Sera denemesi için seçilen genotiplerin kök ve sürgün gelişimleri arasında da önemli varyasyonun bulunduğu saptanmıştır. Tuz uygulamalarının genotiplerin bitki kuru ağırlıklarında kontrole kıyasla neden olduğu azalış oranları dikkate alındığında, özellikle 3 nolu genotip başta olmak üzere 126, 135, 256, 314 ve 395 nolu genotipler ile Kantar-05 çeşidinin her üç tuz seviyesinde de (60, 120 ve 180 mM NaCl) tuza en toleranslı genotipler olduğu belirlenmiştir.

2012, 80 sayfa

Anahtar Kelimeler: Fasulye, tuza tolerans, NaCl, çimlenme, fide gelişimi

ABTRACT

Ms Thesis

SALINITY TOLERANCE OF SOME BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) GENOTYPES COLLECTED FROM NORTH EAST ANATOLIA REGION AND ÇORUH VALLEY

Şule GÜLDÜREN

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Field Crops

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Erdal ELKOCA

This study was conducted in order to determine salinity tolerance at germination and seedling growth stages of bean genotypes collected from North Eastern Anatolia Region and the Çoruh Valley. Thirty-eight bean genotypes collected from the region and two registered cultivars were used as seed material of the research. The research was conducted in two stages. At the first stage of the study, germination tests were conducted in a controlled dark cabinet with a constant ambient temperature of 25°C and tolerant genotypes were determined. At the second stage, the selected genotypes from germination tests were transferred to the greenhouse experiment. Germination and greenhouse experiments were arranged in completely randomized experiment design with three replications. Petri dishes and pots were received 0 (control), 60, 120, 180 and 240 mM NaCl in both germination and greenhouse experiments.

The increased NaCl doses significantly decreased germination rate and delayed mean germination time. In the greenhouse experiment, plant height, root and shoot weight significantly decreased depending on the application of salt. However, under saline conditions, there was significant variation among genotypes for seed germination, root and shoot growth, which allow the selection of salt tolerant genotypes. Twenty genotypes with high germination rate at all of the NaCl doses in the germination experiment were selected for greenhouse experiments. A significant variation was also detected in terms of root and shoot growth among genotypes selected for greenhouse experiment. Considering the rate of decrease in plant dry weight due to salt applications, genotypes of 3, 126, 135, 256, 314, 395 and registered cultivar of Kantar-05 were the most tolerant at all of the three salt levels.

2012, 80 pages

Keywords: Bean, salinity tolerance, NaCl, germination, seedling growth

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu alıŐma Sayın Doç.Dr. Erdal ELKOCA yöneticiliğinde hazırlanmıŐtır. Çalışmanın her aşamasında her anlamda bilgi ve tecrübesini esirgemeyen Sayın Doç.Dr. Erdal ELKOCA'ya , tez yapım aşamasında desteği için eŐim Yusuf Ziya GÜLDÜREN` e teşekkür ederim.

alıŐmalarının sırasında bölüm imkanlarından faydalanmamı sağlayan Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Başkanlığın'a ayrıca teşekkür ederim.

Şule GÜLDÜREN

Ocak, 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1.GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Çimlendirme denemesi.....	17
3.2.1.a. Çimlenme oranı.....	20
3.2.1.b. Çimlenme hızı.....	20
3.2.1.c. Ortalama çimlenme zamanı.....	20
3.2.1.d. Hassaslık indeksi.....	21
3.2.2. Sera Denemesi.....	21
3.2.2.a. Sürgün uzunluğu.....	22
3.2.2.b. Kök uzunluğu.....	22

3.2.2.c. Sürgün yaş-kuru ağırlığı.....	22
3.2.2.d. Kök yaş-kuru ağırlığı.....	23
3.2.2.e. Tuza tolerans yüzdesi.....	23
3.2.3. Verilerin değerlendirilmesi.....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	24
4.1. Çimlendirme Denemesi.....	24
4.1.1. Çimlenme oranı.....	24
4.1.2. Çimlenme hızı.....	29
4.1.3. Ortalama çimlenme zamanı.....	36
4.1.4. Hassaslık indeksi.....	41
4.2. Sera Denemesi.....	46
4.2.1. Sürgün uzunluğu.....	46
4.2.2. Kök uzunluğu.....	49
4.2.3. Sürgün yaş ağırlığı.....	51
4.2.4. Kök yaş ağırlığı.....	54
4.2.5. Sürgün kuru ağırlığı.....	57
4.2.6. Kök kuru ağırlığı.....	60
4.2.7. Tuza tolerans yüzdesi.....	62
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	66
5.1. Çimlendirme Denemesi.....	66
5.2. Sera Denemesi.....	69
5.3 Sonuç.....	74
KAYNAKLAR.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	81

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

C	Karbon
Ca	Kalsiyum
CaCO₃	Kalsiyum Karbonat
Cl	Klor
CO₂	Karbondioksit
Cu	Bakır
Fe	Demir
HCO₃	Bi Karbonat
K	Potasyum
KCl	Potasyum Klorür
Kg	Kilogram
mM	Milimolar
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum Klorür
P	Fosfor
SO₄	Sülfat
Zn	Çinko
KISALTMALAR	
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Çimlendirme denemesinin yürütüldüğü kabinden bir görüntü.....	19
Şekil 4.1.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama çimlenme oranları.....	25
Şekil 4.2	Çimlenme oranına ait tuz x genotip interaksiyonu.....	28
Şekil 4.3.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama çimlenme hızları.....	32
Şekil 4.4.	Fasulye genotiplerinin kontroldeki çimlenme hızları ile farklı NaCl konsantrasyonlarındaki çimlenme hızları arasındaki ikili ilişki.....	34
Şekil 4.5.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki çimlenme hızları arasındaki ikili ilişkiler.....	35
Şekil 4.6.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama çimlenme zamanları.....	37
Şekil 4.7.	Ortalama çimlenme zamanına ait tuz x genotip interaksiyonu.....	40
Şekil 4.8.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki hassaslık indeksleri arasındaki ikili ilişkiler.....	45
Şekil 4.9.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama sürgün uzunlukları.....	47
Şekil 4.10.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama kök uzunlukları.....	50
Şekil 4.11.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama sürgün yaş ağırlıkları.....	52
Şekil 4.12	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama kök yaş ağırlıkları.....	55
Şekil 4.13.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama sürgün kuru ağırlıkları.....	58
Şekil 4.14.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama kök kuru ağırlıkları.....	61

Şekil 4.15. Farklı NaCl dozlarının uygulandığı sera denemesinden genel bir görüntü.....	73
---	----

ÇİZELGELLER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Araştırmada yer alan fasulye genotiplerinin bazı tohum özellikleri ve temin edildikleri yerler.....	18
Çizelge 3.2.	Sera denemesinde kullanılan toprağın çeşitli kimyasal özellikleri.....	22
Çizelge 4.1	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki çimlenme oranlarına ait varyans analizi sonuçları.....	24
Çizelge 4.2.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki çimlenme oranları (%).....	26
Çizelge 4.3.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki çimlenme hızına ait varyans analizi sonuçları.....	30
Çizelge 4.4.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki çimlenme hızları.....	31
Çizelge 4.5.	Farklı NaCl konsantrasyonlarında fasulye genotiplerinin kontrole kıyasla çimlenme hızlarındaki azalış oranları.....	35
Çizelge 4.6.	Çimlenme hızı bakımından farklı NaCl konsantrasyonları arasındaki korelasyon katsayıları.....	33
Çizelge 4.7.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama çimlenme zamanına ait varyans analizi sonuçları.....	36
Çizelge 4.8.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama çimlenme zamanları (gün).....	38
Çizelge 4.9.	Ortalama çimlenme zamanı bakımından farklı NaCl konsantrasyonları arasındaki korelasyon katsayıları.....	41
Çizelge 4.10.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki hassaslık indekslerine ait varyans analizi sonuçları.....	42
Çizelge 4.11.	Fasulye genotiplerinin çimlenme döneminde uygulanan farklı NaCl konsantrasyonlarındaki hassaslık indeksleri.....	43

Çizelge 4.12.	Genotiplerin farklı tuz seviyelerindeki hassaslık indeksleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	44
Çizelge 4.13.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki sürgün uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları.....	46
Çizelge 4.14.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki sürgün uzunlukları (cm).....	48
Çizelge 4.15.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki kök uzunluğuna ait varyans Analizi sonuçları.....	49
Çizelge 4.16.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki kök uzunlukları (cm).....	51
Çizelge 4.17.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki sürgün yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	52
Çizelge 4.18.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki sürgün yaş ağırlıkları (mg).....	54
Çizelge 4.19.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki kök yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	55
Çizelge 4.20.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki kök yaş ağırlıkları (mg).....	56
Çizelge 4.21.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki sürgün kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	57
Çizelge 4.22.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki sürgün kuru ağırlıkları (mg).....	59
Çizelge 4.23.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki kök kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	60
Çizelge 4.24.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki kök kuru ağırlıkları (mg).....	65
Çizelge 4.25.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki tuza toleranslarına ait varyans analizi sonuçları.....	63
Çizelge 4.26.	Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki tuza toleransları (%)......	64

1. GİRİŞ

İnsanlar, protein ihtiyaçlarını bitkisel ya da hayvansal kaynaklı gıdaları tüketerek karşılamaktadırlar. Ancak, tahıl proteini bazı amino asitleri sınırlı oranda içermekte; ayrıca hayvansal kaynaklı gıdaların fiyatlarının yüksek oluşu başta olmak üzere, çeşitli nedenlerle yeterli miktarda hayvansal kaynaklı protein tüketilememektedir. Bu durum, insanların protein ihtiyacının karşılanmasında kuru baklagillerin önemini daha da artırmaktadır. Kuru baklagiller ucuz ve yüksek kaliteli bitkisel protein kaynağı olmalarının yanında, tahıl tanelerinden yaklaşık iki kat fazla olmak üzere, tohumlarında ortalama olarak %20-25 oranında protein içerirler (Pekşen ve Artık 2005). Bu nedenle, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, düşük proteinli-yüksek enerjili besinlerin eksikliklerini giderici olarak önemli bir yere sahiptirler (Şehirli 1988). Mineral maddeler (potasyum, fosfor, kalsiyum ve demir), vitaminler (A, B ve E) ve protein (ortalama %22) bakımından oldukça zengin olan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) yemeklik baklagiller içerisinde yer alan önemli bir kültür bitkisidir (Şehirli 1988; Özdemir 2002; Pekşen ve Artık 2005). Yüksek besin değerine ilaveten taze, konserve, kurutulmuş bakla ve kuru tane olmak üzere geniş bir tüketim yelpazesine sahip oluşu fasulyenin önemini daha da artırmaktadır.

Yemeklik tane baklagiller ekildikleri alanda toprak verimliliğini olumlu yönde etkilemektedirler. Baklagil bitkilerinin toprak verimliliğine en önemli katkıları köklerinde ortak yaşam sürdüren *Rhizobium* bakterileri yardımıyla havanın elementer azotunu kullanabilmesi ve bu yünden toprağı zenginleştirmesidir. Fasulye ekili olduğu alana yıllık ortalama olarak 5 kg/da azot bağlayabilmekte ve bu azotun gübre olarak değeri ise yaklaşık 25 kg amonyum sülfat gübresine eşdeğer olmaktadır. Diğer taraftan, yemeklik baklagiller ekildikleri alanlarda

toprağın havalanması, ısınması, su tutma kapasitesi, işlenmesi gibi özellikleri iyileştirerek bitki gelişimi için çok daha uygun ortam hazırlanmasını sağlar. Bu nedenle, fasulye sulu tarım alanlarında ekim nöbetine alınması gereken bitkilerin başında yer almaktadır (Şehirli 1988; Özdemir 2002).

Fasulye dünya ve ülkemiz için önemli bir tarım ürünüdür. Nitekim 2009 yılı FAO verilerine göre fasulyenin dünyada en geniş ekim alanına (25.2 milyon ha) ve üretim miktarına (19.7 milyon ton) sahip yemeklik tane baklagil bitkisi olduğu görülmektedir (Anonim 2010). Ülkemizde ise kuru fasulyenin 97500 ha ekim alanı ve 180000 ton üretimi bulunmakta; ekim alanı ve üretim miktarı yönünden nohut ve mercimekten sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim 2010).

Diğer türlerle kıyaslandığında, baklagiller tuzluluğa en hassas grup içerisinde yer almakta ve sulu alanlarda yetiştirilen fasulyenin tuzluluğa en hassas bitki türlerinden birisi olduğu bilinmektedir (Abbas *et al.* 1991; Elkoca vd 2003; Bouhmouch *et al.* 2005). Tuzluluk gerek osmotik, gerekse toksik iyon etkileri yoluyla bitki gelişmesini etkilemektedir (Kantar ve Elkoca 1998). Tuzluluğun, toprak çözeltisinin osmotik basıncı üzerindeki etkisi çok önemli bir sorun olup, suyun elverişliliğini düşürmektedir. Hücre büyümesi turgor basıncı ile çok yakından ilişkilidir. Tuzluluk, toprak çözeltisinin osmotik potansiyelini artırarak hücrelerin turgor basıncını azaltmakta ve bitki gelişmesini engellemektedir (Ashraf 1994). Tarla şartlarında yeterli su verilse bile, yüksek tuzun meydana getirdiği “fizyolojik kuraklık” suyun bitki kökleri tarafından alımını sınırlandırarak solmaya neden olmakta (Goertz and Coons 1989, 1991; Esehie 1994) ve ayrıca verim ve kalitede önemli azalmalar ortaya çıkabilmektedir (Yurtseven ve Bozkurt 1997).

Tuzluluk, bitkilerde osmotik etkilere ilave olarak iyonların toksin etkileri yoluyla da zarar yapabilmektedir. Tuzlu topraklarda genellikle Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Na^+ ,

Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonları yer almakla birlikte en çok karşılaşılan tuz formu NaCl'dür. Bitki türleri hatta çeşitler bu iyonlara farklı tepki göstermektedirler (Ashraf 1994). Tuza dayanıklı türlerde Na^+ ve Cl^- iyonları seçici olarak vakuolde depolanmakta, böylece sitoplazmada fizyolojik reaksiyonlar etkilenmeden devam edebilmektedir. Fasulye gibi hassas bitkilerde ise bu iyonların vakuolde depolanması engellenmekte, sitoplazmada yükselen Na^+ ve Cl^- seviyeleri enzim aktivitesini durdurmaktadır (Seemann and Critchley 1985). Tuzlu şartlarda fasulyenin çimlenme oranı azalmakta (Elkoca 1997; Bayuelo-Jimenez, *et al.* 2002a), su ve gübreden yeterince yararlanamamakta (Wagenet *et al.* 1983), fotosentez ve verimi düşmektedir (Brignoli and Lauteri 1991). Nitekim artan tuz konsantrasyonlarının fasulyede çimlenme ve bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediğine dair çok sayıda araştırma sonucu rapor edilmektedir (Demir ve Demir 1996; Güvenç ve Kantar 1996; Elkoca 1997; Bayuelo-Jimenez, *et al.* 2002b; Elkoca vd 2003; Bouhmouch *et al.* 2005; Tejera *et al.* 2005).

Tuzluluk çoğunlukla, yağışların bitki kök bölgesindeki tuzların yıkanmasını sağlayacak kadar yeterli olmadığı kurak ve yarı kurak bölgeler ile sulama ve gübrelemenin yoğun olarak uygulandığı yörelerde karşılaşılan önemli bir problem olup, hem dünyada hem de ülkemizde tuzluluk sorunu olan tarım alanı miktarı sürekli artış göstermektedir (Pesserakli 1991; Esechie 1994). Halen Dünya'da yaklaşık 95 milyon ha alanda (Szabolcs 1994), yer yer tuzluluğu yüksek suların kullanıldığı ve bilinçsiz sulamanın yapıldığı ülkemizde ise 1.5 milyon ha arazide çeşitli seviyelerde tuzluluk problemi bulunmaktadır (Kanber ve Ünlü 2008).

Düşük yağış, yüksek evapotranspirasyon, yer altındaki çözülebilir tuz kaynakları, tuzlu sulama suyu ve yanlış yapılan sulamalar tarım alanlarında "tuzluluk probleminin" ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde sulama suyu kalitesinin düşük olması (Taiz and Zeiger 1991) ve yıllık yağışın

topraktaki tuzların yıkanması için yeterli olmaması nedeniyle (Pessarakli 1991) tuzluluk, sulanan alanlarda önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır (Cachorro vd 1994). Örneğin, litrede 2000-3000 mg tuz içeren bir kuyudan yılda 1000 mm'lik sulama yapıldığında, toprakta yıllık olarak 1.9-2.9 ton/da tuz birikebilmektedir (Taiz and Zeiger 1991).

Tuzluluğun olumsuz etkilerini gidermede en sık başvurulan yöntemlerden biri toprakta biriken tuzların yıkanarak uzaklaştırılmasıdır. Diğer taraftan, tuzlu sulama sularının iyileştirilmesi ve yetiştiricilik sırasında bazı özel teknikler uygulanmak suretiyle de tuzluluğun olumsuz etkileri hafifletilmeye çalışılmaktadır. Ancak, tuzluluğun zararlı etkisini azaltmaya yönelik bu uygulamalar oldukça pahalı olup geçici çözüm sağlamaktadır. Tuza toleranslı bitki tür ve çeşitlerinin seçilip yetiştirilmesi, bu tip alanların değerlendirilmesinde en pratik ve en ekonomik yoldur (Khalid 2001; Elkoca vd 2003). Bu nedenle, tuzlu şartlarda ekonomik bir ürün üretebilen tuza toleranslı bitki tür ve çeşitlerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Epstein 1985). Nitekim tuza dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi ile ilgili çalışmalara gittikçe daha fazla önem verilmektedir.

Tuza dayanıklı genotiplerin belirlenmesinde başlıca petride çimlendirme testleri, saksıda tuzlu ortamda fide yetiştirme, tuzluluğu kontrollü küçük parsellerde bitki yetiştirme ve tarla denemeleri uygulanmaktadır (Kantar ve Elkoca 1998). Tarla metotlarındaki amaç, genotiplerin gerçek performanslarının tarla şartlarında belirlenmesidir. Ancak, tarla şartlarının kontrolü oldukça zordur. Tuzluluk seviyesi, toprak yüzeyi ve toprak profili boyunca farklılık göstermektedir. Buna ilaveten tuzluluk bitki, toprak ve iklim faktörleriyle interaksiyon göstermektedir. Bu nedenle, bu tip yerlerden elde edilen sonuçların yorumlanması oldukça güç olmaktadır (Saxena *et al* 1994).

Çimlenmedeki genotipik farklılıklar tuza dayanıklılığın belirlenmesinde oldukça önemlidir (Saxena *et al.* 1994). Bu nedenle, tuzlu ortamda tohum çimlenmesi, çok sayıda genotipin kullanıldığı araştırmalarda tuzluluğa dayanıklılığın hızlı bir şekilde belirlenmesi amacıyla gerek fasulye (Goertz and Coons 1989; Güvenç ve Kantar 1996; Elkoca 1997; Bayuelo-Jimenez, *et al.* 2002a), gerekse diğer birçok bitki türünde (Murillo-Amador *et al.* 2002; Kaya vd 2005; Yıldırım ve Güvenç 2006) geniş ölçüde kullanılmaktadır.

Tuza dayanıklılığın test edilmesinde, saksı denemeleri de oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu metotta saksılara perlit, vermikülit (Goertz and Coons 1991; Seemann and Critchley 1985), yıkanmış kum veya tarla toprağı konulmakta (Özdemir ve Engin 1995), daha sonra saksılara istenen kombinasyon ve konsantrasyonlarda hazırlanmış tuz solüsyonları uygulanarak tuzluluk ayarlanmaktadır. Saksı metodu kullanılarak, fasulye (Seemann and Critchley 1985; Elkoca 1997; Bayuelo-Jimenez, *et al.* 2002b) ve diğer bir çok bitki türünde fide gelişimi döneminde tuzluluğa toleranslı genotipler belirlenebilmektedir (Özdemir ve Engin 1995; Murillo-Amador *et al.* 2002; Eker *et al.* 2006).

Bitkilerin tuza dayanıklılığı gelişme dönemine bağlı olarak değişebilmekte (Lauchli and Epstein 1990) ve genel olarak, bitkiler çimlenme ve fide döneminde tuza daha fazla hassasiyet göstermektedirler (Ashraf *et al.* 1986). Çimlenme ve fide döneminde tuzluluğa gösterilen tepki ile ileriki dönemlerde gösterilecek tepki arasında çoğunlukla olumlu bir ilişki bulunmaktadır. Bu nedenle, bitkilerin ileriki gelişme dönemlerinde tuzluluğa gösterecekleri tepkinin tahmininde, çimlenme ve fide tepkisinin kullanılabilceği bildirilmektedir (Allen *et al.* 1986).

Yüksek lisans çalışmasında, fasulye genotiplerinin çimlenme ve fide gelişimi dönemlerindeki tuza dayanıklılıklarının test edilerek ümitvar genotiplerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Prisco and O'leary (1972), fasulye bitkisini NaCl ihtiva eden ve etmeyen farklı iki besin solüsyonunda yetiştirerek mukayese etmiştir. NaCl içeren besin solüsyonunda yetiştirilen fasulye bitkilerinin yapraklarındaki klorofil ve protein kaybı, tuz içermeyen kontrol solüsyonunda yetiştirilen bitkilere oranla çok daha yüksek olmuştur. Çalışmada ayrıca, tuzluluğun bitkilerdeki hormonal dengeyi bozduğu ve buna bağlı olarak bitkilerdeki yaşlanmayı hızlandığı tespit edilmiştir.

Ayoub (1974), dokuz fasulye varyetesi kullanarak yürüttüğü bir çalışmada, varyetelerin tuzdan farklı seviyede etkilendiğini saptamıştır. Fasulye varyetelerinin yaprak alanları 40 mM NaCl uygulamasında kontrole kıyasla azalmış ancak, bu azalış varyeteler arasında %32 ile %75 arasında olmak üzere önemli değişim göstermiştir. Araştırmacı ayrıca, varyetelerin kök, gövde ve yapraklarında biriktirdikleri Na miktarlarının da birbirinden önemli seviyede farklı olduğunu, biriktirilen Na miktarındaki artışa paralel olarak zararlanma derecesinin arttığını belirlemiştir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde, tuz (NaCl) ve su stresinin fasulye bitkisi üzerindeki etkilerini araştıran Frota ve Tucker (1978), gerek tuz, gerekse su stresine maruz bırakılan fasulye bitkilerinde protein sentezinin önemli ölçüde azaldığını rapor etmişlerdir.

Sera şartlarında yürütülen bir çalışmada (Wagenet *et al.* 1983), tuz (0.5, 4.0 ve 8.0 mmho/cm), su, N, P ve K uygulamalarının fasulyede bitki gelişimi ve verim

üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sulama sıklığının 2 günden 8 güne ve sulama suyundaki tuz miktarının ise 0.5 mmho/cm'den 8.0 mmho/cm'ye çıkartılması kuru madde miktarı ve fasulye verimini önemli seviyede azaltmıştır. Sulama suyundaki tuz miktarı 8.0 mmho/cm'nin üzerine çıkmamak şartı ile bütün gübre uygulamalarının verimi artırdığı belirlenmiştir. Bitki azot içeriği ve kök ağırlığının sulama sıklığına ve tuz uygulamalarına çok hassas olduğu; gerek sulama suyundaki tuz miktarı ve gerekse sulamalar arasındaki süre arttıkça bitkinin azot içeriğinin ve kök ağırlığının önemli ölçüde azaldığı saptanmıştır.

Kawasaki *et al.* (1983), NaCl ve PEG'in aynı osmotik potansiyele sahip solüsyonlarının fasulye, mısır ve sorgumda bitki gelişimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Artan NaCl ve PEG konsantrasyonları her üç bitki türünün de bitki gelişimini sınırlandırmıştır. Ancak, bitki gelişimindeki azalma mısır ve fasulyede daha yüksek oranda meydana gelmiş ve böylece mısır ve fasulyenin sorguma nazaran su ve tuz stresine daha hassas olduğu ortaya konulmuştur.

Seemann and Critchley (1985), NaCl'ün fasulyede bitki gelişimi, iyon nakli ve fotosentetik performans üzerindeki etkisini belirlemeye çalışmışlardır. NaCl uygulamasına bağlı olarak bitki kuru ve yaş ağırlığı azalmış, yaprak Cl⁻ içeriği ise artmıştır. Yapraktaki Cl⁻ artışı, Na⁺ ve K⁺ iyonlarındaki artış tarafından dengelenmiştir. Tuzluluk, birim yaprak alanı başına düşen toplam azot ve ribulose 1,5-biphosphate (RuBp) carboxylase miktarı üzerine çok az oranda etki yapmıştır. Klorofil miktarı, stoma iletkenliği ve CO₂ fiksasyonu tuz uygulamaları sonucunda azalmıştır.

Hashim and Campbell (1988), 0, 40, 80 ve 160 mM NaCl uygulamalarının fasulye, güvercin bezelyesi (*Cajanus cajan* L.) ve yonca (*Medicago sativa* L.)

üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçları yonca ve güvercin bezelyesinin fasulyeye nazaran tuzluluğa daha toleranslı olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmada ayrıca, tuzluluğun kök ve sürgün dokularında düşük moleköl ağırlığına sahip farklı proteinlerin meydana gelmesine neden olduğu belirlemiştir.

Pakistan'da yürütölen bir araştırmada, 0, 25, 50 ve 75 mM konsantrasyona sahip KCl ve NaCl uygulamalarının fasulye bitkisi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. KCl ve NaCl'ün 25 mM konsantrasyonlarında yetiştirilen bitkilerin gelişmelerinde aynı oranda azalma meydana gelirken, 50 ve 75 mM KCl uygulamaları bitki gelişimini NaCl'ün aynı konsantrasyonlarına nazaran daha yüksek oranda azaltmıştır. Yapraklardaki Cl miktarının tuz uygulamalarındaki artışa paralel olarak yükseldiği ve Cl alımındaki bu artışa bağlı olarak gelişme oranında azalmaların meydana geldiği belirlenmiştir (Salim 1989).

Kocaçalışkan ve Kabar (1990), artan tuz konsantrasyonlarının fasulye tohumlarında hem çimlenmeyi hem de su alımını engellediğini; fasulye tohumlarının polifenol oksidaz ve amilaz aktivitelerinin tuz seviyesi arttıkça azaldığını rapor etmişlerdir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışmada (Goertz and Coons 1991), NaCl uygulamasının (0.0, -0.3, -0.6, -0.9, -1.2 ve -1.5 MPa) tepary (*Phaseolus acutifolius* Gray var. *latifolius*) ve çalı (*Phaseolus vulgaris* L. var. *Fletwood*) fasulyesinin çimlenme ve fide gelişimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Gerek tepary gerekse çalı fasulyesinde -0.3 MPa'da gelişme etkilenmemiş ancak, -0.9 MPa'dan daha yüksek tuzluluk seviyelerinde çalı fasulyesi tepary fasulyesine nazaran daha yavaş gelişmiştir. Her iki tür de -1.5 MPa'da çıkış yapamamıştır.

Çalı fasulyesinin yaprak alanı -0.6 ve -0.9 MPa'da tepary fasulyesine nazaran daha fazla azalmıştır. Çalışma neticesinde, tepary fasulyesinin çalı fasulyesine nazaran tuza daha toleranslı olduğu ortaya konulmuştur.

Amerika Birleşik Devletleri'nde, üç fasulye çeşidi işaretli amonyum nitrat kullanılarak üç farklı NaCl konsantrasyonunda (-0.03 (kontrol), -0.25 ve -0.50 MPa) denenmiştir. Kuru madde üretimi, toplam N ve su alımı tuzluluktaki artışa bağlı olarak bütün çeşitlerde azalmış ancak, çeşitlerden biri tuzdan daha az oranda etkilenmiş ve bu çeşidin tarla şartları için en uygun çeşit olduğu belirlenmiştir (Pessarakli 1991).

Güvenç ve Kantar (1996), Türkiye'de tescilli fasulye çeşitlerini de içeren 92 fasulye çeşit/genotipinin -0.0, -0.9 ve -1.5 MPa osmotik potansiyele sahip NaCl solüsyonlarındaki çimlenmelerini test etmişlerdir. Çeşit/genotiplerin -0.0, -0.9 ve -1.5 MPa NaCl uygulamalarındaki ortalama çimlenme oranı sırasıyla %83.6, %55.6 ve %30.6 olarak gerçekleşmiştir. Çimlenme hızı tuz uygulamalarına bağlı olarak önemli seviyede azalmış, çimlenme hızının bir göstergesi olarak hesaplanan çimlenme oran indeksi değerleri -0.0 MPa uygulamasında 40.2, -0.9 MPa uygulamasında 19.0 ve -1.5 MPa uygulamasında ise 7.0 olarak belirlenmiştir. Araştırma sonunda, çimlenme döneminde tuza tolerans açısından fasulye çeşit/genotipleri arasında önemli bir varyasyonun bulunduğu; genotiplerden dört tanesinin tuza toleranslı, tescilli Şeker çeşidinin ise tuza orta derecede dayanıklı olduğu saptanmıştır.

Elkoca (1997), 95 fasulye genotipi arasından çimlenme ve fide gelişimi döneminde tuza toleranslı olanları belirlemeye çalışmıştır. Genotipler önce üç farklı NaCl solüsyonunda (0.0, -0.9 ve -1.5 MPa) çimlendirme denemesi alınmış

ve çimlendirme aşamasında tuza dayanıklı, orta derecede dayanıklı ve hassas genotipler belirlenmiştir. Çimlendirme denemesinde ümitvar bulunan genotipler saksıda kum ortamında 0.0, -0.6 ve -0.9 MPa'da çıkış ve fide gelişmesi yönünden incelenmişlerdir. Genotiplerin ortalaması olarak kontrolde %94.0 olan çimlenme oranı -0.9 ve -1.5 MPa NaCl seviyesinde sırasıyla %74.5 ve %32.8'e gerilemiştir. Çimlendirme denemeleri sonucunda genotiplerden 11 tanesinin dayanıklı, 5 tanesinin ise orta derecede dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Saksı denemesine alınan genotiplerin artan tuzluluk seviyesine bağlı olarak daha uzun sürede ve daha düşük oranda çıkış yaptığı saptanmıştır. Tuzlu şartlarda genotiplerin yaprak sayısı, kök-sürgün uzunluk ve ağırlıkları önemli seviyede azalmıştır. Araştırmacı, tuzlu şartlarda yüksek çimlenme oranına sahip olan Yunus -90 çeşidinin ve altı genotipin saksı denemesinde de tuzluluğa toleranslı olduğunu rapor etmiştir.

Khavari-Nejad and Chaparzadeh (1998), 0, 30, 60 ve 90 mM NaCl uygulamasının yoncada bitki gelişimi ve fotosentez üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Hoagland besin çözeltisinde artan NaCl konsantrasyonları klorofil miktarı ve net fotosentez oranını azaltırken, yapraklardaki solunumu ve CO₂ tüketimini artırmıştır. Karotenoid miktarı ise tuzluluktan etkilenmemiştir. Araştırmacılar, artan NaCl miktarına bağlı olarak yoncada kök ve sürgün kuru madde üretiminin, net asimilasyon oranının ve yaprak alanının önemli seviyede azaldığını rapor etmişlerdir.

Özcan vd (1999), tuz stresinin (68 mM NaCl kg⁻¹ toprak) tescilli üç nohut çeşidinde (Canitez-87, ILC-195/2 ve Damla) bitki gelişimi, prolin, Na, Cl, P ve K içeriği üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Tuz stresi altında çeşitlerin prolin, Na, Cl ve P konsantrasyonları artmış, K konsantrasyonu ise azalmıştır. Ancak, tuz uygulamasına hassasiyet bakımından çeşitler arasında varyasyon olduğu belirlenmiştir. Tuz uygulaması Damla çeşidinde bitki kuru ağırlığını diğer iki

çeşide kıyasla daha az oranda azaltmış ve bu çeşidin Na ve Cl içerikleri de daha düşük bulunmuştur.

Alpaslan *et al.* (1999), tescilli altı çeltik (*Oryza sativa* L.) çeşidinin tuza dayanıklılıklarını sera şartlarında test etmişlerdir. Tuzluluk bütün çeşitlerde bitki gelişimini azaltmakla birlikte, çeşitlerden dördü tuzluluktan daha az oranda etkilenmiştir. Genel olarak çeşitlerin Na ve Cl içerikleri tuzluluk sonucu artmış, K içerikleri ise azalmıştır. Ayrıca, çeşitlerin prolin içerikleri ve stoma dirençleri tuz uygulamalarına bağlı olarak artış göstermiştir.

Taban vd (1999), Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen sekiz mısır çeşidinin tuz stresine duyarlılıkları belirlemek amacıyla bir saksı denemesi yürütmüşlerdir. Araştırmacılar saksıları tarla toprağı ile doldurmuş ve tuz stresi meydana getirebilmek için saksılara, bir kg toprağı 68 mM hesabıyla, NaCl uygulamışlardır. Ayrıca, her bir çeşit için tuz uygulaması yapılmamış kontrol grubu yer almıştır. Araştırmacılar, dört çeşidin diğer çeşitlere göre tuza daha dayanıklı olduğunu belirlemiş ve bu çeşitleri tuzlu alanlar için önermişlerdir. Tuz stresi altında dayanıklı çeşitlerin kuru madde miktarları diğer çeşitlere göre daha az etkilenmiş ve genelde Na ve Cl içerikleri diğer çeşitlere göre daha düşük olmuştur. Tuz stresi altında çeşitlerin P ve Mn içerikleri artmış, K içeriğı azalmış; Fe, Cu ve Zn içerikleri ise çeşitlere göre değışim göstermiştir.

Farklı NaCl konsantrasyonlarının (0, 8, 12, 16 ds m⁻¹) iki nohut varyetesinin çimlenmesi üzerindeki etkilerini inceleyen Khalid *et al.* (2001), 16 ds m⁻¹ NaCl seviyesinde tohum çimlenmesinin kontrole kıyasla %66.0 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Çalışmada ayrıca, çimlenen tohumların plumula ve kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlığında artan tuz seviyesine bağlı olarak önemli

azalışların meydana geldiği belirlenmiştir. Çalışma sonunda araştırmacılar, çeşitlerden birinin tuzlu şartlarda diğer çeşide nazaran daha iyi sonuç verdiğini rapor etmişlerdir.

Murillo Amador *et al.* (2001), 25 börülce (*Vigna unguiculata* L.) genotipinin fide çıkışı dönemindeki tuza (0, 85 ve 170 mM NaCl L⁻¹) toleransını test etmişlerdir. Araştırmacılar, çıkış oranı ve hızı, kök/sürgün oranı ve bitki ağırlığı üzerine genotip, tuzluluk ve genotip x tuzluluk interaksyonunun önemli etkide bulunduğunu belirlemişlerdir. Genotiplerden sekiz tanesinde çıkış oranı hem 85 hem de 170 mM NaCl uygulamasında %75'ten daha yüksek olmuştur. Diğer genotiplerde ise çıkış oranı ve hızı her iki tuz seviyesinde de oldukça düşük olmuş ve bu genotipler tuza hassas grup içerisinde yer almışlardır.

Farklı NaCl konsantrasyonlarının (4.6, 8.4 ve 12.2 dS m⁻¹) nohutta fide çıkışı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla saksı şartlarında denemeler yapan Esehie *et al.* (2002), artan tuz konsantrasyonlarının nohutta hipokotil zararlanmalarına neden olmak suretiyle fide çıkışını önemli seviyede azalttığını saptamışlardır.

Üç soya çeşidi farklı tuzluluk seviyelerine (0.5, 2.5, 4.5, 6.5 ve 8.5 dS m⁻¹) sahip toprağa ekilerek, tuzluluğun soyada tohum çimlenmesi, sürgün ve kök kuru ağırlığı ile yaprak mineral madde (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ ve Cl⁻) içeriği üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır (Essa 2002). Çimlenme yüzdesi ekimden sonra 10 gün süreyle kaydedilmiş, sürgün ve kök kuru ağırlıkları ise çıkıştan 45 gün sonra belirlenmiştir. Çeşitler tuzluluktan farklı seviyelerde etkilenmişlerdir. Artan tuzluluk seviyesi bütün çeşitlerde çimlenme oranı ve bitki boyunu önemli seviyede azaltmasına, Na⁺ ve Cl⁻ içeriğini ise önemli seviyede artırmasına rağmen, çeşitlerden bir tanesinde tohum çimlenmesi ve bitki boyu diğer iki çeşide

nazaran tuzluluktan daha az oranda etkilemiştir. Yine aynı çeşitte tuzlu şartlarda Na^+ ve Cl^- içeriği diğer iki çeşitten daha düşük bulunmuş ve bu çeşidin tuza diğer iki çeşitten daha toleranslı olduğu sonucuna varılmıştır.

Hoagland besin çözeltisi ve NaCl kullanılarak beş farklı tuz konsantrasyonunda (3.4, 59.3, 133.3, 216.6 ve 314.5 mM) sekiz arpa çeşidinin tuza toleransları incelenmiştir (Bağcı vd 2003). Değerlendirmeler çimlenme yüzdesi, sap ve kök uzunlukları ile kuru ağırlıkları, tuza tolerans yüzdesi, K ve Na konsantrasyonları üzerinde yapılmıştır. Çimlenme yüzdesi ve kuru ağırlıkların bir sonucu olan tuza tolerans yüzdesi en güvenilir kriter olarak belirlenmiştir. Yüksek K konsantrasyonu ve K/Na oranının, bazı istisnalarla birlikte, diğer potansiyel seleksiyon kriterleri olduğu saptanmıştır. Araştırma sonucunda çeşitlerden iki tanesinin yüksek, üç tanesinin orta seviyede toleranslı olduğu belirlenirken, iki çeşidinin tuza hassas olduğu belirlenmiştir.

Biri tuza toleranslı, diğeri hassas iki maş fasulyesi (*Phaseolus aureus*) çeşidi, tuzlu şartlarda (1, 10, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl) tohum çimlenmesi, fide gücü (kök ve sürgün uzunluğu), bitki gelişimi (yaş ve kuru ağırlık), su alımı ve hücre içi Na ve K içeriği yönünden birbiri ile kıyaslamalı olarak test edilmiştir. Artan tuz seviyeleri, tuza hassas olduğu bilinen çeşidin çimlenmesini, fide gücünü, bitki gelişmesini ve su alımını dayanıklı çeşide kıyasla önemli seviyede azaltmıştır. Ayrıca, tuzlu şartlarda hassas çeşidin hücre içi Na içeriği diğer çeşitten birkaç kat yüksek bulunmuştur (Misra and Dwivedi 2004).

Yapılan diğer bir araştırmada NaCl ve PEG 6000 (polyethylene glycole 6000) kullanılarak -2, -4, -6 ve -8 bar su tutma gücüne sahip solüsyonlarda tuz ve kuraklığın üç bezelye çeşidinin (Bolero, Sprinter ve Utrillo) çimlenme ve fide

gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir (Okçu vd 2005). NaCl solüsyonlarının elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 4.5, 8.8, 12.7 ve 16.3 dS m⁻¹ olarak belirlenmiştir. NaCl uygulaması her üç çeşidin çimlenmesinde de önemli bir azalmaya neden olmazken, -6 bar PEG solüsyonunda çimlenme oranı düşmüştür. Çeşitlerin fide gelişimi ise gerek NaCl gerekse PEG uygulamalarından olumsuz yönde etkilenmiştir. Sonuçlar, hem tuz hem de kuraklık stresine tolerans bakımından çeşitler arasında farklılıkların olduğunu ortaya koymuştur. Sprinter kurak şartlarda daha iyi sonuç verirken, Bolero tuz stresine daha toleranslı bulunmuştur.

Tuz uygulamasının (0.0, 4.7, 9.4 ve 14.1 dS m⁻¹ NaCl) kolzada (*Brassica napus*) çimlenme oranı ve hızını, kök-sürgün uzunluk ve ağırlığını, yaprak alanı ve sayısını önemli seviyede azalttığı saptanmıştır. Tohum çimlenmesi özellikle en yüksek tuzluluk seviyesi olan 14.1 dS m⁻¹ uygulamasında önemli seviyede azalırken, çimlenmeye kadar geçen süre uzamıştır. Araştırmada ayrıca, sürgün gelişiminin kök gelişimine nazaran tuzluluğa daha hassas olduğu belirlenmiştir (Jamil *et al.* 2005).

Eker *et al.* (2006) 19 melez mısır (*Zea mays* L.) varyetesinin erken fide gelişimi dönemindeki tuza toleranslarını belirlemek üzere kontrollü şartlarda bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar, hasattan 6 gün önce besin solüsyonuna 250 mM NaCl uygulamışlar ve mısır bitkilerini çıkıştan 17 gün sonra hasat etmişlerdir. Araştırma sonuçları mısır varyeteleri arasında NaCl'e tepki bakımından önemli farklılıkların bulunduğunu göstermiştir. Tuz uygulamasının yaşlı yapraklarda neden olduğu nekrotik lekeler dikkate alınarak yapılan değerlendirmede, varyeteler arasında tuza tolerans bakımından önemli bir varyasyon bulunduğu gözlenmiştir. Çalışmada ayrıca, NaCl uygulamasının sürgün gelişimini kök gelişimine oranla daha fazla azalttığı, kök ve sürgündeki K, Ca ve Na içeriği bakımından varyeteler

arasında önemli genotipik varyasyonların bulunduğu ortaya konulmuştur. Araştırmacılar, sürgünlerinde daha az Na içeren ve ayrıca yüksek K/Na ve Ca/Na oranlarına sahip varyetelerin tuza daha toleranslı olduğunu rapor etmişlerdir.

Atak vd (2006), tescilli üç tritikale çeşidine ait tohumların 2.4, 4.2, 5.9, 7.7, 10.6 ve 13.2 dS m⁻¹ elektriksel iletkenliğe sahip NaCl solüsyonlarındaki çimlenme yüzdeleri, fide yaş ve kuru ağırlıkları ile su alımlarını belirlemişlerdir. Çalışmada ayrıca, tohum, kök ve sürgünde Na, Cl ve K analizleri yapılmıştır. Artan NaCl dozları çimlenme yüzdesinde önemli değişikliğe neden olmadan, ortalama çimlenme zamanının önemli seviyede uzamasına neden olmuştur. Tuz miktarındaki artışa paralel olarak, gerek çimlenmekte olan tohumlarda gerekse kök ve sürgünlerde Na ve Cl iyonu miktarı artarken, K iyonu miktarının azaldığı belirlenmiştir. Çalışma sonunda çeşitlerden birinin diğer iki çeşide nazaran tuza daha toleranslı olduğu rapor edilmiştir.

Tuz stresinin (0.0, 100, 200 ve 300 mM NaCl) maş fasulyesinde (*Vigna radiata* L. Wilczek) bitki gelişimi ve metabolik aktivite üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla Mohammed (2007) tarafından saksı denemesi yürütülmüştür. Sonuçlar, tuz uygulamasının maş fasulyesinde sürgün ve kök uzunluğunu, yan kök ve yaprak sayısını, toplam yaprak alanını, sürgün ve kök ağırlığını önemli seviyede azalttığını ortaya koymuştur. Tuz uygulamasının ayrıca, klorofil miktarında, fotosentetik aktivitede, toplam azot miktarında, nükleik asit içeriğinde, peroksidaz ve katalaz aktivitesinde de önemi azalışlara neden olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, tuz uygulaması kök ve sürgünde sodyum ve klor miktarını artırırken; potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriğini ise azaltmıştır.

Karakullukçu ve Adak (2008), saksılara 0 (kontrol) ve 60 mM NaCl uygulamak suretiyle tescilli 5 nohut çeşidinin (Sarı-98, Canitez-87, İzmir-92, Aydın-92 ve

Menemen-97) tuza toleranslarını belirlemeye çalışmışlardır. Tuz uygulaması bitki boyu, kök uzunluğu, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığını kontrole kıyasla azaltmıştır. Ancak, araştırmacılar tuza tolerans bakımından çeşitler arasında farklılıkların bulunduğunu ve Menemen-97'nin en duyarlı çeşit olduğunu rapor etmişlerdir.

Yıldırım vd (2008), 13 bezelye (*Pisum sativum sp. arvense* L.) genotipi kullanarak yürüttükleri çalışmalarında, tuzluluktaki artışa (0, 25 ve 75 mM NaCl) paralel olarak, kök ve sürgün ağırlığı, yaprak sayısı ve klorofil içeriğinde azalmaların meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Çalışmada ayrıca, genotiplerin tuza tepkileri birbirinden önemli derece farklı bulunmuş; genotiplerden üçünün tuza toleranslı, ikisinin ise çok hassas olduğu belirlenmiştir.

Dokuz ayçiçeği çeşit/genotipinin çimlenmesi üzerine NaCl uygulamasının (0, 5, 10 ve 20 dS m⁻¹) etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen diğer bir çalışmada, ekimden itibaren 10. günde çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme zamanı, kök uzunluğu, fide uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığı ölçümleri yapılmıştır (Day vd 2008). Artan NaCl seviyeleri çimlenme yüzdesinin azalmasına, ortalama çimlenme zamanının uzamasına ve fide gelişiminin engellenmesine neden olmuştur. Genotipler NaCl uygulamalarına farklı tepki göstermiş ve genotiplerden bir tanesi NaCl uygulamasından en az oranda etkilenmiştir. Çimlenmelerine rağmen beş genotipte fide gelişiminin meydana gelmediğini belirleyen araştırmacılar, tuzluluğun fide gelişimini çimlenmeye nazaran daha fazla oranda etkilediğine vurgu yapmışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

TÜBİTAK tarafından desteklenen “Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi’nde Yetiştirilen Kuru Fasulye Gen Kaynaklarının Toplanması ve Değerlendirilmesi” konulu proje (Proje no 107O400) kapsamında toplanmış olan 38 fasulye genotipi araştırmanın materyalini oluşturmuştur. Çalışmada ayrıca, Elkoca-05 ve Kantar-05 kuru fasulye çeşitleri standart olarak yer almıştır. Genotiplerin temin edildikleri yer ve genotiplere ait bazı özellikler Çizelge 3.1’de sunulmuştur.

3.2. Yöntem

Araştırma iki aşamalı olarak yürütülmüştür. İlk aşamada, tuzlu ortamda çimlendirme testleri yapılarak, çimlenme döneminde tuza toleranslı genotipler belirlenmiştir. İkinci aşamada ise çimlendirme testlerinde toleranslı bulunan genotipler sera denemelerine alınmışlardır.

3.2.1. Çimlendirme denemesi

Faktöriyel düzenlemede Tesadüf Parselleri Deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak (Yıldız ve Bircan 1994), $25\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ ’lik sabit ortam sıcaklığına sahip kontrollü bir kabin içerisinde karanlık koşullarda yürütülmüştür (Şekil 3.1).

Çizelge 3.1. Araştırmada Yer Alan Fasulye Genotiplerinin Bazı Tohum Özellikleri ve Temin Edildikleri Yerler

Genotip	Tohum şekli *	Tohum rengi	Temin edildiği yer
1	Subcompressus	Beyaz	Hakbilir Köyü Kemah/ERZİNCAN
3	Sphaericus	Beyaz	Kuruçalı Köyü Narman/ERZURUM
5	Compressus	Beyaz	Posof Merkez/ARDAHAN
7	Compressus	Beyaz	Balıca Köyü Oltu/ERZURUM
29	Ellipticus	Beyaz	Ünlükaya Köyü Oltu/ERZURUM
31	Ellipticus	Beyaz	Yanıktaş Köyü Narman/ERZURUM
38	Sphaericus	Beyaz	Ünlükaya Köyü Oltu/ERZURUM
43	Sphaericus	Beyaz	Alaca Köyü Narman/ERZURUM
46	Ellipticus	Beyaz	Balıca Köyü Oltu/ERZURUM
50	Sphaericus	Beyaz	Samikale Köyü Narman/ERZURUM
61	Oblongus	Beyaz	Üzümlü Merkez/ ERZİNCAN
84	Ellipticus	Beyaz	Censurli Köyü Refahiye/ ERZİNCAN
86	Compressus	Beyaz	Dilli Köyü Çay Mevkii/ERZİNCAN
92	Subcompressus	Beyaz	Doğanbeyli Köyü/ERZİNCAN
99	Ellipticus	Beyaz	Mahmutçavuş Köyü Narman/ERZURUM
126	Ellipticus	Koyu krem	Balıca Köyü Oltu/ERZURUM
128	Sphaericus	Yarısı beyaz yarısı krem üzerine zebra çizgili	Ünlükaya Köyü Oltu/ERZURUM
135	Ellipticus	Koyu kahverengi	Mahmutçavuş Köyü Narman/ERZURUM
138	Ellipticus	Krem üzerine bordo alacalı	Alaca Köyü Narman/ERZURUM
155	Sphaericus	Beyaz	Öztoprak Köyü İspir/ERZURUM
186	Sphaericus	Krem	Köprüköy Köyü İspir/ERZURUM
188	Sphaericus	Krem	Petekli Köyü İspir/ERZURUM
193	Sphaericus	Beyaz	Ardıçlı Köyü İspir/ERZURUM
239	Sphaericus	Beyaz	Erence Köyü Hınıs /ERZURUM
244	Sphaericus	Krem	Ortaköy Hınıs /ERZURUM
245	Sphaericus	Beyaz	Ballıkaya Köyü Merkez/BAYBURT
249	Sphaericus	Beyaz	Konursu Köyü Merkez/BAYBURT
256	Ellipticus	Krem üzerine kahverengi çizgili	Arslandede Köyü Merkez/BAYBURT
272	Sphaericus	Krem	Nişantaşı Köyü Merkez /BAYBURT
281	Sphaericus	Krem	Cevizli Köyü Uzundere /ERZURUM
283	Sphaericus	Krem	Gölbaşı Köyü Uzundere /ERZURUM
296	Sphaericus	Beyaz	Arılı Köyü Tortum /ERZURUM
314	Ellipticus	Sütlü kahve	Tekke /GÜMÜŞHANE
382	Sphaericus	Krem	Olur /ERZURUM
395	Sphaericus	Krem	Olur/ERZURUM
396	Sphaericus	Krem	Olur/ERZURUM
403	Ellipticus	Krem	Kayaören Köyü Tuzluca /İĞDIR
405	Sphaericus	Krem	Adabaşı Köyü Merkez/BAYBURT
Kantar-05	Oblongus	Beyaz	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü ERZURUM
Elkoca-05	Subcompressus	Devetüyu rengi zemin üzerinde kahverengi lekeli	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü ERZURUM

* Tohum şekli (Şehirli 1988):

Sphaericus: Tohum şekli yuvarlağa yakın, fakat tam küre şeklinde değil.

Ellipticus: Tohumlar elips biçimindedir.

Oblongus: Tohumlar silindirik ve böbrek şeklinde olup, tohumların kalınlığı genişliği kadardır.

Subcompressus: Tohumlar yarı yassı ve uzunlaşmıştır.

Compressus: Tohumlar basık, geniş; tohum uzunluğu genişliğinin iki katı, tohum genişliği de kalınlığının iki katı kadardır.



Şekil 3.1. Çimlendirme Denemesinin Yürütüldüğü Kabinden Bir Görüntü

Birinci faktörü farklı NaCl konsantrasyonları (0 (kontrol), 60, 120, 180 ve 240 mM), ikinci faktörü ise fasulye genotipleri oluşturmuştur.

Çimlendirme denemesi, tabanına iki adet kurutma kâğıdı yerleştirilen 10 cm çapındaki cam petri kutularında yapılmıştır. Çimlendirme testlerinde NaCl'ün 0, 60, 120, 180 ve 240 mM konsantrasyona sahip solüsyonları kullanılmıştır. Tohumlar yüzey sterilizasyonu amacıyla önce 5 dakika süreyle %1.5'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde bekletilmiş, hemen ardından 5 dakika süreyle saf su içerisine alınmışlardır. Her bir petri kutusuna yüzey sterilizasyonu yapılmış 20 adet tohum konulmuş ve üzerine 20 ml solüsyon ilave edilmiştir. Fungus gelişimini engellemek amacıyla solüsyonlara 0.5 g l^{-1} benomyl (Pilben 50 wp) eklenmiştir. Çimlendirme denemesinde aşağıda belirtilen özellikler incelenmiştir.

3.2.1.a. Çimlenme oranı

Çimlenen tohumlar her gün aynı saatte sayılmıştır. Kökçük 10 mm'ye ulaştığında tohum çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve ortamdan uzaklaştırılmıştır (Goertz and Coons 1989; Elkoca 1997). Çimlenme tamamlandığında, çimlenme oranı aşağıdaki eşitlik aracılığı ile hesaplanmıştır.

$$\text{Çimlenme oranı (\%)} = (\text{Çimlenen toplam tohum sayısı}/20) \times 100$$

3.2.1.b. Çimlenme hızı

Aşağıdaki formül kullanılarak hesap edilmiştir (Murillo-Amador *et al.* 2002; Yıldırım ve Güvenç 2006). Burada n_1, n_2, \dots çimlenen tohum sayısını, t_1, t_2, \dots ise çimlenmenin gerçekleştiği gün sayısını ifade etmektedir.

$$\text{Çimlenme hızı} = n_1/t_1 + n_2/t_2 + \dots + n_n/t_n$$

3.2.1.c. Ortalama çimlenme zamanı

Ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) aşağıdaki formüle göre hesap edilmiştir (Kaya vd 2005). Formüldeki f , sayım günündeki çimlenen tohum sayısını; x , sayım yapılan gün sayısını göstermektedir.

$$\text{OÇZ (gün)} = \Sigma(fx) / \Sigma f$$

3.2.1.d. Hassaslık indeksi

Genotiplerin tuzlu ortamdaki hassaslık indeksleri (HI), her bir tuz konsantrasyonunda ayrı ayrı olmak üzere aşağıdaki orantı aracılığı ile saptanmıştır (Foolad and Lin 1997; Yıldırım ve Güvenç 2006).

$HI = \text{Tuz uygulamasındaki OÇZ} / \text{kontrol uygulamasındaki OÇZ}$

3.2.2. Sera Denemesi

Çimlendirme denemesi sonucunda, tuzlu şartlarda çimlenme performansı yüksek bulunan 18 genotip (Kayıt no 3, 38, 43, 84, 126, 135, 138, 155, 186, 193, 239, 244, 256, 272, 281, 314, 395 ve 396) ve tescilli iki çeşit (Kantar-05 ve Elkoca-05) sera denemesinin materyalini oluşturmuştur. Sera denemesi, faktöriyel düzenlemede Tesadüf Parselleri Deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Yıldız ve Bircan 1994). Birinci faktörü farklı NaCl konsantrasyonları (0 (kontrol), 60, 120, 180 ve 240 mM), ikinci faktörü ise fasulye genotipleri oluşturmuştur.

Sera denemesinde, tabanına 3-4 mm çapında dört deliğin açıldığı 350 ml hacmindeki büyük pet bardaklar kullanılmıştır. Pet bardaklara tarla toprağı konulmuştur. Kullanılan toprağın çeşitli kimyasal özellikleri Çizelge 3.2'te sunulmuştur. Her bir bardağı, önceden petri kutularında çimlendirilmiş olan 3 adet tohum ekilmiştir. Çıkıştan sonra her bardakta 2 bitki bırakılmıştır. Çıkış tamamlanıncaya kadar bütün bardaklara musluk suyu verilmiş, çıkış tamamlandıktan sonra tuz uygulamalarına başlanmıştır. Kontrol ve tuz uygulamalarına ait bardaklar ayrı ayrı leğenler içerisine yerleştirilmiş ve tuzlu su uygulamaları leğenlere yapılmıştır. Böylece, bitkilerin ihtiyaç duydukları kadar suyu leğen içerisindeki tuzlu sudan almaları sağlanmıştır. Kontrol uygulamasında ise leğene musluk suyu uygulanmıştır. Deneme süresince sera içerisindeki sıcaklık takip edilmiş ve ortam sıcaklığının 17-34°C arasında değişim gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 3.2. Sera Denemesinde Kullanılan Toprağın Çeşitli Kimyasal Özellikleri

pH	CaCO ₃	Org. mad.%	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
			kg da ⁻¹			me	100 g ⁻¹				ppm	
7.3	2.1	1.9	3.2	5.4	2.9	20.1	7.6	0.7	2.6	4.2	3.5	2.3

Fideler tuz uygulamasına başlandıktan 21 gün sonra kökleriyle birlikte sökülmiş ve deneme sonlandırılmıştır. Kökler musluk suyu altında yıkandıktan sonra kök ve sürgün birbirinden ayrılmış ve çeşitli araştırmacıların (Elkoca 1997, Goertz and Coons 1991, Bayuelo-Jimenez *et al.* 2002b; Karakullukçu ve Adak 2008) belirttiği şekilde aşağıda sıralanan özellikler incelenmiştir.

3.2.2.a. Sürgün uzunluğu

Kök tacı ile en uçtaki yaprak arasındaki mesafe milimetrik cetvelle ölçülmüştür.

3.2.2.b. Kök uzunluğu

Kök tacı ile kök ucu arasındaki mesafe milimetrik cetvelle ölçülmüştür.

3.2.2.c. Sürgün yaş-kuru ağırlığı

Hasattan sonra kök ve sürgün birbirinden ayrılmış ve sürgünler hemen tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra sürgünler 65°C'de 24 saat kurutulduktan sonra tekrar tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

3.2.2.d. Kök yaş-kuru ağırlığı

Hasattan hemen sonra kökler musluk suyu altında yıkanmış ve iyice kurulandıktan sonra tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra 65°C'de 24 saat kurutulduktan sonra tekrar tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

3.2.2.e. Tuza tolerans yüzdesi

Aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesap edilmiştir.

Tuza tolerans (%)=(Tuz uygulamasındaki bitki kuru ağırlığı/kontrol uygulamasındaki bitki kuru ağırlığı)x100

3.2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen veriler deneme desenine uygun olarak MSTAT-C istatistik programı yardımıyla analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklar LSD testi ile kontrol edilmiştir. Çalışmada % olarak ifade edilen çimlenme oranı ve tuza tolerans değerlerine aı transformasyonu ($\arcsin\sqrt{x}$) uygulanmış ve transforme edilen değerler üzerinden analiz yapılmıştır (Montgomery 2001). Çimlenme oranına ve tuza tolerans yüzdesine ait çizelgelerdeki harflendirmeler transforme edilmiş değerler üzerinden yapılmış ve çizelgede orijinal değerler verilmiştir. Diğer taraftan, incelenen parametreler arasındaki korelasyon katsayıları Microsoft Office Excel kullanılarak hesap edilmiş ve yine aynı program aracılığı ile regresyon grafikleri çizilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Çimlendirme Denemesi

4.1.1. Çimlenme oranı

NaCl uygulamalarının denemeye alınan fasulye genotiplerinin çimlenme oranı üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de, genotiplerin NaCl uygulamalarındaki çimlenme oranı değerleri ise Çizelge 4.2’de sunulmuştur.

Varyans analizi sonuçları NaCl uygulamalarının tohumların çimlenme oranı üzerine çok önemli etkide bulunduğunu göstermiştir. Diğer taraftan, çimlenme oranı bakımından genotipler arasındaki farkların istatistiki bakımdan çok önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, genotiplerin çimlenme oranı bakımından tuz uygulamalarına farklı tepki göstermelerinin bir sonucu olarak tuz x genotip interaksyonu da çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

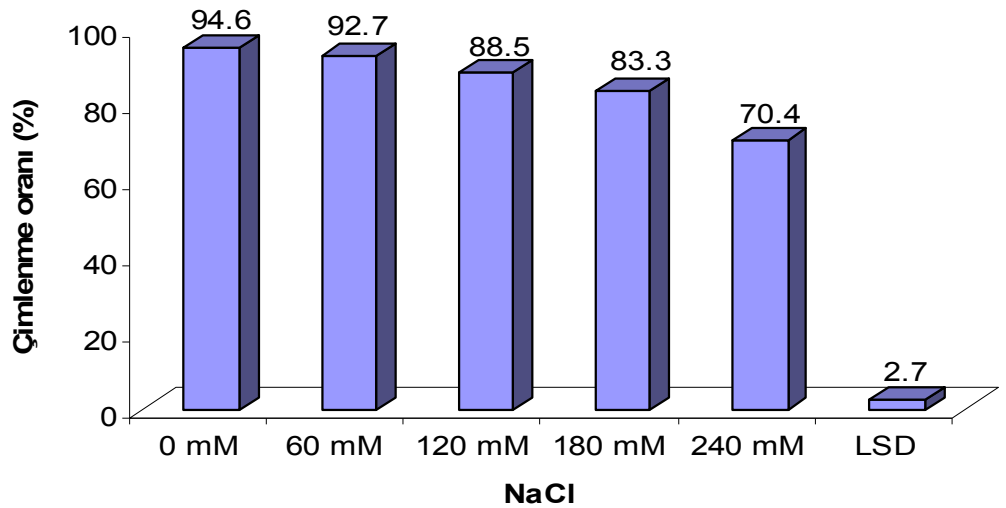
Çizelge 4.1. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Çimlenme Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Tuz	4	8947.87	137.49**
Genotip	39	337.91	5.19**
Tuz x Genotip	156	89.76	1.38**
Hata	400	65.08	

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

Artan tuz konsantrasyonları çimlenme oranının önemli seviyede azalmasına neden olmuştur (Çizelge 4.1). Genotiplerin ortalaması olarak kontrolde %94.6 olan çimlenme oranı, 60 mM NaCl uygulamasından olumsuz yönde etkilenmemiş ve önemsiz bir azalışla %92.7'ye gerilemiştir. Ancak, çimlenme oranı 120, 180 ve 240 mM NaCl uygulamalarında kontrol ve 60 mM NaCl uygulamalarına kıyasla önemli seviyede azalmış ve genotiplerin ortalaması olarak sırasıyla %88.5, %83.3 ve %70.4 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.1 ve Çizelge 4.2).

Genotiplerin çimlenme oranları birbirinden önemli derecede farklı bulunmuştur (Çizelge 4.1). Çimlenme oranı, kontrol ve tuz uygulamalarının ortalaması olarak, dokuz genotipte (kayıt no 43, 126, 135, 138, 186, 193, 256, 314 ve 396) %90.0 ve üzerinde gerçekleşirken, 17 genotipte %85.0'in altında kalmıştır (Çizelge 4.2). Yalnızca tuz uygulamalarının (60, 120, 180 ve 240 mM NaCl) ortalaması dikkate alındığında ise çimlenme oranının 20 genotipte (kayıt no 3, 38, 43, 84, 126, 135, 138, 155, 186, 193, 239, 244, 256, 272, 281, 314, 395, 396, Kantar-05 ve Elkoca-05) %85.0 (kayıt no 84) ile %95.4 (kayıt no 314), geri kalan 20 genotipte ise %66.3 (kayıt no 61) ile %84.6 (kayıt no 7) arasında yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2).



Şekil 4.1. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Ortalama Çimlenme Oranları

Çizelge 4.2. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Çimlenme oranları (%)

Genotip	NaCl konsantrasyonları						Tuz Ort.	Genel Ort.
	Kontrol	60 mM	120 mM	180 mM	240 mM			
314	100.0 (90.0) ⁺	100.0 (90.0)	95.0 (77.1)	95.0 (77.1)	91.7 (73.3)	95.4	96.3 (78.9)	
138	93.3 (75.0)	95.0 (77.1)	96.7 (79.5)	91.7 (73.3)	88.3 (70.0)	92.9	93.0 (74.7)	
135	100.0 (90.0)	95.0 (77.1)	95.0 (77.1)	88.3 (70.0)	83.3 (65.9)	90.4	92.3 (73.9)	
256	95.0 (77.1)	98.3 (82.5)	95.0 (77.1)	93.3 (75.0)	80.0 (63.4)	91.7	92.3 (73.9)	
193	98.3 (82.5)	93.3 (75.0)	95.0 (77.1)	90.0 (71.6)	83.3 (65.9)	90.4	92.0 (73.6)	
126	96.7 (79.5)	98.3 (82.5)	91.7 (73.3)	91.7 (73.3)	75.0 (60.0)	89.2	90.7 (72.2)	
186	100.0 (90.0)	95.0 (77.1)	88.3 (70.0)	90.0 (71.6)	78.3 (62.2)	87.9	90.3 (71.9)	
396	100.0 (90.0)	98.3 (82.5)	90.0 (71.6)	91.7 (73.3)	70.0 (56.8)	87.5	90.0 (71.6)	
43	96.7 (79.5)	91.7 (73.3)	90.0 (71.6)	88.3 (70.0)	81.7 (64.7)	87.9	90.0 (71.6)	
395	98.3 (82.5)	96.7 (79.5)	98.3 (82.5)	80.0 (63.4)	75.0 (60.0)	87.5	89.7 (71.3)	
244	91.7 (73.3)	95.0 (77.1)	91.7 (73.3)	88.3 (70.0)	81.7 (64.7)	89.2	89.7 (71.3)	
281	96.7 (79.5)	93.3 (75.0)	91.7 (73.3)	90.0 (71.6)	73.3 (58.9)	87.1	89.0 (70.6)	
Kantar 05	93.3 (75.0)	91.7 (73.3)	91.7 (73.3)	88.3 (70.0)	80.0 (63.4)	87.9	89.0 (70.6)	
239	100.0 (90.0)	100.0 (90.0)	91.7 (73.3)	83.3 (65.9)	70.0 (56.8)	86.3	89.0 (70.6)	
Elkoca 05	98.3 (82.5)	93.3 (75.0)	91.7 (73.3)	83.3 (65.9)	75.0 (60.0)	85.8	88.3 (70.0)	
3	98.3 (82.5)	93.3 (75.0)	85.0 (67.2)	85.0 (67.2)	80.0 (63.4)	85.8	88.3 (70.0)	
155	95.0 (77.1)	93.3 (75.0)	88.3 (70.0)	91.7 (73.3)	70.0 (56.8)	85.8	87.7 (69.5)	
38	90.0 (71.6)	91.7 (73.3)	91.7 (73.3)	85.0 (67.2)	78.3 (62.2)	86.7	87.3 (69.1)	
272	90.0 (71.6)	90.0 (71.6)	83.3 (65.9)	86.7 (68.6)	86.7 (68.6)	86.7	87.3 (69.1)	
7	95.0 (77.1)	100.0 (90.0)	85.0 (67.2)	76.7 (61.1)	76.7 (61.1)	84.6	86.7 (68.6)	
249	98.3 (82.5)	91.7 (73.3)	81.7 (64.7)	81.7 (64.7)	76.7 (61.1)	82.3	86.0 (68.0)	
31	95.0 (77.1)	96.7 (79.5)	90.0 (71.6)	91.7 (73.3)	56.7 (48.9)	83.8	86.0 (68.0)	
84	90.0 (71.6)	93.3 (75.0)	91.7 (73.3)	76.7 (61.1)	78.3 (62.2)	85	86.0 (68.0)	
188	90.0 (71.6)	93.3 (75.0)	91.7 (73.3)	81.7 (64.7)	66.7 (54.8)	83.4	84.5 (66.8)	
382	91.7 (73.3)	85.0 (67.2)	85.0 (67.2)	85.0 (67.2)	75.0 (60.0)	82.5	84.3 (66.7)	
50	93.3 (75.0)	93.3 (75.0)	86.7 (68.6)	80.0 (63.4)	65.0 (53.7)	81.3	83.7 (66.2)	
296	95.0 (77.1)	91.7 (73.3)	80.0 (63.4)	73.3 (58.9)	76.7 (61.1)	80.4	83.3 (65.9)	
86	88.3 (70.0)	88.3 (70.0)	83.3 (65.9)	81.7 (64.7)	75.0 (60.0)	82.1	83.3 (65.9)	
92	91.7 (73.3)	86.7 (68.6)	83.3 (65.9)	86.7 (68.6)	66.7 (54.8)	80.9	83.0 (65.7)	
283	98.3 (82.5)	95.0 (77.1)	83.3 (65.9)	85.0 (67.2)	53.3 (46.9)	79.2	83.0 (65.7)	
1	85.0 (67.2)	88.3 (70.0)	86.7 (68.6)	85.0 (67.2)	68.3 (55.7)	82.1	82.7 (65.4)	
405	96.7 (79.5)	83.3 (65.9)	83.3 (65.9)	78.3 (62.2)	71.7 (57.9)	79.2	82.7 (65.4)	
46	96.7 (79.5)	93.3 (75.0)	96.7 (79.5)	80.0 (63.4)	40.0 (39.2)	77.5	81.3 (64.4)	
245	98.3 (82.5)	90.0 (71.6)	83.3 (65.9)	83.3 (65.9)	50.0 (45.0)	76.7	81.0 (64.2)	
128	90.0 (71.6)	86.7 (68.6)	88.3 (70.0)	83.3 (65.9)	55.0 (47.9)	78.3	80.7 (63.9)	
99	86.7 (68.6)	86.7 (68.6)	88.3 (70.0)	75.0 (60.0)	66.7 (54.8)	79.2	80.7 (63.9)	
5	95.0 (77.1)	95.0 (77.1)	80.0 (63.4)	73.3 (58.9)	56.7 (48.9)	76.3	80.0 (63.4)	
29	95.0 (77.1)	95.0 (77.1)	88.3 (70.0)	75.0 (60.0)	41.7 (40.2)	75	79.0 (62.7)	
403	88.3 (70.0)	88.3 (70.0)	81.7 (64.7)	63.3 (52.7)	50.0 (45.0)	70.8	74.3 (59.5)	
61	93.3 (75.0)	83.3 (65.9)	80.0 (63.4)	55.0 (47.9)	46.7 (43.1)	66.3	71.7 (57.9)	
Ortalama	94.6 (76.6 a)	92.7 (74.3 a)	88.5 (70.2 b)	83.3 (65.9 c)	70.4 (57.0 d)			
LSD^{&}	15.9**	13.3*	ÖD	17.0**	18.7**		7.6**	

Parantez içindekiler transforme edilmiş değerlerdir.

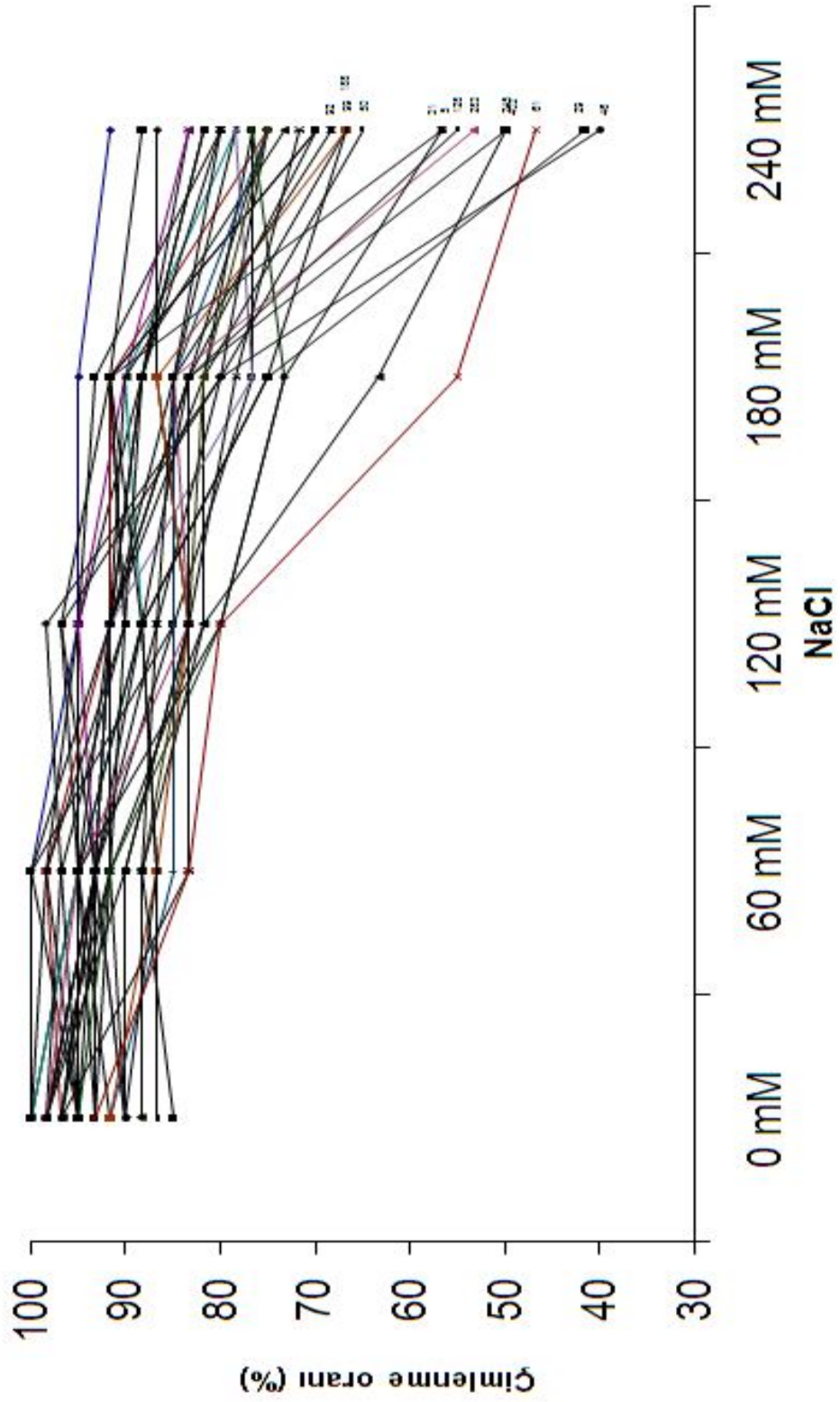
[&] LSD, transforme edilmiş değerlere aittir.

LSD tuz x genotip: 17.0

** ve ** sırasıyla %5 ve %1 ihtimal sınırında önemlidir.

ÖD, önemli değil.

Çimlenme oranı bakımından tuz x genotip interaksyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1). Bu durum, genotiplerin çimlenme oranı bakımından tuz uygulamalarına farklı tepki göstermesinden kaynaklanmıştır. Nitekim genotiplerin çimlenme oranları kontrol uygulamasında %85.0-%100.0, 60 mM NaCl uygulamasında %83.3-%100.0 ve 120 mM NaCl uygulamasında ise %80.0-%96.7 arasında olmak üzere nispeten dar bir çerçevede değişim göstermiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2). Ancak, genotipik farklılıklar yüksek tuz seviyelerinde (120 mM ve 180mM NaCl) daha bariz bir şekilde ortaya çıkmış ve genotiplerin çimlenme oranları arasında daha geniş bir varyasyon meydana gelmiştir. Yüksek tuz seviyeleri özellikle 5, 29, 31, 46, 61, 128, 245, 283 ve 403 nolu genotiplerin çimlenme oranlarında çok belirgin azalışlara neden olmuştur (Şekil 4.2)



Şekil 4.2. Çimlenme Oranına Ait Tuz x Genotip İnteraksiyonu

4.1.2. Çimlenme hızı

4.1.2. Çimlenme Hızı

NaCl uygulamalarının denemeye alınan fasulye genotiplerinin çimlenme hızı üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3'de, genotiplerin NaCl uygulamalarındaki çimlenme hızı değerleri ise Çizelge 4.4'te sunulmuştur.

Varyans analizi sonuçları NaCl uygulamalarının tohumların çimlenme hızı üzerine çok önemli etkide bulunduğunu ortaya koymuştur. Diğer taraftan, çimlenme hızı bakımından genotipler arasındaki farkların istatistiki bakımdan çok önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, genotiplerin çimlenme hızı bakımından tuz uygulamalarına farklı tepki göstermelerinin bir sonucu olarak tuz x genotip interaksyonu da çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Çimlenme Hızına Ait Varyans Analizi Sonuçları

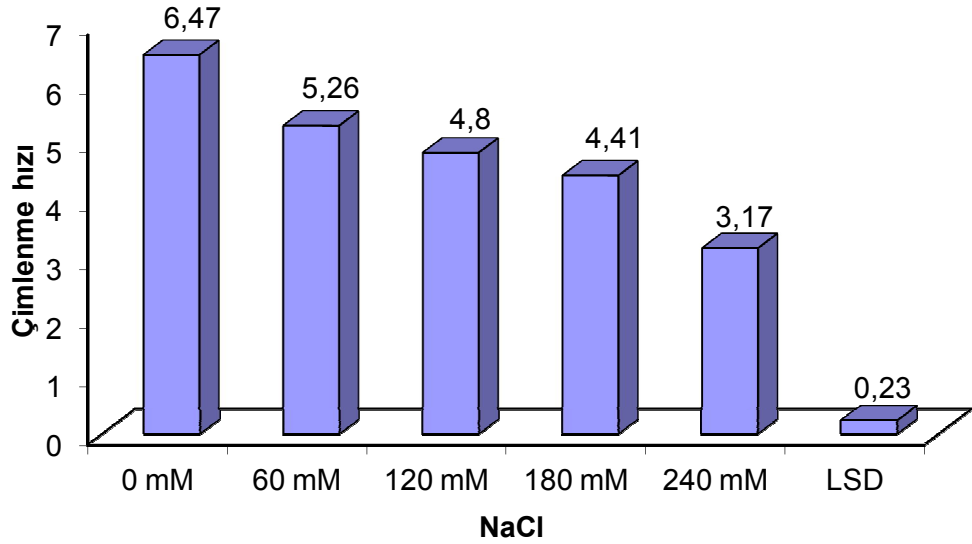
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Tuz	4	174.23	381.90**
Genotip	39	11.81	25.88**
Tuz x Genotip	156	1.01	2.40**
Hata	400	0.46	

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

Artan tuz konsantrasyonları çimlenme hızının önemli seviyede azalmasına neden olmuştur (Çizelge 4.3). Genotiplerin ortalaması olarak kontrolde 6.47 olan çimlenme hızı, bütün tuz uygulamalarından önemli seviyede etkilenmiş ve 60, 120, 180 ve 240 mM NaCl uygulamalarında çok önemli bir azalışla sırasıyla 5.26, 4.80, 4.41 ve 3.17'ye gerilemiştir (Şekil 4.3 ve Çizelge 4.4).

Genotiplerin çimlenme hızları 2.62 (kayıt no 128) ile 7.02 (kayıt no 84) arasında olmak üzere çok önemli bir varyasyon göstermiştir (Çizelge 4.4). Kontrol ve tuz uygulamalarının ortalaması dikkate alındığında, 193 (6.06), Elkoca 05 (6.24), 245 (6.40) ve 84 (7.02) nolu genotiplerin en hızlı; 128 (2.62), 31 (3.54), 256 (3.58), 126

(3.61), 188 (3.98) ve 403 (3.98) nolu genotiplerin ise en yavaş çimlendiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).



Şekil 4.3. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Ortalama Çimlenme Hızları

Genotiplerin farklı tuz uygulamalarındaki çimlenme hızı değerleri 1.38 (31 nolu genotip 240 mM NaCl uygulaması) ile 8.65 (245 nolu genotip kontrol uygulaması) arasında yer almış (Çizelge 4.4) ve çimlenme hızı bakımından tuz x genotip interaksyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3). Farklı NaCl dozlarının genotiplerin çimlenme hızlarında kontrole kıyasla meydana getirmiş olduğu azalış oranları dikkate alındığında (Çizelge 4.5), özellikle 3, 43, 50, 84, 188, 193, 239, 395 ve 396 nolu genotiplerin çimlenme hızı bakımından bütün tuz seviyelerinde oldukça iyi bir performans sergilediği belirlenmiştir. Tescilli Elkoca 05 ve Kantar 05 çeşitleri de kontrole kıyasla çimlenme hızında düşük azalışların meydana geldiği grup içerisinde yer almışlardır. Diğer taraftan 126, 272 ve 296 nolu genotipler ise bütün tuz seviyelerinde kontrole kıyasla çimlenme hızı en fazla azalan genotipler olmuştur. Ancak diğer genotiplerin çimlenme hızları artan tuz uygulamalarından farklı şekilde etkilenmiştir. Örneğin 60, 120 ve 180 mM NaCl uygulamalarının 29, 31, 46, 128 ve 283 nolu genotiplerin çimlenme hızlarında kontrole kıyasla meydana getirmiş olduğu azalış oranları düşük seviyelerde gerçekleşmesine rağmen, 240 mM NaCl uygulaması aynı genotiplerde çimlenme hızını

diğer genotiplerden çok daha fazla olumsuz etkilemiştir (Çizelge 4.5). Genotiplerin çimlenme hızı bakımından tuz uygulamalarına göstermiş olduğu bu tepki farklılıkları tuz x genotip interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.4. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Çimlenme Hızları

Genotip	NaCl konsantrasyonları					Ortalama
	Kontrol	60 mM	120 mM	180 mM	240 mM	
84	7,88	7,67	7,34	6,08	6,11	7,02
245	8,65	6,71	6,65	6,31	3,67	6,4
Elkoca 05	7,83	6,81	6,7	5,76	4,08	6,24
193	7,25	6,5	6,07	5,73	4,74	6,06
Kantar 05	7,23	6,58	5,69	4,97	4,68	5,83
1	7,53	6,53	5,67	5,45	3,26	5,69
138	8,18	5,61	5,49	5,15	3,95	5,68
396	6,49	6,21	5,46	5,46	4,5	5,62
272	9,35	4,94	4,88	4,26	4,28	5,54
99	7,8	6,44	4,75	4,72	3,5	5,44
283	7,14	5,81	5,84	5,76	2,58	5,43
86	7,41	5,51	5,26	5,02	3,18	5,28
239	6,54	5,97	5,43	4,6	3,51	5,21
43	5,39	5,21	5,19	5,11	4,76	5,13
46	6,38	6,06	5,9	5,09	2,1	5,11
281	7,71	5,24	4,81	4,5	3,12	5,08
92	6,42	5,44	5,1	5,02	3,39	5,07
38	7,66	5,17	4,42	4,15	3,77	5,04
244	7,04	4,77	4,51	4,58	3,72	4,92
3	5,22	5,16	4,84	4,69	4,09	4,8
296	8,96	4,37	4,18	3,5	2,76	4,75
5	6,45	6,09	4,18	3,91	2,51	4,63
29	6,5	5,55	4,79	4,6	1,53	4,6
155	5,36	5,27	4,93	4,6	2,79	4,59
7	5,98	5,38	4,85	3,71	2,89	4,56
382	6,15	4,86	4,62	4,21	2,66	4,5
395	5,44	5,06	4,75	3,83	3,07	4,43
249	5,84	4,62	4,07	3,96	3,19	4,33
50	5,03	5,05	4,24	4,17	2,85	4,27
61	5,89	4,8	4,44	3,24	2,71	4,22
135	5,39	4,56	3,81	3,71	2,86	4,07
314	6,29	4,02	3,63	3,52	2,74	4,04
186	5,03	4,21	4,14	3,71	3,07	4,03
405	5,09	4,4	4,09	3,88	2,68	4,03
403	5,93	4,27	3,75	3,4	2,53	3,98
188	4,67	4,38	4,38	3,89	2,59	3,98
126	6,16	3,56	3,32	3,2	1,81	3,61
256	5,32	4,53	3,21	2,98	1,85	3,58
31	4,84	4,17	3,84	3,48	1,38	3,54
128	3,42	3	2,71	2,58	1,39	2,62
Ortalama	6,47 a	5,26 b	4,80 c	4,41 d	3,17 e	
LSD	1,75**	1,34**	1,40**	1,19**	1,42**	0,64*

LSD tuz x genotip: 1.43

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

Çizelge 4.5. Farklı NaCl Konsantrasyonlarında Fasulye Genotiplerinin Kontrolle Kıyasla Çimlenme Hızlarındaki Azalış Oranları

60 mM NaCl		120 mM NaCl		180 mM NaCl		240 mM NaCl		Ortalama	
Genotip	% Azalış	Genotip	% Azalış	Genotip	% Azalış	Genotip	% Azalış	Genotip	% Azalış
50	0	43	3,7	43	5,2	43	11,7	43	6
3	1,1	188	6,2	3	10,2	3	21,6	3	10,1
155	1,7	84	6,9	155	14,2	84	22,5	84	13,7
84	2,7	3	7,3	396	15,9	396	30,7	396	16,7
43	3,3	46	7,5	188	16,7	193	34,6	155	18
396	4,3	155	8	50	17,1	Kantar 05	35,3	188	18,4
46	5	395	12,7	283	19,3	186	39	50	19
5	5,6	Elkoca 05	14,4	46	20,2	50	43,3	193	20,6
188	6,2	50	15,7	193	21	395	43,6	395	23,2
395	7	396	15,9	92	21,8		44,5	Kantar 05	24,2
239	8,7	193	16,3	84	22,8	249	45,4	186	24,8
Kantar 05	9	239	17	405	23,8	239	46,3	46	25
7	10	186	17,7	128	24,6	135	46,9	Elkoca 05	25,4
193	10,3	283	18,2	186	26,2	92	47,2	239	25,4
128	12,3	7	18,9	Elkoca 05	26,4	244	47,2	405	26,1
Elkoca 05	13	405	19,6	245	27,1	405	47,3	92	6,2
1	13,3	92	20,6	1	27,6	Elkoca 05	47,9	128	29,3
405	13,6	31	20,7	31	28,1	155	47,9	7	29,7
31	13,8	128	20,8	29	29,2	38	50,8	283	30
29	14,6	Kantar 05	21,3	395	29,6	138	51,7	1	30,6
256	14,8	245	23,1	239	29,7	7	51,7	135	30,7
92	15,3	61	24,6	135	31,2	61	54	249	32,2
135	15,4	1	24,7	Kantar 05	31,3	272	54,2	245	32,6
186	16,3	382	24,9	382	31,5	99	55,1	382	33,5
99	17,4	29	26,3	249	32,2	314	56,4	31	33,5
61	18,5	86	29	86	32,3	1	56,7	5	35,3
283	18,6	135	29,3	244	34,9	382	56,7	61	35,5
249	20,9	249	30,3	138	37	86	57,1	86	36
382	21	138	32,9	7	38	403	57,3	29	36,7
245	22,4	5	35,2	5	39,4	245	57,6	244	37,6
86	25,6	244	35,9	99	39,5	128	59,4	99	37,8
403	28	403	36,8	281	41,6	281	59,5	138	38,3
138	31,4	281	37,6	403	42,7	5	61,1	256	41
281	32	99	39,1	256	44	283	63,9	403	41,2
244	32,2	256	40	314	44	256	65,2	281	42,7
38	32,5	38	42,3	61	45	46	67,1	38	42,9
314	36,1	314	42,3	38	45,8	296	69,2	314	44,7
126	42,2	126	46,1	126	48,1	126	70,6	126	51,8
272	47,2	272	47,8	272	54,4	31	71,5	272	55,2
296	51,2	296	53,3	296	60,9	29	76,5	296	58,7

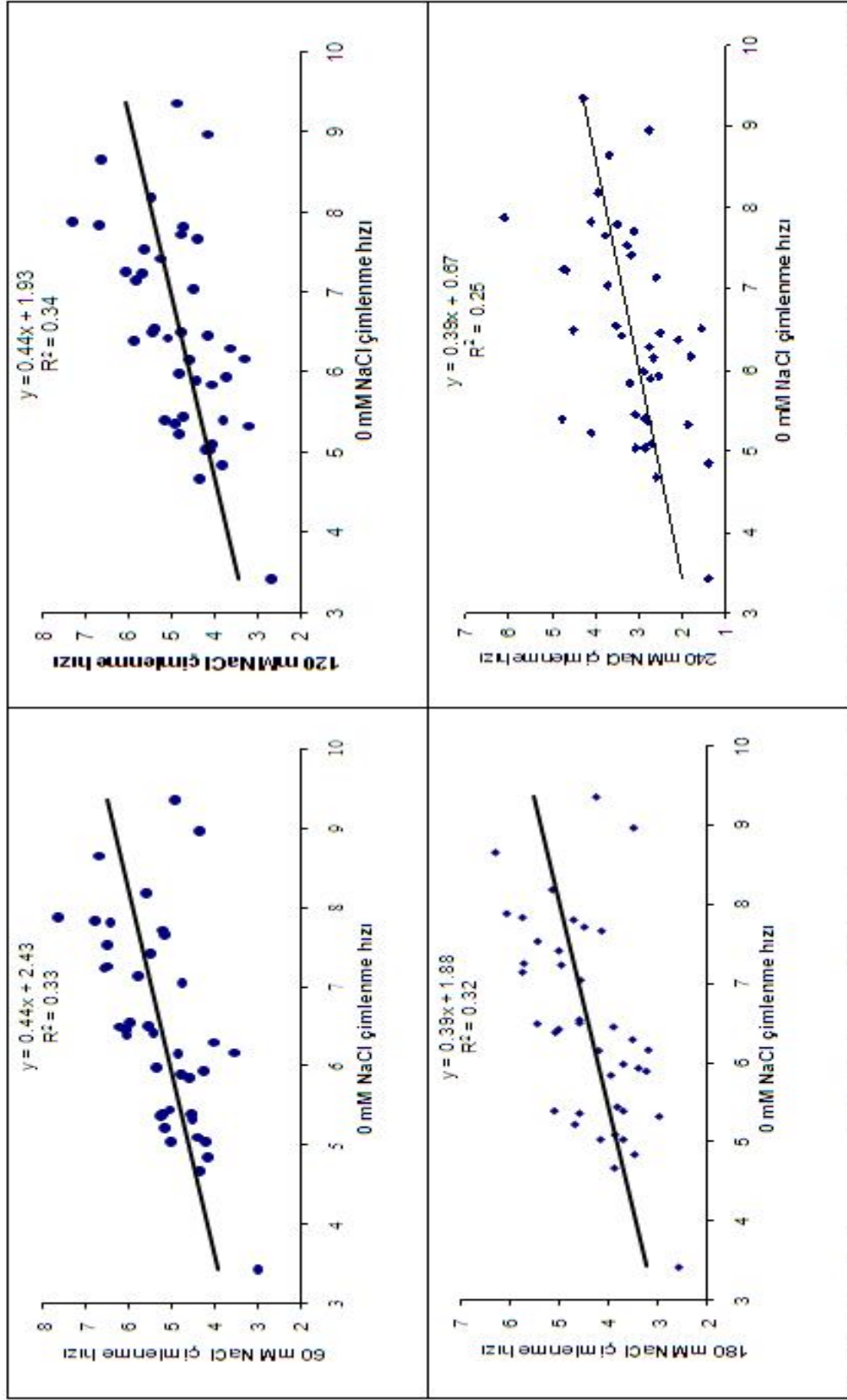
Genotiplerin farklı tuz seviyelerindeki çimlenme hızları arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmış (Çizelge 4.6) ve genotiplerin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki çimlenme hızları arasındaki ikili ilişkiler grafik olarak sunulmuştur (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5). Genotiplerin tuzsuz ortamdaki (kontrol) çimlenme hızı ile tuz uygulamalarındaki çimlenme hızı arasındaki korelasyon katsayılarının en düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Kontrolle tuz uygulamaları arasındaki bu

ilişki tuz seviyesi yükseldikçe daha da zayıflamaktadır (Şekil 4.4). Bu sonuçlar, kontrolde yüksek çimlenme hızına sahip olan bir genotipin aynı performansı tuzlu şartlarda göstermeyebileceğini ifade etmesi bakımından önemlidir. Diğer taraftan, en yüksek korelasyon katsayıları 60 mM NaCl ile 120 mM NaCl (0.91) ve 120 mM NaCl ile 180 mM NaCl uygulamaları arasında (0.94) belirlenmiştir. Yüksek olan bu ikili ilişkilerin artan tuz seviyelerine paralel olarak zayıfladığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5).

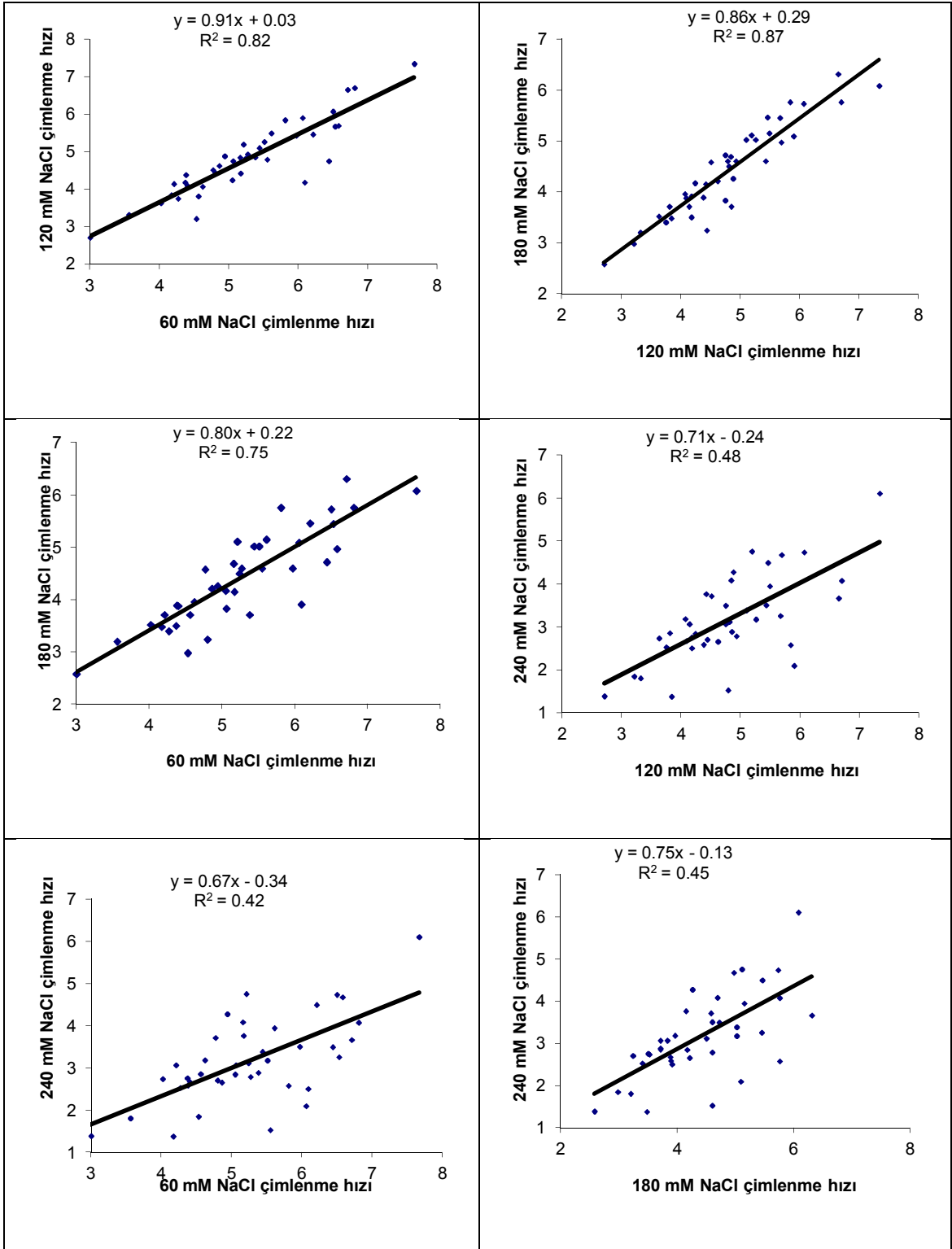
Çizelge 4.6. Çimlenme Hızı Bakımından Farklı NaCl Konsantrasyonları Arasındaki Korelasyon Katsayıları

	60 mM NaCl	120 mM NaCl	180 mM NaCl	240 mM NaCl
0 mM NaCl	0.58**	0.58**	0.56**	0.50**
60 mM NaCl		0.91**	0.87**	0.65**
120 mM NaCl			0.94**	0.69**
180 mM NaCl				0.67**

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.



Şekil 4.4. Fasulye genotiplerinin kontroldeki çimlenme hızları ile farklı NaCl konsantrasyonlarındaki çimlenme hızları arasındaki ikili ilişki



Şekil 4.5. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Çimlenme Hızları Arasındaki İkili İlişkiler

4.1.3. Ortalama çimlenme zamanı

Farklı NaCl konsantrasyonlarının fasulye genotiplerinin ortalama çimlenme zamanı üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7’de, genotiplerin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama çimlenme zamanı değerleri ise Çizelge 4.8’de sunulmuştur.

Yapılan varyans analizi neticesinde NaCl ve genotip etkisinin tohumların ortalama çimlenme zamanı üzerinde çok önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, genotiplerin ortalama çimlenme zamanı bakımından tuz uygulamalarına farklı tepki göstermelerinin bir sonucu olarak tuz x genotip interaksyonu da çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Ortalama Çimlenme Zamanına Ait Varyans Analizi Sonuçları

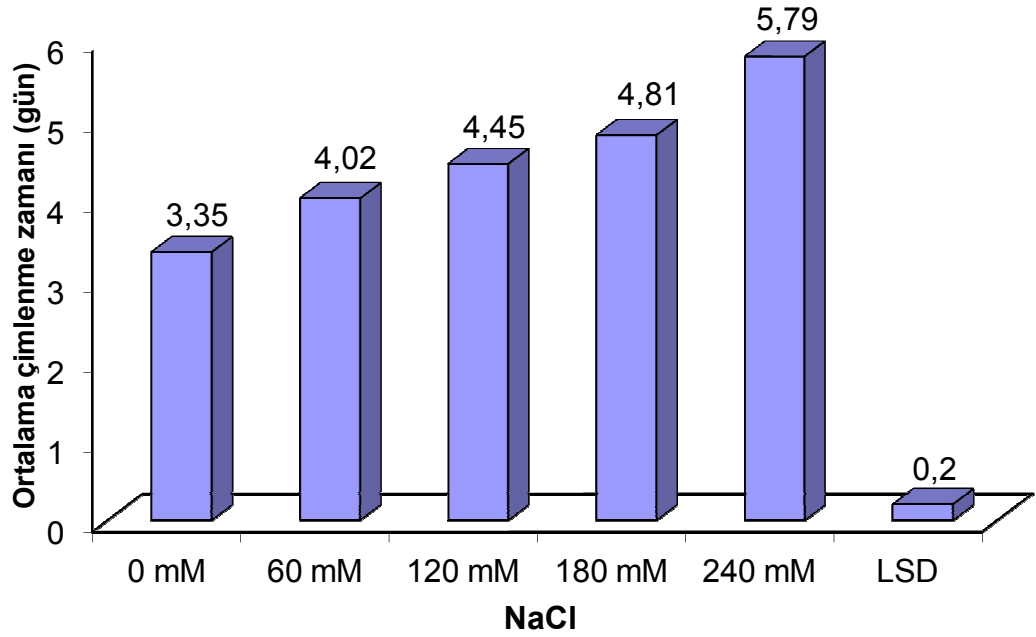
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Tuz	4	99.63	274.15**
Genotip	39	14.74	40.56**
Tuz x Genotip	156	0.96	2.64**
Hata	400	0.36	

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

Tuz uygulanmayan kontrol uygulamasında tohumlar ortalama olarak 3.35 günde çimlenirken, artan NaCl dozları ortalama çimlenme zamanını önemli seviyede geciktirerek 60, 120, 180 ve 240 mM NaCl uygulamalarında sırasıyla 4.02, 4.45, 4.81 ve 5.79 güne uzamasına neden olmuştur (Şekil 4.6 ve Çizelge 4.8).

Kontrol ve tuz uygulamalarının ortalaması dikkate alındığında, genotiplerin ortalama çimlenme zamanları 2.87 gün (kayıt no 84) ile 7.20 gün (kayıt no 128) arasında olmak üzere çok önemli bir değişim gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.8). Kullanılan 84 ve 245 nolu genotipler sırasıyla 2.87 ve 2.96 gün ile en kısa ortalama çimlenme süresine

sahip olurlarken; 314, 126, 256 ve 128 nolu genotiplerin ortalama çimlenme zamanları sırasıyla 6.11, 6.57, 6.79 ve 7.20 gün olarak gerçekleşmiş ve bu genotiplerin en uzun sürede çimlendikleri saptanmıştır (Çizelge 4.8). Geriye kalan 10 genotipin ortalama çimlenme zamanı 3.05-3.99 gün; 20 genotipin ise 4.00-4.82 gün arasında yer almıştır (Çizelge 4.8).



Şekil 4.6. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama çimlenme zamanları

Ortalama çimlenme zamanı bakımından tuz x genotip interaksyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7). Bu durum, genotiplerin ortalama çimlenme zamanı bakımından tuz uygulamalarına farklı tepki göstermesinden kaynaklanmıştır. Örneğin, 46, 84, 193, 245 ve 396 nolu genotipler ile Elkoca-05 ve Kantar-05 çeşitleri bütün tuz uygulamalarında en kısa ortalama çimlenme zamanına sahip olmuşlardır. Ancak 29, 31, 126, 256, 296 ve 382 nolu genotiplerde ise ortalama çimlenme zamanı diğer genotiplere nazaran tuz uygulamalarından daha yüksek oranda etkilenmiş ve bu genotipler özellikle 240 mM NaCl uygulamasında çok daha belirgin olmak üzere, tuz uygulamalarında en uzun çimlenme zamanına sahip olmuşlardır.

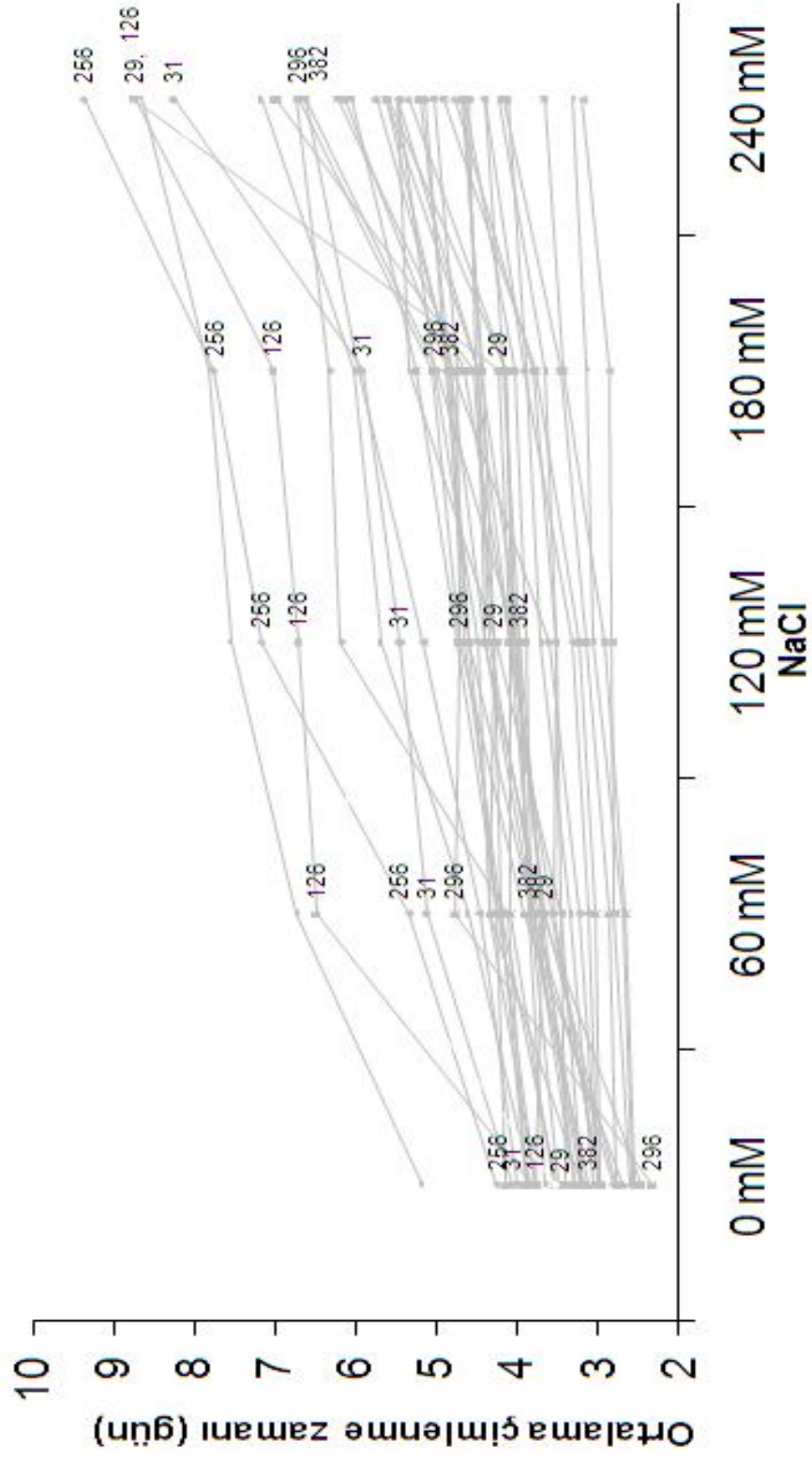
Çizelge 4.8. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Ortalama Çimlenme Zamanları (gün)

Genotip	NaCl konsantrasyonları					Ortalama
	Kontrol	60 mM	120 mM	180 mM	240 mM	
84	2.61	2.81	2.84	2.88	3.2	2.87
245	2.57	2.7	3.06	3.15	3.32	2.96
Elkoca 05	2.56	2.67	2.92	3.43	3.68	3.05
193	2.77	2.88	3.15	3.48	4.19	3.3
Kantar 05	3.02	3.13	3.32	3.94	4.42	3.57
283	2.97	3.04	3.23	3.78	4.92	3.59
396	3.06	3.35	3.72	3.91	4.13	3.63
46	3.41	3.46	3.52	3.66	4.23	3.66
1	2.99	3.55	3.53	3.82	4.79	3.74
272	2.48	3.7	3.97	4.47	4.68	3.86
239	2.98	3.58	4.09	4.52	4.6	3.95
3	3.49	3.83	3.91	4.05	4.67	3.99
138	2.77	3.67	4.06	4.15	5.36	4
43	3.66	3.87	3.97	4.18	4.42	4.02
99	3.01	3.23	3.62	4.8	5.76	4.08
244	3.21	4.35	4.3	4.45	4.7	4.2
281	2.82	3.8	4.41	4.51	5.49	4.21
38	2.7	3.92	4.73	4.75	5.03	4.23
155	3.77	3.7	4.05	4.14	5.62	4.26
61	3.31	3.7	4.42	4.83	5.21	4.29
92	3.18	3.76	4.36	4.51	5.63	4.29
50	3.31	3.81	4.61	4.91	5.15	4.36
5	3.21	3.48	4.28	5.34	5.49	4.36
86	3.56	4.09	4.1	4.67	6.25	4.53
382	3.14	3.87	4.02	5	6.65	4.54
395	3.78	4.35	4.51	5.03	5.49	4.63
249	3.52	4.22	4.66	4.87	6.16	4.69
188	4.16	4.28	4.61	4.85	5.64	4.71
296	2.34	4.78	4.73	5.06	6.73	4.73
405	3.91	4.2	4.29	4.56	7.01	4.8
29	3.21	3.8	4.11	4.24	8.77	4.82
7	3.77	4.25	4.75	5.26	6.08	4.82
186	4.02	4.48	5.18	5.99	6.65	5.26
403	3.9	4.13	6.2	6.34	6.75	5.46
135	3.85	4.62	5.71	6.04	7.19	5.48
31	4.07	5.13	5.47	5.93	8.27	5.78
314	3.53	6.03	6.24	6.28	8.45	6.11
126	3.8	6.51	6.73	7.05	8.76	6.57
256	4.26	5.34	7.18	7.77	9.38	6.79
128	5.19	6.74	7.56	7.84	8.68	7.2
Ortalama	3.35 a	4.02 b	4.45 c	4.81 d	5.79 e	
LSD	0.74**	1.14**	1.05**	1.21**	1.98**	0.57**

LSD tuz x genotip 1.27

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

(Şekil 4.7 ve Çizelge 4.8). Diğer taraftan, kontrol uygulamasında en hızlı ve en yavaş çimlenen genotiplerin ortalama çimlenme süresi arasında 2.85 günlük fark var iken; bu fark 60 mM NaCl uygulamasında 4.07 gün, 120 mM NaCl uygulamasında 4.72 gün, 180 mM NaCl uygulamasında 4.96 gün ve 240 mM NaCl uygulamasında ise 6.18 güne yükselmiştir (Çizelge 4.8). Bu sonuç, artan tuz seviyelerinde ortalama çimlenme zamanı bakımından genotipik farklılıkların daha bariz bir şekilde ortaya çıktığını ve buna bağlı olarak, tuza toleranslı genotiplerin daha sağlıklı bir biçimde seçilmesine imkan sağlayacak ölçüde geniş bir varyasyonun meydana geldiğini ifade etmektedir. Bu durum Şekil 4.7'nin incelenmesinden de anlaşılmaktadır.



Şekil 4.7. Ortalama Çimlenme Zamanına Ait Tuz x Genotip İnteraksiyonu

Korelasyon katsayıları kontroldeki (0 mM NaCl) ortalama çimlenme zamanı ile tuz uygulamalarındaki ortalama çimlenme zamanı arasında pozitif yönde önemli bir ilişkinin olduğunu; diğer bir ifade ile tuz içermeyen şartlarda kısa sürede çimlenen genotiplerin genel olarak tuz uygulamalarında da kısa sürede çimlendiğini ortaya koymuştur. Ancak, kontrolle tuz uygulamaları arasındaki bu ilişkinin 240 mM NaCl uygulamasında zayıfladığı ($r=0.64$) belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Diğer taraftan, genotiplerin ortalama çimlenme zamanları bakımından farklı tuz uygulamaları arasındaki korelasyon katsayılarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Örneğin, genotiplerin 0 mM NaCl (kontrol) uygulamasındaki ortalama çimlenme zamanı ile 180 mM NaCl uygulamasındaki çimlenme zamanı arasında 0.72 olan korelasyon katsayısının 120 mM NaCl ile 180 mM NaCl arasında çok daha yüksek ($r=0.97$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Ortalama Çimlenme Zamanı Bakımından Farklı NaCl Konsantrasyonları Arasındaki Korelasyon Katsayıları

	60 mM NaCl	120 mM NaCl	180 mM NaCl	240 mM NaCl
0 mM NaCl	0.70**	0.73**	0.72**	0.64**
60 mM NaCl		0.92**	0.88**	0.83**
120 mM NaCl			0.97**	0.84**
180 mM NaCl				0.85**

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

4.1.4. Hassaslık indeksi

Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki hassaslık indekslerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'da, genotiplerin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki hassaslık indeksi değerleri Çizelge 4.11'de sunulmuştur.

Varyans analizi sonuçları tuz uygulamaları ve genotiplerin hassaslık indeksi üzerine çok önemli etkide bulunduğunu; tuz x genotip interaksiyon etkisinin ise önemli olmadığını ortaya koymuştur (Çizelge 4.10).

Artan tuz konsantrasyonları genotiplerin hassaslık indeksini önemli seviyede artırmıştır. En düşük tuz seviyesi olan 60 mM NaCl uygulamasında genotiplerin ortalaması olarak 1.21 olan hassaslık indeksi, her bir tuz seviyesinde çok önemli artış göstererek 120, 180 ve 240 mM NaCl uygulamalarında sırasıyla 1.33, 1.44 ve 1.73'e yükselmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.10. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Hassaslık İndekslerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Tuz	3	6.163	95.1**
Genotip	39	0.770	11.9**
Tuz x Genotip	117	0.064	1.0 ^{OD}
Hata	320	0.065	

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

ÖD, önemli değil.

Farklı tuz seviyelerinin ortalaması olarak, genotiplerin hassaslık indeksleri 1.09 (kayıt no 46) ile 2.28 (kayıt no 296) arasında olmak üzere çok önemli bir değişim göstermiştir (Çizelge 4.11). Özellikle 3, 43, 46, 84, 155, 188, 193, 245, 395 ve 396 nolu genotipler ile Kantar 05 ve Elkoca 05 çeşitleri dört farklı tuz seviyesinde de düşük hassaslık indeksi değerlerine sahip olmaları ile dikkat çekici bulunmuşlardır. Diğer taraftan, bütün tuz seviyelerine en büyük hassasiyeti 126, 296 ve 314 nolu genotiplerin gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Genotiplerin farklı tuz seviyelerindeki hassaslık indeksleri arasındaki ikili ilişkileri gösteren korelasyon analizine ait katsayılar Çizelge 4.12'de sunulmuştur.

Çizelge 4.11. Fasulye Genotiplerinin Çimlenme Döneminde Uygulanan Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Hassaslık İndeksleri

Genotip	60 mM NaCl	120 mM NaCl	180 mM NaCl	240 mM NaCl	Ortalama
46	1,01	1,03	1,07	1,24	1,09
43	1,06	1,08	1,14	1,21	1,12
84	1,08	1,09	1,1	1,23	1,13
155	0,98	1,07	1,1	1,49	1,16
188	1,03	1,11	1,17	1,36	1,17
3	1,1	1,12	1,16	1,34	1,18
245	1,05	1,19	1,23	1,29	1,19
Kantar 05	1,04	1,1	1,3	1,46	1,23
Elkoca 05	1,04	1,14	1,34	1,44	1,24
396	1,09	1,22	1,28	1,35	1,24
193	1,04	1,14	1,26	1,51	1,24
283	1,02	1,09	1,27	1,66	1,26
405	1,07	1,1	1,17	1,79	1,28
395	1,15	1,19	1,33	1,45	1,28
1	1,19	1,18	1,28	1,6	1,31
86	1,15	1,15	1,31	1,76	1,34
7	1,13	1,26	1,4	1,61	1,35
61	1,12	1,34	1,46	1,57	1,37
186	1,11	1,29	1,49	1,65	1,39
244	1,36	1,34	1,39	1,46	1,39
50	1,15	1,39	1,48	1,56	1,4
239	1,2	1,37	1,52	1,54	1,41
249	1,2	1,32	1,38	1,75	1,41
99	1,07	1,2	1,59	1,91	1,44
92	1,18	1,37	1,42	1,77	1,44
5	1,08	1,33	1,66	1,71	1,45
128	1,3	1,46	1,51	1,67	1,49
403	1,06	1,59	1,63	1,73	1,5
31	1,26	1,34	1,46	2,03	1,52
135	1,2	1,48	1,57	1,87	1,53
382	1,23	1,28	1,59	2,12	1,56
138	1,32	1,47	1,5	1,94	1,56
281	1,35	1,56	1,6	1,95	1,62
29	1,18	1,28	1,32	2,73	1,63
272	1,49	1,6	1,8	1,89	1,7
38	1,45	1,75	1,76	1,86	1,71
256	1,25	1,69	1,82	2,2	1,74
126	1,71	1,77	1,86	2,31	1,91
314	1,71	1,77	1,78	2,39	1,91
296	2,04	2,02	2,16	2,88	2,28
Ortalama	1,21 d	1,33 c	1,44 b	1,73 a	
LSD	0,44**	0,45**	0,50**	0,74**	0,54**

LSD tuz=0.08

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

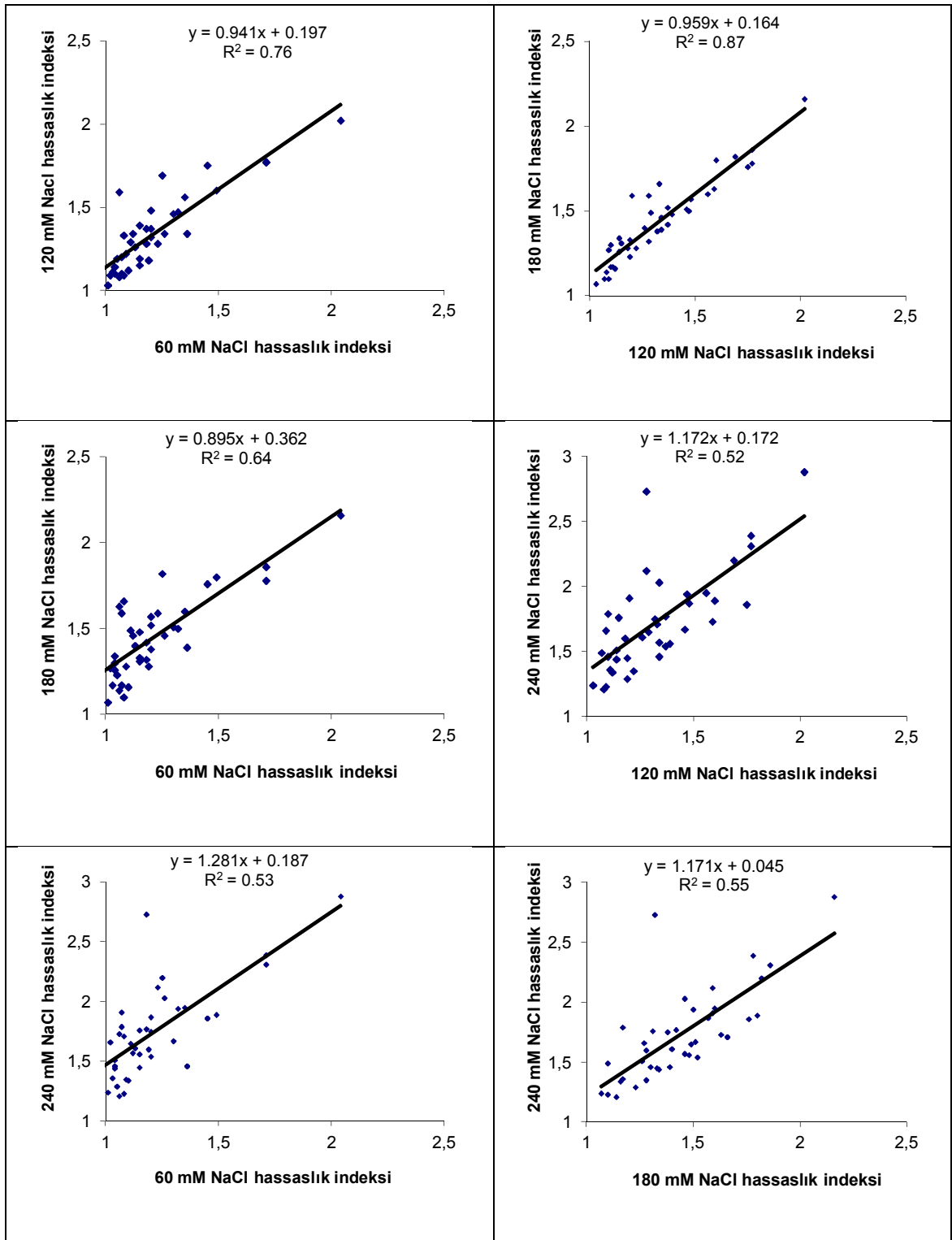
Korelasyon katsayıları genotiplerin farklı tuz seviyelerindeki hassaslık indeksleri arasında pozitif yönde önemli bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, önemli olmakla birlikte, bu ilişkinin 240 mM NaCl uygulamasında zayıfladığı belirlenmiştir

(Çizelge 4.12 ve Şekil 4.8). Nitekim en yüksek korelasyon katsayısı 120 mM NaCl ile 180 mM NaCl arasında ($r=0.93$) tespit edilirken, bu katsayının 240 mM NaCl ile diğer tuz seviyeleri arasında 0.72-0.74'e gerilediği saptanmıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Genotiplerin Farklı Tuz Seviyelerindeki Hassaslık İndeksleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları

	120 mM NaCl	180 mM NaCl	240 mM NaCl
60 mM NaCl	0.87**	0.80**	0.73**
120 mM NaCl		0.93**	0.72**
180 mM NaCl			0.74**

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.



Şekil 4.8. Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki hassaslık indeksleri arasındaki ikili ilişkilere

4.2. Sera Denemesi

4.2.1. Sürgün uzunluğu

NaCl uygulamalarının denemeye alınan fasulye genotiplerinin sürgün uzunluğu üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13’de, genotiplerin NaCl uygulamalarındaki sürgün uzunluğu değerleri ise Çizelge 4.14’de sunulmuştur.

Varyans analizi sonuçları NaCl uygulamalarının sürgün uzunluğu üzerine çok önemli etkide bulunduğunu göstermiştir. Diğer taraftan, sürgün uzunluğu bakımından genotipler arasındaki farkların istatistiki bakımdan çok önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, genotiplerin sürgün uzunluğu bakımından tuz uygulamalarına farklı tepki göstermelerinin bir sonucu olarak tuz x genotip interaksyonu da çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

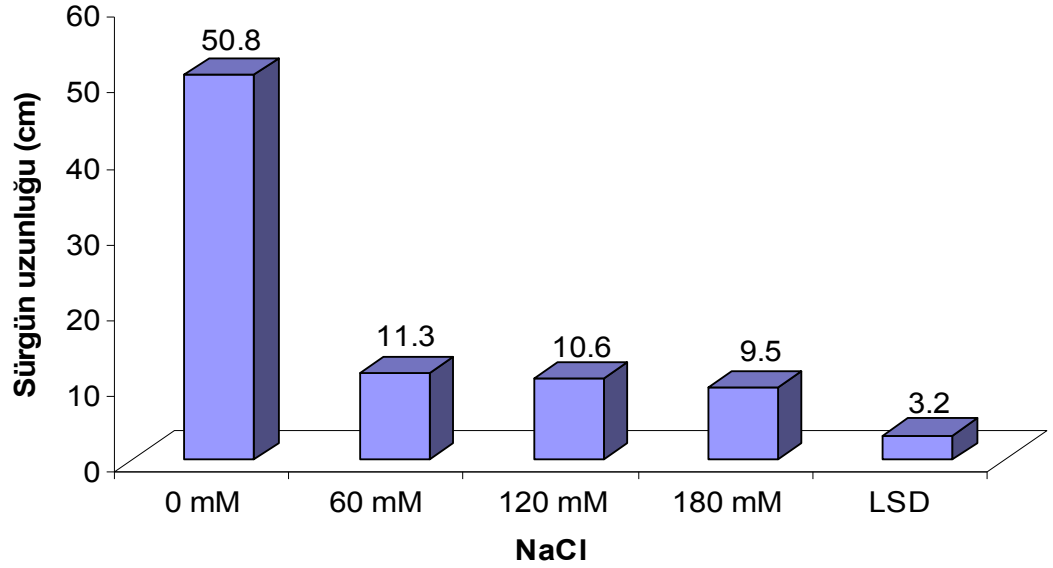
Çizelge 4.13. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Sürgün Uzunluğuna Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Tuz	3	24416.2	527.9**
Genotip	19	410.6	8.9**
Tuz x Genotip	57	296.5	6.4**
Hata	160	46.2	

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

Artan tuz konsantrasyonları sürgün uzunluğunun önemli seviyede azalmasına neden olmuştur. Genotiplerin ortalaması olarak kontrolde 50.8 cm olan sürgün uzunluğu 60, 120, 180 ve 240 mM NaCl uygulamalarında önemli seviyede azalarak sırasıyla 11.3, 10.6 ve 9.5 cm’ye gerilemiştir (Şekil 4.9 ve Çizelge 4.14).

Genotiplerin sürgün uzunlukları birbirinden önemli seviyede farklı bulunmuştur (Çizelge 4.14). Kontrol ve tuz uygulamalarının ortalaması olarak, en yüksek sürgün uzunluğuna 126 (32.8 cm), 314 (32.1 cm), 84 (27.5 cm) ve 256 (27.1 cm) kayıt nolu genotipler sahip olmuştur (Çizelge 4.14).



Şekil 4.9. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Ortalama Sürgün Uzunlukları

Sürgün uzunluğu farklı tuz uygulamalarında genotiplere bağlı olarak 92.5 cm (kayıt no 126, kontrol uygulaması) ile 6.0 cm (kayıt no 239, 180 mM NaCl uygulaması) arasında olmak üzere çok önemli bir değişim göstermiş (Çizelge 4.14) ve sürgün uzunluğu bakımından tuz x genotip interaksyonu çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13). Bu durum, genotiplerin sürgün uzunluğu bakımından tuz uygulamalarına farklı tepki göstermesinden kaynaklanmıştır. Nitekim 126, 256 ve 314 nolu genotipler gerek kontrol, gerekse tuz uygulamalarının tamamında yüksek sürgün uzunluğu değerlerine sahip olmaları ile dikkat çekici bulunurken, kontrolde sürgün uzunluğu yüksek olan 84 ve 239 nolu genotiplerin tuz uygulamalarındaki sürgün uzunluğu değerleri alt sıralarda

yer almıştır. Bunun aksine; 3, 135, 155, 186, 193 ve 272 nolu genotipler kontrol uygulamasında en düşük sürgün uzunluğuna sahip genotipler olmasına rağmen, bu genotipler bazı tuz uygulamalarında sürgün uzunluğu yüksek olan grup içerisinde yer almışlardır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Sürgün Uzunlukları (cm)

Genotip	NaCl Konsantrasyonları				
	Kontrol	60 mM	120 mM	180 mM	Ortalama
3	25.0 f	10.6 cde	9.0 ef	9.3 ab	13.5 f
38	49.2 cf	11.2 cde	9.8 b-f	8.3 bc	19.6 c-f
43	63.5 a-e	12.3 b-e	12.5 ab	9.8 ab	24.5 bc
84	79.7 ab	11.7 b-e	9.3 def	9.4 ab	27.5 ab
126	92.5 a	14.5 ab	12.3 abc	11.8 a	32.8 a
135	32.8 f	11.4 b-e	9.2 def	9.1 ab	15.6 ef
138	65.7 a-d	13.0 a-d	9.5 c-f	9.5 ab	24.4 bc
155	34.0 ef	11.5 b-e	12.5 ab	9.5 ab	16.9 def
186	32.0 f	9.2 ef	10.2 b-f	10.2 ab	15.4 ef
193	29.8 f	9.7 ef	10.7 a-f	9.7 ab	15.0 ef
239	68.0 a-d	9.2 ef	9.5 c-f	6.0 c	23.2 bcd
244	43.8 c-f	10.8 cde	11.3 a-e	8.7 bc	18.7 c-f
256	70.7 abc	13.8 abc	12.4 ab	11.5 a	27.1 ab
272	31.5 f	11.3 b-e	11.8 a-d	10.0 ab	16.2 def
281	51.0 b-f	12.1 b-e	10.6 a-f	10.8 ab	21.1 b-e
314	87.5 a	15.9 a	13.3 a	11.8 a	32.1 a
395	41.7 c-f	11.5 b-e	9.2 def	10.1 ab	18.1 c-f
396	32.0 f	9.3 ef	8.3 f	8.3 bc	14.5 ef
Elkoca-05	38.8 def	7.2 f	8.8 ef	8.1 bc	15.7 ef
Kantar-05	46.7 c-f	10.5 de	11.3 a-e	8.2 bc	19.2 c-f
Ortalama	50.8 a	11.3 b	10.6 b	9.5 b	
LSD	29.9**	3.2**	2.8*	2.8**	7.2**

Genotip	NaCl Konsantrasyonları				
	Kontrol	60 mM	120 mM	180 mM	Ortalama
3	25.0 f	10.6 cde	9.0 ef	9.3 ab	13.5 f
38	49.2 cf	11.2 cde	9.8 b-f	8.3 bc	19.6 c-f
43	63.5 a-e	12.3 b-e	12.5 ab	9.8 ab	24.5 bc
84	79.7 ab	11.7 b-e	9.3 def	9.4 ab	27.5 ab

126	92.5 a	14.5 ab	12.3 abc	11.8 a	32.8 a
135	32.8 f	11.4 b-e	9.2 def	9.1 ab	15.6 ef
138	65.7 a-d	13.0 a-d	9.5 c-f	9.5 ab	24.4 bc
155	34.0 ef	11.5 b-e	12.5 ab	9.5 ab	16.9 def
186	32.0 f	9.2 ef	10.2 b-f	10.2 ab	15.4 ef
193	29.8 f	9.7 ef	10.7 a-f	9.7 ab	15.0 ef
239	68.0 a-d	9.2 ef	9.5 c-f	6.0 c	23.2 bcd
244	43.8 c-f	10.8 cde	11.3 a-e	8.7 bc	18.7 c-f
256	70.7 abc	13.8 abc	12.4 ab	11.5 a	27.1 ab
272	31.5 f	11.3 b-e	11.8 a-d	10.0 ab	16.2 def
281	51.0 b-f	12.1 b-e	10.6 a-f	10.8 ab	21.1 b-e
314	87.5 a	15.9 a	13.3 a	11.8 a	32.1 a
395	41.7 c-f	11.5 b-e	9.2 def	10.1 ab	18.1 c-f
396	32.0 f	9.3 ef	8.3 f	8.3 bc	14.5 ef
Elkoca-05	38.8 def	7.2 f	8.8 ef	8.1 bc	15.7 ef
Kantar-05	46.7 c-f	10.5 de	11.3 a-e	8.2 bc	19.2 c-f
Ortalama	50.8 a	11.3 b	10.6 b	9.5 b	
LSD	29.9**	3.2**	2.8*	2.8**	7.2**

LSD tuz=3.2; LSD tuz x genotip=14.5

** ve * sırasıyla %5 ve %1 ihtimal seviyesinde önemli.

4.2.2. Kök uzunluğu

NaCl uygulamalarının fasulye genotiplerinin kök uzunluğu üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15'te, genotiplerin NaCl uygulamalarındaki kök uzunluğu değerleri ise Çizelge 4.16'da sunulmuştur.

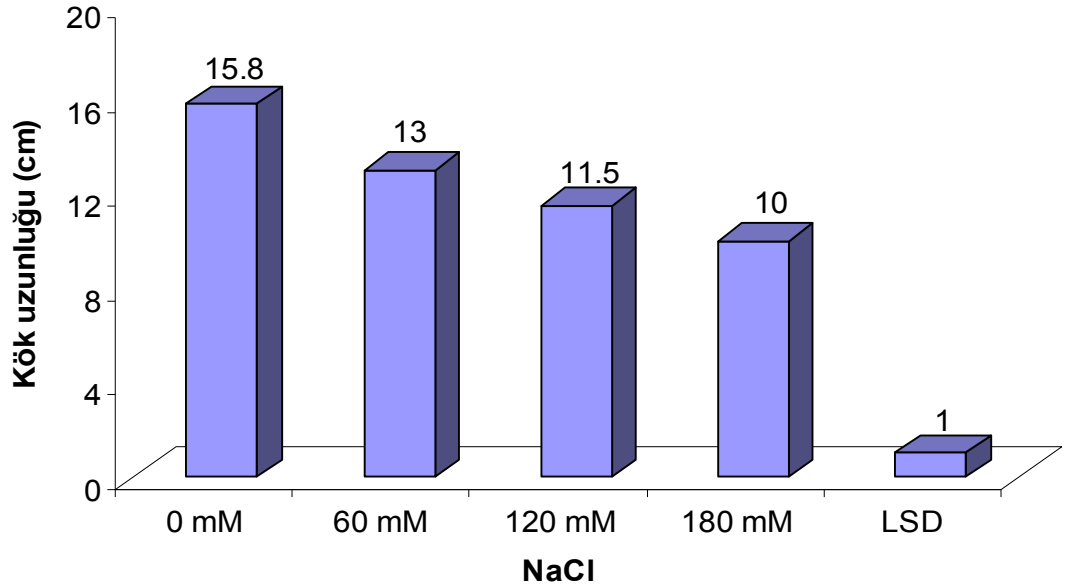
Varyans analizi sonuçları NaCl uygulamalarının sürgün uzunluğu üzerine çok önemli etkide bulunduğunu; genotip ve tuz x genotip interaksiyon etkilerinin ise önemli olmadığını göstermiştir (Çizelge 4.15).

Artan tuz dozları kök uzunluğunu sınırlanmış ve kontrolde 15.8 cm olan ortalama kök uzunluğu 60, 120 ve 180 mM NaCl uygulamalarında çok önemli azalışla sırasıyla 13.0, 11.5 ve 10.0 cm'ye gerilemiştir (Şekil 4.10 ve Çizelge 4.16).

Çizelge 4.15. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Kök Uzunluğuna Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Tuz	3	369.3	80.6**
Genotip	19	5.7	1.3 ^{OD}
Tuz x Genotip	57	4.9	1.1 ^{OD}
Hata	160	4.6	

** %1 ihtimal seviyesinde önemli; OD, önemli değil.



Şekil 4.10. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Ortalama Kök Uzunlukları

Kontrol ve tuz uygulamalarının ortalaması dikkate alındığında kök uzunluğu değerleri 11.2 cm (kayıt no 239) 13.6 cm (kayıt no 244) arasında olmak üzere önemsiz bir değişim göstermiştir. Tuz uygulamaları kendi içinde ayrı ayrı analiz yapıldığında gerek kontrol, gerekse 60 ve 120 mM NaCl uygulamalarında da genotipler arasında kök uzunluğu bakımından önemli bir farklılığın ortaya çıkmadığı belirlenmiştir. Ancak, en yüksek tuz seviyesi olan 180 mM NaCl uygulamasında kök uzunluğu bakımından genotipik farklılıklar çok belirgin şekilde ortaya çıkmıştır. Bu tuz seviyesinde, 239 kayıt nolu genotip 6.0 cm ile en düşük kök uzunluğuna sahip olurken, özellikle 84 (11.7 cm), 155 (11.5 cm), 244 (11.7 cm) ve 272 (11.55 cm) kayıt nolu genotipler önemli seviyede yüksek kök uzunluğu değerleri ile dikkat çekici bulunmuşlardır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Kök Uzunlukları (cm)

Genotip	NaCl Konsantrasyonları				Ortalama
	Kontrol	60 mM	120 mM	180 mM	
3	15.5	12.3	11.5	10.5 abc	12.5
38	17.5	12.3	12.3	11.0 abc	13.3
43	17.5	13.3	11.7	11.0 abc	13.4
84	15.3	13.2	11.7	11.7 a	13
126	16.3	12.4	12.7	10.3 abc	12.9
135	17.3	12.1	11.2	10.0 abc	12.7
138	17.3	10	10	8.7 b-e	11.5
155	14	14	12.2	11.5 ab	12.9
186	15	15.4	11	10.3 abc	12.9
193	15	15.5	11	10.0 abc	12.9
239	15	12.3	11.4	6.0 e	11.2
244	17.3	12.7	12.8	11.7 a	13.6
256	14.5	11.1	10.9	9.5 a-d	11.5
272	14	13.5	12.7	11.5 ab	12.9
281	13.2	12.9	11	8.3 cde	11.4
314	16.2	15.1	10.2	10.2 abc	12.9
395	17.3	11.5	11.3	10.0 abc	12.5

396	15.3	12.7	11.2	10.2 abc	12.3
Elkoca-05	16.8	14.7	11	6.8 de	12.3
Kantar-05	15.3	13.7	12.1	10.5 abc	12.9
Ortalama	15.8 a	13.0 b	11.5 c	10.0 d	
LSD	ÖD	ÖD	ÖD	2.9*	

LSD tuz=1.0; ÖD, önemli değil.

** %5 ihtimal seviyesinde önemli.

4.2.3. Sürgün yaş ağırlığı

Farklı dozlardaki NaCl uygulamalarının fasulye genotiplerinin sürgün yaş ağırlığı üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17’de, genotiplerin sürgün yaş ağırlığı değerleri ise Çizelge 4.18’de sunulmuştur.

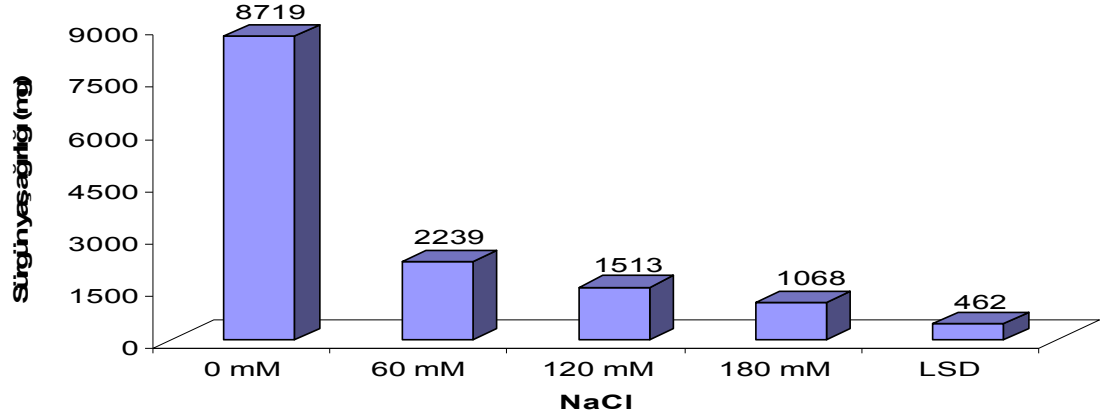
Çizelge 4.17’deki varyans analizi sonuçlarının incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, sürgün yaş ağırlığı üzerine tuz uygulamalarının ve genotiplerin önemli etkide bulunduğu; ayrıca, tuz x genotip interaksiyonunun da önemli olduğu ortaya konulmuştur.

Kontrolde genotiplerin ortalaması olarak 8719 mg olan sürgün yaş ağırlığı, artan tuz seviyelerine paralel olarak önemli seviyede azalmış; 60, 120 ve 180 mM NaCl uygulamalarında sırasıyla 2239, 1513 ve 1068 mg’a gerilemiştir (Şekil 4.11 ve Çizelge 4.18).

Çizelge 4.17. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Sürgün Yaş Ağırlığına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Tuz	3	772876842.8	821.0**
Genotip	19	5899344.2	6.3**
Tuz x Genotip	57	1661086.6	1.8**
Hata	160	941337.9	

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.



Şekil 4.11. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Ortalama Sürgün Yaş Ağırlıkları

Kontrol ve tuz uygulamalarının ortalaması olarak, genotiplerin sürgün yaş ağırlıkları arasında önemli farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir. En düşük sürgün yaş ağırlığı değerleri 43 (2523 mg) ve 138 (2683 mg) nolu genotiplerde belirlenirken, 314 (4150 mg), 244 (4535 mg), 126 (4619 mg) ve 256 (4941 mg) nolu genotipler önemli seviyede yüksek sürgün yaş ağırlığı değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.18).

Sürgün yaş ağırlığı bakımından tuz x genotip interaksyonu önemli bulunmuş; 239 nolu genotip 180 mM NaCl uygulamasında en düşük (235 mg), 244 nolu genotip ise kontrol uygulamasında en yüksek (13130 mg) sürgün yaş ağırlığına sahip olmuştur (Çizelge 4.18). Genotiplerin sürgün yaş ağırlıkları uygulamalardan farklı şekillerde etkilenmiştir. Kullanılan 126, 256 ve 314 nolu genotipler gerek kontrol, gerekse tuz uygulamalarının tamamında en yüksek sürgün yaş ağırlığına sahip olmuşlardır. Ancak, kontrol uygulamasında en yüksek sürgün yaş ağırlığına sahip olan 244 nolu genotip tuz uygulamalarında aynı performansı gösterememiş ve düşük sürgün yaş ağırlığı değerlerine sahip olmuştur. Diğer taraftan, kontrolde düşük sürgün yaş ağırlığına sahip olan 3, 155 ve 186 nolu genotipler ise özellikle 60 mM NaCl uygulamasında yüksek sürgün yaş

ağırlığı üretmişlerdir (Çizelge 4.18). Genotiplerin sürgün yaş ağırlığı bakımından tuz uygulamalarına göstermiş oldukları bu tepki farklılığı, tuz x genotip interaksyonunun önemi çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.18. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Sürgün Yaş Ağırlıkları (mg)

Genotip	NaCl Konsantrasyonları				
	Kontrol	60 mM	120 mM	180 mM	Ortalama
3	6847 de	2581 abc	1559 bcd	1465 cd	3113 efg
38	9284 bcd	2500 a-d	1491 bcd	1207 d-g	3621 b-f
43	7146 cde	1908 bcd	755 d	284 l	2523 g
126	9994 bc	3201 ab	2862 a	2417 ab	4619 ab
135	8884 b-e	2666 abc	2047 ab	1341 de	3735 b-e
138	8035 b-e	968 d	902 d	826 f-k	2683 fg
155	6770 de	2864 abc	1159 bcd	648 i-l	2860 efg
186	6120 e	2626 abc	1171 bcd	936 e-j	2714 efg
193	8774 b-e	1883 bcd	997 cd	322 kl	2994efg
239	8750 b-e	1907 bcd	1164 bcd	235 l	3014efg
244	13130 a	2396 a-d	1701 bcd	911 e-j	4535 abc
256	10688 ab	3775 a	2755 a	2547 a	4941 a
272	9427 bcd	2092 bcd	2062 ab	685 h-l	3567 c-f
281	8708 b-e	2265 a-d	1402 bcd	822 f-k	3299 d-g
314	9807 bc	2938 abc	1926 abc	1928 bc	4150 a-d
395	9283 bcd	2215 bcd	1621 bcd	1257 def	3594 b-f
396	8257 b-e	991 d	920 d	716 g-l	2721 efg
Elkoca-05	8096 b-e	1529 cd	1410 bcd	1111 d-i	3036 efg

Kantar-05	8201 b-e	1721 bcd	1302 bcd	1164 d-h	3097 efg
Ortalama	8719 a	2239 b	1513 c	1068 c	
LSD	2924*	1557**	956**	505**	1033**

LSD tuz=461.8; LSD tuz x genotip=2065

** ve ** sırasıyla %5 ve %1 ihtimal seviyesinde önemli.

4.2.4. Kök yaş ağırlığı

NaCl uygulamasının fasulye genotiplerinin kök yaş ağırlığı üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19'da, genotiplerin kök yaş ağırlığı değerleri ise Çizelge 4.20'de sunulmuştur.

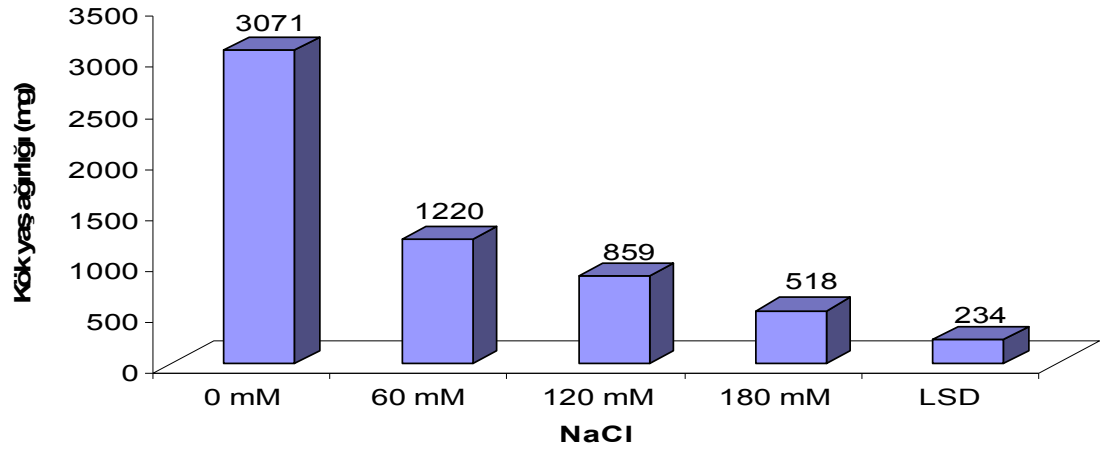
Yapılan varyans analizi sonucunda (Çizelge 4.19), kök yaş ağırlığı üzerine tuz uygulamalarının ve genotiplerin önemli etkide bulunduğu; ayrıca, tuz x genotip interaksyonunun da önemli olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.19. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Kök Yaş Ağırlığına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Tuz	3	77680590.8	322.2**
Genotip	19	1033264.2	4.3**
Tuz x Genotip	57	528467.7	2.2**
Hata	160	241131.7	

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

Tuz uygulaması kök yaş ağırlığı üzerine önemli etkide bulunmuş ve genotiplerin ortalaması olarak kontrolde 3071 mg olan kök yaş ağırlığı 60, 120 ve 180 mM NaCl uygulamalarında çok önemli bir azalış göstererek sırasıyla 1220, 859 ve 518 mg'a gerilemiştir (Şekil 4.12 ve Çizelge 4.20).



Şekil 4.12. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Ortalama Kök Yağı Ağırlıkları

Çizelge 4.20. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Kök Yağı Ağırlıkları (mg)

Genotip	NaCl Konsantrasyonları					Ortalama
	Kontrol	60 mM	120 mM	180 mM		
3	3167 bcd	1507 a-d	799 b-f	678 bc	1538 be	
38	3025 bcd	1401 a-d	1160 abc	865 ab	1613 a-d	
43	3808 abc	1278 a-d	979 b-f	369 e-h	1609 a-d	
84	2340 d	982 de	754 b-f	408 c-f	1121 def	
126	3341 bcd	1576 a-d	1280 ab	1102 a	1825 ab	
135	3367 bcd	1123 b-e	849 b-f	887 ab	1557 a-e	
138	3808 abc	594 e	481 e-f	228 fgh	1278 c-f	
155	2930 bcd	1512 a-d	806 b-f	258 fgh	1376 b-f	
186	5180 a	1659 abc	841 b-f	574 cde	2064 a	
193	3099 bcd	1164 b-e	496 def	239 fgh	1250 c-f	
239	2265 d	1000 de	759 b-f	130 gh	1039 ef	
244	3917 ab	1405 a-d	1067 bcd	591 cde	1745 abc	
256	2556 bcd	1772 ab	1716 a	870 ab	1729 abc	
272	3036 bcd	1030 cde	843 b-f	111 h	1255 c-f	
314	2304 d	1862 a	861 b-f	467 c-f	1374 b-f	
395	3352 bcd	1001 de	1008 b-e	558 cde	1480 b-e	
396	3178 bcd	602 e	606 c-f	390 efg	1194 def	
Elkoca-05	2216 d	540 e	427 f	397 d-g	895 f	

Kantar-05	2165 d	1131 b-e	1012 b-e	666 bcd	1244 c-f
Ortalama	3071 a	1220 b	859 c	518 d	
LSD	1459*	651**	576**	270**	523**

LSD tuz=233.7; LSD tuz x genotip=1045

** ve ** sırasıyla %5 ve %1 ihtimal seviyesinde önemli.

Kök yaş ağırlığı bakımından genotipler arasında önemli farklar ortaya çıkmıştır. Tuz uygulamalarının ortalaması olarak en düşük kök yaş ağırlığına (895 mg) Elkoca-05 çeşidi sahip olurken, özellikle 38, 43, 126, 186, 244 ve 256 nolu genotipler istatistiki olarak önemli seviyede yüksek kök yaş ağırlığı değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.20).

Genotiplerin kök yaş ağırlıkları tuz uygulamalarından farklı şekilde etkilenmiştir. Çizelge 4.20'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere genotiplerin kök yaş ağırlığı bakımından kontrol ve tuz uygulamalarındaki sıralanışları birbirinden önemli farklılıklar göstermiştir. Kontrolde en yüksek kök yaş ağırlığına sahip olan 43, 138, 186 ve 244 nolu genotiplerin tuz uygulamalarındaki kök yaş ağırlıkları orta veya alt sıralarda yer alırken; 38, 126 ve 256 nolu genotipler her üç tuz seviyesinde de yüksek kök yaş ağırlıkları ile oldukça dikkat çekici bulunmuşlardır (Çizelge 4.20).

4.2.5. Sürgün kuru ağırlığı

Farklı dozlardaki NaCl uygulamalarının fasulye genotiplerinin sürgün kuru ağırlığı üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21'de, genotiplerin sürgün yaş ağırlığı değerleri ise Çizelge 4.22'de sunulmuştur.

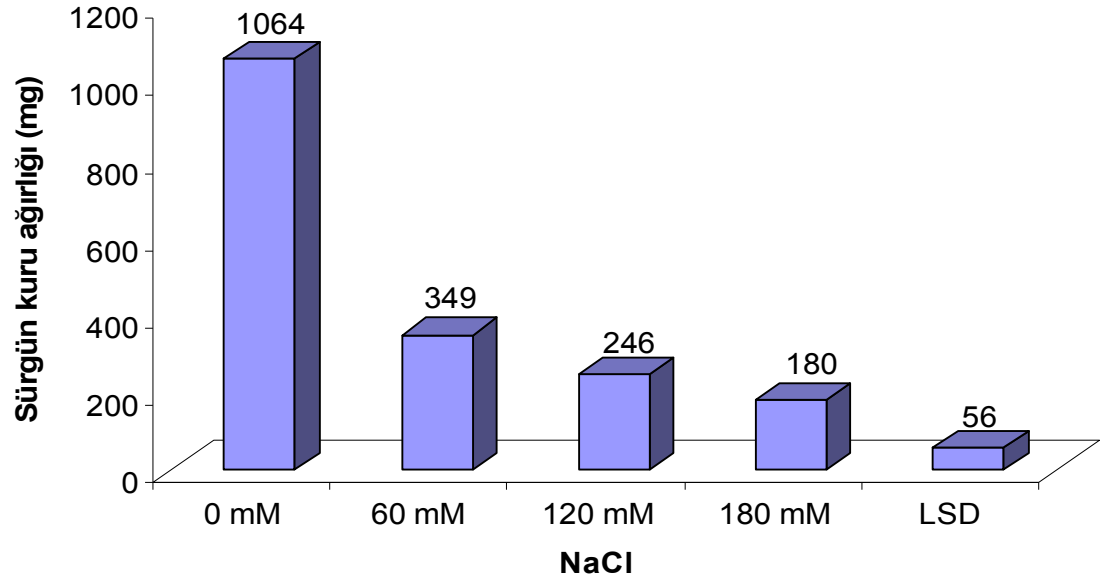
Çizelge 4.21'deki varyans analizi sonuçlarının incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, sürgün kuru ağırlığı üzerine tuz uygulamalarının ve genotiplerin önemli etkide bulunduğu; ayrıca, tuz x genotip interaksyonunun da önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.21. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Sürgün Kuru Ağırlığına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Tuz	3	10023934.5	727.5**
Genotip	19	129200.3	9.4**
Tuz x Genotip	57	33162.8	2.4**
Hata	160	13779.3	

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

Sürgün kuru ağırlığı tuz uygulamalarından önemli seviyede etkilenmiş; kontrolde genotiplerin ortalaması olarak 1064 mg olan sürgün kuru ağırlığı, artan tuz seviyelerine paralel olarak önemli seviyede azalarak 60, 120 ve 180 mM NaCl uygulamalarında sırasıyla 349, 246 ve 180 mg'a gerilemiştir (Şekil 4.13 ve Çizelge 4.22).



Şekil 4.13. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Ortalama Sürgün Kuru Ağırlıkları

Kontrol ve tuz uygulamalarının ortalaması dikkate alındığında, genotiplerin sürgün kuru ağırlıkları arasında önemli farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir. En düşük sürgün kuru ağırlığı değerleri 43 (315 mg) ve 396 (334 mg) nolu genotiplerde belirlenirken, 126 (627 mg), 186 (615 mg), 244 (574 mg), 256 (659 mg) ve 314 (566 mg) nolu genotipler önemli seviyede yüksek sürgün kuru ağırlığı üretmişlerdir (Çizelge 4.22). Ancak, genotiplerin sürgün kuru ağırlıkları tuz uygulamalarından farklı şekilde etkilenmiştir. Örneğin, kontrol uygulamasında en yüksek sürgün kuru ağırlığına sahip olan 186 ve 244 nolu genotipler tuz uygulamalarında aynı performansı gösterememiş ve 60 mM NaCl hariç, diğer tuz uygulamalarında orta seviyede sürgün kuru ağırlığı üretebilmişlerdir. Diğer taraftan, 3 ve 126 nolu genotipler kontrolde düşük sürgün kuru ağırlığına sahip olmalarına rağmen, tuz uygulamalarından daha az oranda etkilenmelerinin bir sonucu olarak, her üç tuz seviyesinde de yüksek sürgün kuru ağırlığı üretmişlerdir (Çizelge 4.22). Kullanılan 256 ve 314 nolu genotipler ise gerek kontrol gerekse tuz uygulamalarında yüksek sürgün kuru ağırlığı değerleri ile ön plana çıkmışlardır. İşte, genotiplerin sürgün kuru ağırlığı bakımından tuz uygulamalarına göstermiş oldukları bu tepki farklılıkları tuz x genotip interaksiyonunun önemi çıkmasına neden olmuştur (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Sürgün Kuru Ağırlıkları (mg)

Genotip	NaCl Konsantrasyonları				
	Kontrol	60 mM	120 mM	180 mM	Ortalama
3	792 e	394 b-f	317 bc	272 b	444 c-g
38	1126 b-e	234 fg	214 d-i	196 cd	443 c-g
43	806 de	260 d-g	113 j	80 gh	315 h
84	962 b-e	246 efg	207 e-j	175 c-f	398 e-h
126	1259 a-e	467 abc	438 a	344 a	627 a
135	998 b-e	353 c-g	256 c-h	236 bcd	461 b-f
138	881 de	219 fg	145 ij	129 efg	343 fgh
155	1246 a-e	579 a	180 hij	171 def	544 a-d
186	1603 a	443 a-d	239 c-i	176 c-f	615 a
193	900 cde	305 c-g	211 d-i	97 gh	378 e-h
239	945 cde	253 efg	243 c-h	39 h	370 e-h

244	1422 ab	425 a-e	278 c-g	173 c-f	574 ab
256	1361 abc	541 ab	379 ab	355 a	659 a
272	965 b-e	325 c-g	286 b-f	89 gh	416 e-h
281	1032 b-e	385 b-f	198 f-j	125 fg	435 d-h
314	1276 a-d	426 a-e	298 b-e	264 b	566 abc
395	1022 b-e	379 b-f	304 bcd	193 cde	475 b-e
396	830 de	191 g	186 g-j	128 efg	334 gh
Elkoca-05	967 b-e	244 efg	168 hij	113 fg	373 e-h
Kantar-05	880 de	305 c-g	258 c-h	239 bc	420 d-h
Ortalama	1064 a	349 b	246 c	180 d	
LSD	476**	183**	97**	67**	125**

LSD tuz=56; LSD tuz x genotip=250

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

4.2.6. Kök kuru ağırlığı

NaCl uygulamasının fasulye genotiplerinin kök kuru ağırlığı üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23'de, genotiplerin farklı tuz seviyelerindeki kök kuru ağırlıkları ise Çizelge 4.24'te sunulmuştur.

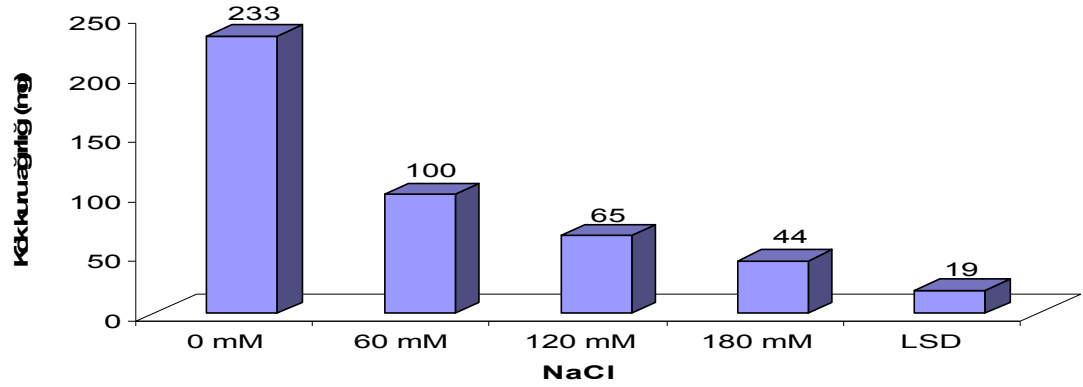
Yapılan varyans analizi sonucunda (Çizelge 4.23), kök kuru ağırlığı üzerine tuz uygulamalarının ve genotiplerin önemli etkide bulunduğu; ayrıca, tuz x genotip interaksyonunun da önemli olduğu saptanmıştır.

Tuz uygulaması kök kuru ağırlığı üzerine önemli etkide bulunmuş ve genotiplerin ortalaması olarak kontrolde 233 mg olan kök kuru ağırlığı 60, 120 ve 180 mM NaCl uygulamalarında çok önemli bir azalış göstererek sırasıyla 100, 65 ve 44 mg'a gerilemiştir (Şekil 4.14 ve Çizelge 4.24).

Çizelge 4.23. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Kök Kuru Ağırlığına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Tuz	3	434169.9	276.3**
Genotip	19	8337.1	5.3**
Tuz x Genotip	57	6317.4	4.0**
Hata	160	1571.1	

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.



Şekil 4.14. Fasulye genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki ortalama kök kuru ağırlıkları

Kök kuru ağırlığı bakımından genotipler arasında önemli farklar ortaya çıkmıştır. Tuz uygulamalarının ortalaması olarak en düşük kök kuru ağırlığına Elkoca-05 çeşidi sahip olurken (75 mg), özellikle 3, 38, 126, 138, 186, 244 ve 256 nolu genotipler istatistiki olarak önemli seviyede yüksek kök kuru ağırlığı değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.24).

Ancak, genotiplerin kök kuru ağırlıkları tuz uygulamalarından farklı şekilde etkilenmiş ve bunun sonucu olarak, genotiplerin kök kuru ağırlığı bakımından kontrol ve tuz uygulamalarındaki sıralanışları birbirinden önemli farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.24). Örneğin, kontrolde en yüksek kök kuru ağırlığına sahip olan 138 nolu genotipin kök kuru ağırlığı tuz uygulamalarından oldukça yüksek oranda etkilenmiş ve bu genotip

tuz uygulamalarında en düşük kök kuru ağırlığı üreten genotipler arasında yer almıştır. Bunun aksine, kontrolde en yüksek kök kuru ağırlığına sahip grup içerisinde yer almayan 126, 244 ve 256 nolu genotipler ise tuzdan daha az oranda etkilenmelerinin bir sonucu olarak, her üç tuz seviyesinde de yüksek kök kuru ağırlıkları ile ilk sıralarda yer almışlardır. Diğer taraftan, 3 ve 38 nolu genotipler ise gerek kontrol, gerekse tuz uygulamalarında yüksek kök kuru ağırlığı değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Kök Kuru Ağırlıkları (mg)

Genotip	NaCl Konsantrasyonları				Ortalama
	Kontrol	60 mM	120 mM	180 mM	
3	313 abc	150 ab	70 abc	73 ab	152 a
38	379 ab	102 b-h	82 ab	60 a-d	156 a
43	273 a-d	69 e-h	42 bc	36 c-g	105 b-f
84	241 a-d	62 fgh	40 c	27 efg	93 def
126	247 a-d	118 b-f	96 a	84 a	136 abc
135	252 a-d	92 b-h	67 abc	68 abc	120 a-e
138	401 a	57 gh	37 c	19 fg	129 a-d
155	194 cd	137 bc	67 abc	27 efg	106 b-f
186	380 ab	122 b-e	56 abc	48 b-f	152 a
193	173 cd	129 bcd	38 c	32 d-g	93 def
239	154 cd	76 d-h	68 abc	13 g	78 ef
244	271 a-d	130 bcd	90 a	56 a-e	137 ab
256	163 cd	198 a	96 a	60 a-d	129 a-d
272	175 cd	77 d-h	72 abc	17 fg	85 ef
281	157 cd	109 b-g	41 c	28 efg	84 ef
314	137 d	115 b-g	86 a	40 c-g	94 c-f
395	234 bcd	89 c-h	88 a	46 b-f	114 a-f
396	211 cd	46 h	42 bc	44 b-g	86 ef
Elkoca-05	176 cd	49 h	40 c	34 d-g	75 f
Kantar-05	137 d	79 c-h	75 abc	72 ab	91 def
Ortalama	233 a	100 b	65 c	44 d	
LSD	161**	59**	41**	32**	42**

LSD tuz=19; LSD tuz x genotip=84

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

4.2.7. Tuza tolerans yüzdesi

Farklı dozlardaki NaCl uygulamalarının fasulye genotiplerinin tuza tolerans yüzdesi üzerindeki etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.25’de, genotiplerin farklı tuz seviyelerindeki tolerans yüzdeleri ise Çizelge 4.26’da sunulmuştur.

Çizelge 4.25’deki varyans analizi sonuçlarının incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, tuza tolerans yüzdesi üzerine farklı NaCl dozlarının ve genotiplerin önemli etkide bulunduğu; ayrıca, tuz x genotip interaksyonunun da önemli olduğu ortaya konulmuştur.

Çizelge 4.25. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Tuza Toleranslarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Tuz	2	1804.4	131.6**
Genotip	19	158.2	11.5**
Tuz x Genotip	38	38.1	2.8**
Hata	120	13.7	

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

Uygulanan NaCl miktarındaki artışa bağlı olarak tuza tolerans önemli seviyede azalmış; 60 mM NaCl dozunda genotipler ortalama olarak kontroldeki ağırlıklarının %32.7’si kadar sürgün kuru ağırlığı üretirken, bu değer 120 ve 180 mM NaCl dozlarında çok önemli azalışla %23.4 ve %16.9’a gerilmiştir (Çizelge 4.26).

NaCl dozlarının ortalaması dikkate alındığında, genotiplerin tuza toleransları %18.1 (Elkoca-05) ile %41.3 (kayıt no 3) arasında olmak üzere çok önemli bir varyasyon göstermiştir. Çizelge 4.26’nın incelenmesinden de görüleceği üzere, Elkoca-05 çeşidi ile 3, 38, 138, 186 ve 239 nolu genotiplerin tuza toleransları %17.8 ile %19.1 arasında

değişmiş ve tuza oldukça hassas oldukları belirlenmiştir. Kullanılan genotiplerden yedi tanesinin tuza toleransları ise %20.3 ile %24.9 arasında değişmiş ve bu genotipler de en hassas bulunan genotiplerle istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almışlardır (Çizelge 4.26). Geriye kalan Kantar-05 çeşidi ile 3, 126, 135, 256, 314 ve 395 nolu genotiplerde tuza tolerans yüzdesi %25.8 ile %41.3 arasında yer almış ve bu çeşit/genotiplerin tuza toleransları diğerlerinden önemli seviyede yüksek bulunmuştur. Ancak, genotiplerin tuza toleransları artan tuz seviyelerine bağlı olarak farklılık göstermiş ve özellikle düşük tuz seviyelerine diğer genotiplerden daha fazla tolerans gösteren bazı genotipler bu özelliklerini yüksek tuz seviyelerinde devam ettirememişlerdir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Fasulye Genotiplerinin Farklı NaCl Konsantrasyonlarındaki Tuza Toleransları (%)

Genotip	NaCl Konsantrasyonları			
	60 mM	120 mM	180 mM	Ortalama
3	49.7 (44.8 a)⁺	40.0 (39.2 a)	34.3 (35.6 a)	41.3 (40.0 a)
38	20.8 (27.1 e)	19.0 (25.8 cde)	17.4 (24.7 c-g)	19.1 (25.9 f)
43	32.6 (34.8 b-e)	14.0 (22.0 e)	9.9 (18.3 ghi)	18.8 (25.7 f)
84	25.6 (30.4 cde)	21.5 (27.6 cde)	18.2 (25.3 b-f)	21.8 (27.8 def)
126	37.1 (37.5 a-d)	34.8 (36.2 ab)	27.3 (31.5 ab)	33.1 (35.1 b)
135	35.4 (36.5 a-d)	25.7 (30.5 b-e)	23.6 (29.1 a-d)	28.2 (32.1 bcd)
138	24.9 (29.9 de)	16.5 (24.0 de)	14.6 (22.5 d-h)	18.7 (25.6 f)
155	46.5 (43.0 ab)	14.4 (22.3 e)	13.7 (21.7 e-h)	24.9 (29.9 c-f)
186	27.6 (31.7 cde)	14.9 (22.7 e)	11.0 (19.4 fgh)	17.8 (25.0 f)
193	33.9 (35.6 a-e)	23.4 (28.9 b-e)	10.8 (19.2 fgh)	22.7 (28.5 def)
239	26.8 (31.2 cde)	25.7 (30.5 b-e)	4.1 (11.7 i)	18.9 (25.8 f)
244	29.9 (33.2 cde)	19.5 (26.2 cde)	12.2 (20.4 fgh)	20.5 (26.9 ef)
256	39.8 (39.1 abc)	27.8 (31.8 a-d)	26.1 (30.7 abc)	31.2 (34.0 b)
272	33.7 (35.5 a-e)	29.6 (33.0 abc)	9.2 (17.7 hi)	24.2 (29.5 c-f)
281	37.3 (37.6 a-d)	19.2 (26.0 cde)	12.1 (20.4 e-h)	22.9 (28.6 def)
314	33.4 (35.3 a-e)	23.4 (28.9 b-e)	20.7 (27.1 b-e)	25.8 (30.5 b-e)

395	37.1 (37.5 a-d)	29.7 (33.0 abc)	18.9 (25.8 b-f)	28.6 (32.3 bcd)
396	23.0 (28.7 de)	22.4 (28.3 b-e)	15.4 (23.1 d-h)	20.3 (26.8 ef)
Elkoca-05	25.2 (30.1 cde)	17.4 (24.7cde)	11.7 (20.0 fgh)	18.1 (25.2 f)
Kantar-05	34.6 (36.0 a-d)	29.3 (32.8 abc)	27.2 (31.4 ab)	30.4 (33.5 bc)
Ortalama	32.7 (34.9 a)	23.4 (28.9 b)	16.9 (24.3 c)	
LSD	9.2**	8.5**	6.8**	4.6**

LSD (transforme edilmiş değerlere ait) tuz=1.8; LSD tuz x genotip=7.9

+ Parantez içindekiler transforme edilmiş değerlerdir.

** %1 ihtimal seviyesinde önemli.

En düşük tuz seviyesi olan 60 mM NaCl uygulamasında %46.5 ve %37.3 ile tuza toleransı en yüksek grup içerisinde yer alan sırasıyla 155 ve 281 nolu genotiplerin 120 ve 180 mM NaCl uygulamalarında bunun tam tersi olarak, tuza en fazla hassasiyet gösteren grup içerisinde yer aldıkları belirlenmiştir. Diğer taraftan, Kantar-05 çeşidi ile 3, 126 ve 256 nolu genotipler bütün tuz seviyelerinde istikrarlı bir şekilde yüksek tolerans yüzdeleri ile ön plana çıkmışlardır. Özellikle 3 nolu genotip her üç tuz seviyesinde de en yüksek tuza tolerans değerlerine sahip oluşuyla oldukça dikkat çekici bulunmuştur (Çizelge 4.26).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Diğer türlerle kıyaslandığında, baklagiller tuzluluğa en hassas grup içerisinde yer almakta ve sulu alanlarda yetiştirilen fasulyenin tuzluluğa en hassas bitki türlerinden birisi olduğu bilinmektedir (Abbas *et al.* 1991; Ashraf 1994). Bu nedenle, fasulye yetiştiriciliğinde sık sık tuzluluk problemi ile karşılaşmakta ve verim olumsuz yönde etkilenmektedir. Fasulyenin tuza bu denli hassas olması tuza toleranslı genotiplerin belirlenmesini gerekli kılmaktadır.

Çimlenme ve fide gelişimi bitkinin toplam yaşam döngüsü içerisinde en kritik dönem olup (Blum 1985), bitkiler genelde tuzluğa bu dönemde ileriki dönemlerine kıyasla daha fazla duyarlılık göstermektedirler (Ashraf *et al.* 1986). Çimlenme ve fide döneminde tuzluluğa gösterilen tepki ile ileriki dönemde gösterilecek tepki arasında olumlu bir ilişki bulunmakta (Allen *et al.* 1986) ve dolayısıyla bitkilerin ileriki dönemlerinde tuzluluğa gösterecekleri tepkinin tahmininde çimlenme ve fide gelişimi devresindeki toleranslarının kullanılabilceği bildirilmektedir (Blum 1985; Allen *et al.* 1986).

5.1. Çimlendirme Denemesi

Çimlenme devresindeki tuza tolerans, bitkilerin tuza dayanıklılığının ilk işareti olduğundan tuzlu ortamda yapılan çimlendirme testleri ile fazla sayıda genotipin dayanıklılığı test edilebilmektedir (Norlyn and Epstein 1984; Elkoca 1997; Elkoca vd 2003). Çimlenmedeki genotipik farklılıklar tuza dayanıklılığın belirlenmesinde oldukça önemlidir (Saxena *et al.* 1994). Bu nedenle tuzlu ortamdaki çimlendirme testleri, tuzluluğa dayanıklılığı hızlı bir şekilde belirlemek amacıyla geniş ölçüde kullanılmaktadır (Kantar ve Elkoca 1998). Nitekim tuzlu ortamda tohum çimlenmesinin fasulye (Goertz and Coons 1989; Güvenç ve Kantar 1996; Elkoca 1997; Bayuelo-Jimenez *et al.* 2002a; Elkoca vd 2003), mercimek (Jana and Slinkard 1976), nohut (Chandra 1980), sorgum (Esechie 1994), ekmeklik buğday (Kırtok vd 1994), farklı sebze (Cucci *et al.* 1994; Yıldırım ve Güvenç 2006) ve *Brassica* türlerinde (Kaya vd 2005) tuzluluğa dayanıklı genotiplerin belirlenmesi amacıyla önemli bir seleksiyon kriteri olarak başarılı bir şekilde kullanıldığı rapor edilmektedir.

Çözeltideki tuzlar, suyun osmotik basıncını yükselterek tohumlar tarafından alınmasını engellemekte veya Na^+ ve Cl^- gibi iyonların toksik etkisinden dolayı çimlenmeyi olumsuz yönde etkilemektedir (Essa 2002; Sadeghian and Yavari 2004). Araştırmamızda da, artan NaCl dozları fasulye tohumlarının daha düşük oranda ve daha yavaş çimlenmesine neden olmuştur. Genotiplerin ortalaması olarak kontrolde %94.6 olan çimlenme oranı 60, 120, 180 ve 240 mM NaCl uygulamalarında sırasıyla %92.7, %88.5, %83.3 ve %70.4 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.1 ve Çizelge 4.2). Diğer taraftan genotipler kontrolde ortalama olarak 3.35 günde çimlenirken, artan NaCl dozları ortalama çimlenme zamanını önemli seviyede geciktirerek 60, 120, 180 ve 240 mM NaCl uygulamalarında sırasıyla 4.02, 4.45, 4.81 ve 5.79 güne uzamasına neden olmuştur (Şekil 4.6 ve Çizelge 4.8). Bulgularımıza paralel olarak, yapılan pek çok araştırmada artan tuzluluk şartlarında fasulye ve diğer türlerde tohum çimlenmesinin ozmotik etkiye bağlı olarak gittikçe azaldığı ve çimlenme süresinin uzadığı rapor edilmiştir (Goertz and Coons 1989; Güvenç ve Kantar 1996; Özdemir ve Engin 1994; Esechie 1994; Kırtok vd 1994; Kaya vd 2005).

Aynı türe giren çeşit/genotiplerin tuzlu ortamdaki çimlenme performansları arasında önemli farklar yer almakta ve bu durum çimlenme döneminde tuza dayanıklı genotiplerin belirlenmesine imkan sağlamaktadır (Goertz and Coons 1989, 1991; Elkoca 1997; Elkoca vd 2003). Nitekim araştırmamızda da tuz uygulamalarının ortalaması dikkate alındığında çimlenme oranı (Çizelge 4.2), çimlenme hızı (Çizelge 4.4), ortalama çimlenme zamanı (Çizelge 4.8) ve hesaplanan hassaslık indeksi değerleri (Çizelge 4.11) bakımından kullanılan genotipler arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Ancak, genotipler çimlenme aşamasında incelenen bütün parametreler bakımından tuz uygulamalarına farklı tepki göstermişler ve bunun sonucunda tuz x genotip interaksyonu önemli bulunmuştur. Benzer interaksyonun varlığı diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Elkoca 1997; Elkoca vd 2003; Yıldırım ve Güvenç 2006). Bu bulgu, genotiplerin belli bir tuz seviyesinde göstermiş oldukları dayanıklılığı artan tuz seviyelerinde koruyamayabileceğini ifade etmektedir.

Tuza hassasiyet bakımından çimlenme aşamasındaki genotipik farklılıklar yüksek tuz seviyelerinde (özellikle 180 ve 240 mM NaCl) çok daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır (Şekil 4.2 ve Şekil 4.7). Bu durumu açıklığa kavuşturmak ve artan tuz seviyelerinin genotiplerin çimlenme performanslarında neden olduğu değişimler hakkında daha detaylı bilgi elde etmek amacıyla, genotiplerin farklı tuz seviyelerindeki çimlenme hızları (Çizelge 4.6), ortalama çimlenme zamanları (Çizelge 4.9) ve hassaslık indeksleri arasında (Çizelge 4.12) korelasyon katsayıları hesaplanmış ve bu ilişkiler ayrıca grafik olarak ta ifade edilmiştir (Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.8). İlgili çizelge ve grafiklerden de görüleceği üzere, kontrol ve düşük tuz seviyeleri arasında yüksek olan korelasyon katsayıları tuz seviyesindeki artışla birlikte azalmış ve bu azalış özellikle en yüksek tuz seviyesi olan 240 mM NaCl dozunda çok daha belirgin olmuştur. Artan tuz seviyelerine bağlı olarak korelasyon katsayılarında ortaya çıkan bu değişim, genotiplerin düşük tuz seviyelerindeki çimlenme performanslarına bakarak daha yüksek tuz seviyelerindeki performansları hakkında sağlıklı bir kanıya varmanın doğru olmayacağını

göstermektedir. Diğer bir ifadeyle bu bulgular, düşük tuz seviyelerinde yüksek performans gösteren bazı genotiplerin daha yüksek tuz seviyelerinde bu özelliklerini devam ettiremeyebileceğini ve dolayısıyla genotiplerin tuzlu şartlardaki gerçek performanslarının ortaya konulabilmesi için yüksek tuz konsantrasyonlarının da mutlaka denenmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Çimlendirme denemesinde 20 çeşit/genotip (Kayıt no 3, 38, 43, 84, 126, 135, 138, 155, 186, 193, 239, 244, 256, 272, 281, 314, 395, 396, Kantar-05 ve Elkoca-05) test edilen bütün tuz seviyelerinde istikrarlı olarak yüksek çimlenme oranına sahip olmuştur (Çizelge 4.2). Bu çeşit/genotiplerin çimlenme oranları 60 mM NaCl uygulamasında %90.0-%100, 120 mM NaCl uygulamasında %83.3-%98.3, 180 mM NaCl uygulamasında %79.7-%95.0 ve 240 mM NaCl uygulamasında ise %70.0-%91.7 arasında değişim göstermiş (Çizelge 4.2) ve bu genotipler bütün tuzluluk seviyelerinde yüksek çimlenme oranına sahip olmalarıyla ön plana çıkmışlardır. Dolayısıyla, çimlendirme testleri sonucunda ümitvar bulunan bu 20 çeşit/genotip sera denemeleri için seçilmiştir.

5.2. Sera Denemesi

Tuzluluğun, toprak çözeltisinin osmotik basıncı üzerindeki etkisi çok önemli bir sorun olup, suyun elverişliliğini düşürmektedir. Tarla şartlarında yeterli su verilse bile, yüksek tuzun meydana getirdiği fizyolojik kuraklık sonucu bitkilerde solma ortaya çıkmaktadır (Goertz and Coons 1989, 1991; Esehie 1994). Hücre büyümesi turgor basıncı ile çok yakından ilişkili olup, tuzluluk toprak çözeltisinin osmotik potansiyelini artırarak hücrelerin turgor basıncını azaltmakta ve bitki gelişmesini engellemektedir (Ashraf, 1994). Tuzluluk, bitkilerde osmotik etkilere ilave olarak iyonların toksik etkileri yoluyla da zarar yapabilmektedir. Fasulye (Salim 1989), soya (Essa 2002), mısır (Taban vd 1999) ve nohut (Özcan vd 1999) gibi pek çok bitki türünde, özellikle Na⁺ ve Cl⁻ olmak

üzere, tuzlu şartlarda alınan iyon miktarına bağlı olarak bitki gelişmesinde azalmalar meydana gelmektedir. Bunlara ilave olarak, NaCl gerek fasulye (Seemann ve Critchley, 1985), gerekse diğer bitki türlerinde (Khavari-Nejad and Chaparzadeh 1998) bir taraftan fotosentezi azaltırken diğer taraftan solunumu artırmakta ve bunun sonucunda net fotosentez oranı ve buna bağlı olarak bitki gelişimi gerilemektedir.

Yukarıdaki etkilerin bir sonucu olarak, tuzluluğa en hassas bitki türlerinden biri olan fasulyede toprak üstü ve toprak altı biomas üretimi tuzluluk miktarındaki artışa bağlı olarak azalmaktadır (Wagenet *et al.* 1983; Seemann and Critchley 1985; Neumann *et al.* 1988; Cachorro *et al.* 1994; Demir ve Demir 1996; Elkoca 1997). Bu çalışmada da tuz miktarındaki artışa bağlı olarak sera denemesinde test edilen genotiplerin sürgün ve kök uzunlukları kısalmış, sürgün-kök yaş ve kuru ağırlıkları önemli seviyede azalmıştır. En düşük tuz seviyesi olan 60 mM NaCl uygulamasında dahi sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru ağırlığında, genotiplerin ortalaması olarak, kontrole kıyasla sırasıyla %78, %18, %67 ve %57 oranında azalış meydana gelmiştir. Benzer şekilde Ayoub (1974), dokuz fasulye varyetesi kullanarak yürüttüğü bir çalışmada, 40 mM NaCl uygulamasının fasulyede bitki gelişimini kontrole kıyasla varyetelere göre %32 ile %75 arasında olmak üzere önemli seviyede azalttığını rapor etmiştir. Diğer taraftan bu çalışma, 240 mM NaCl seviyesinin fasulye için oldukça zararlı olduğunu ve tuz bu seviyesinde genotiplerin tamamının ölerek bitkisel üretim gerçekleştirmediğini ortaya koymuştur (Şekil 4.15).

Çalışmada, kök uzunluğu hariç, incelenen bütün parametreler bakımından genotipler arasında önemli farklılıklar meydana gelmiş ve genotiplerin tuz uygulamalarına birbirinden farklı tepki gösterdikleri belirlenmiştir. Kullanılan genotiplerin sürgün uzunlukları, sürgün yaş ve kuru ağırlıkları ile kök kuru ağırlıkları tuzlulukta artışa bağlı olarak birbirinden farklı oranlarda olmak üzere azalmıştır. Her üç tuz seviyesinde de (60, 120 ve 180 mM NaCl) en yüksek sürgün uzunluğu, sürgün yaş ve kuru ağırlık değerleri 126, 256 ve 314 nolu genotiplerde belirlenmiştir (Çizelge 4.14 ve Çizelge

4.18). Diğer taraftan özellikle 3, 38, 126, 244 ve 256 nolu genotipler ise yüksek kök yaş ve kuru ağırlığı değerleri ile dikkat çekici bulunmuşlardır (Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.24). Benzer şekilde, tuzlu şartlarda sürgün ve kök gelişimi açısından genotipler arasında önemli farklılıkların bulunduğu; bu nedenle, tuzlu ortamda kök ve sürgün gelişmesi dikkate alınarak tuza toleranslı genotiplerin başarılı bir şekilde belirlenebildiğine dair çok sayıda araştırma sonucu rapor edilmiştir (Ayoub 1974; Pesserakli 1991; Ashraf 1994; Elkoca 1997; Eker vd 2006; Atak vd 2006; Day vd 2008; Karakullukçu ve Adak 2008; Yıldırım vd 2008).

Tuzlu şartların neden olduğu fizyolojik kuraklığın bir sonucu olarak, bitkiler yeterli miktarda su alamamakta (Goertz and Coons 1989, 1991; Esechie 1994) ve hücre turgor basıncı azalarak bitki gelişmesi sınırlanmaktadır (Ashraf 1994). Dolayısıyla yukarıdaki genotiplerin her üç tuz seviyesinde de yüksek sürgün uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlığına sahip olmaları, tuzlu şartlarda suyu etkin bir şekilde alabildiklerini ve diğer genotiplere nazaran fizyolojik kuraklıktan daha az etkilendiklerini göstermektedir.

Fasulye ve diğer pek çok bitki türü, tuzlu şartlarda aldıkları Na^+ ve Cl^- iyonlarını kök, gövde ve yapraklarda biriktirmekte, bitki gelişmesi Na^+ ve Cl^- birikimine bağlı olarak önemli ölçüde gerilemektedir (Ayoub 1974; Salim 1989; Essa 2002; Misra and Dwivedi 2004). Ancak, tuzlu şartlarda yetiştirilen gerek fasulye, gerekse diğer türlerde genotiplerin kök, gövde ve yapraklarında biriktirdikleri Na^+ ve Cl^- miktarının birbirinden farklı olduğu ve buna bağlı olarak, tuzlu şartlarda genotiplerin kök ve sürgün gelişimleri arasında önemli farkların ortaya çıktığı bildirilmektedir (Ayoub 1974; Özcan vd 1999; Taban vd 1999; Eker vd 2006). Dolayısıyla tuzlu şartlarda sürgün ve kök gelişimi iyi olduğu belirlenen yukarıdaki genotiplerin diğer genotiplere nazaran dokularında daha az iyon biriktirdikleri ve/veya iyonlara tolerans hususunda daha üstün performans gösterdikleri söylenebilir. Bu genotiplerdeki tuza tolerans mekanizmasının daha net bir şekilde anlaşılabilmesi için bu genotipler kullanılarak yapılacak ileriki çalışmalarda bitki analizlerinin yapılması faydalı olacaktır.

Tuzlu şartların bitki gelişiminde kontrole kıyasla neden olduğu azalış oranları tuza toleransı yüksek genotiplerin belirlenmesinde başarılı bir kriter olarak kullanılmaktadır (Elkoca 1997; Karakullukçu ve Adak 2008). Bu çalışmada da kontrole kıyasla bitki kuru ağırlığında ortaya çıkan azalış oranları dikkate alınarak genotiplerin tuza tolerans yüzdeleri hesaplanmış ve özellikle 3 nolu genotip başta olmak üzere 126, 135, 256, 314 ve 395 nolu genotipler ile Kantar-05 çeşidinin her üç tuz seviyesinde de tuza en toleranslı genotipler olduğu belirlenmiştir. Ancak, tuzluluğun etkisi toprak ve iklim faktörlerine bağlı olarak farklılık gösterebilmekte (Saxena *et al.* 1994) ve bunun sonucunda kontrollü şartlarda dayanıklı olduğu belirlenen bazı genotipler tarla şartlarında aynı performansı gösterememektedirler. Bu nedenle, kontrollü şartlarda tuza dayanıklı olduğu belirlenen bu genotiplerin bir sonraki aşamada tarla şartlarına aktarılarak tuz kompozisyonu ayarlanmış ya da belirlenmiş olan küçük parsellerde test edilmesi (Chandra 1980) oldukça faydalı olacaktır.



Şekil 4.15. Farklı NaCl Dozlarının Uygulandığı Sera Denemesinden Genel Bir Görüntü

5.3 SONUÇ

Sulu alanlarda yetiştirilen fasulyenin tuzluluğa en hassas bitki türleri arasında yer alması, tuza dayanıklı fasulye genotiplerinin belirlenmesini gerekli kılmaktadır. Bu amaca yönelik olarak bu çalışmada, Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden toplanan fasulye genotiplerinin çimlenme ve fide gelişimi dönemlerindeki tuza dayanıklılıkları test edilerek ümitvar genotipler belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilir:

Tuz (NaCl) uygulaması çimlendirme denemesinde bir taraftan fasulye tohumlarının çimlenme oranını azaltırken, diğer taraftan tohumların daha yavaş çimlenmesine neden olmak suretiyle ortalama çimlenme süresinin önemli seviyede uzamasına neden olmuştur. Sera denemesinde ise tuz uygulamasına bağlı olarak bitki boyu, kök ve sürgün ağırlığında önemli azalışlar ortaya çıkmıştır. Araştırmada en düşük tuz seviyesi olan 60 mM NaCl uygulaması dahi bitki gelişiminde önemli azalmalara sebep olurken, 240 mM NaCl seviyesi çok önemli zarara neden olmuş ve tuz bu seviyesinde genotiplerin tamamı ölererek bitkisel üretim gerçekleştirememiştir.

Genotipler tuz uygulamasından farklı şekilde etkilenmiş ve tuzlu şartlarda gerek tohum çimlenmesi, gerekse kök ve sürgün gelişimi bakımından genotipler arasında tuza toleranslı olanların seleksiyonuna imkan sağlayacak önemli varyasyonun bulunduğu belirlenmiştir.

Çimlendirme denemesinde yer alan 40 çeşit/genotipten 20 tanesi (Kayıt no 3, 38, 43, 84, 126, 135, 138, 155, 186, 193, 239, 244, 256, 272, 281, 314, 395, 396, Kantar-05 ve Elkoca-05) test edilen bütün tuz seviyelerinde yüksek çimlenme oranına sahip olmuş ve sera denemeleri için seçilmişlerdir. Sera denemesi için seçilen genotiplerin kök ve

sürgün gelişimleri arasında da önemli varyasyonun bulunduğu saptanmıştır. Tuz uygulamalarının genotiplerin bitki kuru ağırlıklarında kontrole kıyasla neden olduğu azalış oranları dikkate alındığında, özellikle 3 nolu genotip başta olmak üzere 126, 135, 256, 314 ve 395 nolu genotipler ile Kantar-05 çeşidinin her üç tuz seviyesinde de (60, 120 ve 180 mM NaCl) tuza en toleranslı genotipler olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Abbas, M.A., Younis M.E. and Shukry W.M., 1991. Plant growth, metabolism and adaptation in relation to stress conditions. XIV. Effect to salinity on the internal solute concentrations in *Phaseolus vulgaris*. Journal of Plant Physiology, 138, 722-727.
- Allen, S.G., Dobrenz, A.K. and Bartels, P.G., 1986. Physiological response of salt tolerant and nontolerant alfalfa to salinity during germination. Crop Science, 26, 1004-1008.
- Alpaslan, M., Günes, A. and Taban, S., 1999. Salinity resistance of certain rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Turkish Journal of Biology 23, 499-506.
- Ashraf, M., 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Science, 13,17-42.
- Ashraf, M. Mc Neilly, T. and Bradshaw, A.D., 1986, The potential for evaluation of salt (NaCl) tolerance of seven grass species. New Phytol. 103, 299-309.
- Atak, M., Kaya, M.D., Kaya, G., Çıkılı, Y. And Çiftçi, C.Y., 2006. Effects of NaCl on the germination, seedling growth and water uptake of triticale. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 30, 39-47.
- Ayoub, A.T. and Ishag, H.M., 1974. Sodium toxicity and cation imbalance in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agricultural Science, 82, 339-342.
- Bağcı, S.A., Ekiz, H. And Yılmaz, A., 2003. Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27, 253-260.
- Bayuelo-Jimenez, J.S., Craig, R. and Lynch, J.P., 2002a. Salinity tolerance of *Phaseolus* species during germination and early seedling growth. Crop Science, 42, 1584-1594.
- Bayuelo-Jimenez, J.S., Debouck, D.G. and Lynch, J.P., 2002b. Salinity tolerance in *Phaseolus* species during early vegetative growth. Crop Science 42, 2184–2192.
- Blum, M., 1985. Breeding crop varieties for stress environments. CRC Critical Rew. Plant Sci, 2, 199-238.
- Bouhmouch, I., Souad-Mouhsine, B., Brhada, F. and Aurag, J., 2005. Influence of host cultivars and *Rhizobium* species on the growth and symbiotic performance of *Phaseolus vulgaris* under salt stres. Journal of Plant Physiology, 162, 1103-1113.
- Brignoli, E. and Lauteri, M., 1991. Effects of salinity on stomatal conductance, photosynthetic capacity, and carbon isotope discrimination of salt-tolerant (*Gossipium hirsutum* L.) and salt-sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C₃ non-halophytes. Plant Physiology, 95, 635-638.

- Cachorro, P., Ortiz A. and Cerda A. 1994. Implications of calcium nutrition on the response of *Phaseolus vulgaris* L. to salinity. *Plant and Soil*, 159, 205-212.
- Chandra, S., 1980. In: Proceedings of the International Workshop on Chickpea Improvement (J.M. Green, Y.L. Nene and J.B. Smithson, Eds.). ICRISAT, India, pp. 97-105.
- Cucci, G., De Caro, A., Ciciretti, L. and Leoni, B., 1994, Salinity and seed germination of some vegetable crops. *Acta Horticulturae*, 362, 305-308.
- Day, S., Kaya, M.D. ve Kolsarıcı, Ö., 2008. Bazı çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genotiplerinin çimlenmesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (3), 230-236.
- Demir, İ. ve Demir, K., 1996. Farklı tuz konsantrasyonlarının beş değişik fasulye çeşidinde çimlenme, çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri. GAP 1. Sebze Tarımı Sempozyumu, 7-12 Mayıs 1996, Şanlıurfa, s. 335-342.
- Eker, S., Cömertpay, G., Konuşkan, Ö., Ülger, A.C., Öztürk, L. ve Çakmak, İ., 2006. Effect of salinity stress on dry matter production and ion accumulation in hybrid maize varieties. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30, 365-373.
- Elkoca, E. 1997. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)’de Tuza Dayanıklılık Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Elkoca, E., Kantar, F. ve Güvenç, İ., 2003. Değişik NaCl konsantrasyonlarının kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme ve fide gelişmesine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (1), 1-8.
- Epstein, E., 1985. Salt-tolerant crops: origin, development, and prospects of the concept. *Plant and Soil*, 89, 187-198.
- Esechie, H.A., 1994. Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum. *J.Agron. and Crop Sci.*, 172, 194-199.
- Esechie, H.A., Al-Saidi, A. and Al-Khanjari, S., 2002. Effect of sodium chloride salinity on seedling emergence in chickpea. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188, 155-160.
- Essa, T.A., 2002. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. *Agronomy and Crop Science*, 188, 86-93.
- Foolad, M.R. and Lin, G.Y. 1997. Genetic potential for salt tolerance during germination in *Lycopersicon* species. *HortScience*, 32, 296-300.
- Frota, J.N.E. and Tucker, T.C. 1978. Salt and water stress influences nitrogen metabolism in red kidney beans. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 743-746.
- Goertz, S.H. and Coons, J.M., 1989. Germination response of tepary and navy beans to sodium chloride and temperature *Hortscience*, 24 (6), 923-925.
- Goertz, S.H. and Coons, J.M., 1991. Tolerance of tepary and navy beans to NaCl during germination and emergence. *Hortscience*, 26, 246-249.
- Güvenç, İ. ve Kantar, F. 1996. Tuza dayanıklı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin belirlenmesi. *S.Ü. Ziraat Fak. Derg.*, 9(11), 144-153.

- Hashim, Z.N. and Campbell, W.F., 1988. Salinity stress-induced proteins in legume seedlings. *Hortscience*, 23(3), 831.
- Jamil, M., Lee, C.C., Rehman, S.U., Lee, D.B., Ashraf, M. And Rha, E.S., 2005. Salinity (NaCl) tolerance of *Brassica* species at germination and early seedling growth. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry* 4(4), 970-976.
- Jana, M.K. and Slinkard, A.E., 1976; Screening for salt tolerance in lentil. *Lens Newsletter*, 6, 5-27.
- Kanber, R. ve Ünlü, M., 2008. Türkiye’de sulama ve drenaj sorunları: genel bakış. T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, DSİ VI. Bölge Müdürlüğü. 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci, DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları, Sulama – Drenaj Konferansı, 10-11 Nisan 2008, Adana, s.1-45.
- Kantar, F. ve Elkoca, E., 1998. Kültür bitkilerinde tuza dayanıklılık. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 163-174.
- Karakullukçu, E. ve Adak, M.S., 2008. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (4), 313-319.
- Kawasaki, T., Akiba, T. and Moritsugu, M., 1983. Effects of high concentrations of sodium chloride and polyethylene glycol on the growth and ion absorption in plants. I. Water culture experiments in a greenhouse. *Plant and Soil*, 75, 75-85.
- Kaya, M.D., Kaya, G. Ve Kolsarıcı, Ö., 2005. Bazı *Brassica* türlerinin çimlenme ve çıkışı üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi* 11 (4), 448-452.
- Khalid, M.N., Iqbal, H.F., Tahir, A., Ahmad. and A.N., 2001. Germination potential of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) under saline conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4 (4), 395-396.
- Khavari-Nejad, R.A. and Chaparzadeh, N., 1998. The effects of NaCl and CaCl₂ on photosynthesis and growth of alfalfa plants. *Photosynthetica*, 35 (3), 461-466.
- Kocaçalışkan, İ. ve K. Kabar, 1990. Effects of salinity on polyphenol oxidase during seed germination. *Doğa Botanik Dergisi*, 15, 41-49.
- Kırtok, Y., Veli, S., Tükel, S., Düzenli, S. and Kılınç, M., 1994, Evaluation of salinity stress on germination characteristics and seedling growth of 3 bread wheats (*Triticum aestivum* L.). *Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-29 Nisan 1994, Cilt I, *Agronomi Bildirileri*. E.Ü. Zir. Fak. Ofset Basımevi, pp.56-61.
- Lauchli, A. and E. Epstein, 1990. Mechanisms of salt tolerance in plants. *Calif. Agric.*, 38, 18-23.
- Misra, N., Dwivedi, U.N., 2004. Genotypic difference in salinity tolerance of green gram cultivars. *Plant Science* 166, 1135-1142.
- Mohammed, A.H.M.A., 2007. Physiological aspects of mungbean plant (*Vigna radiata* L.wilczek) in response to salt Stress and gibberellic acid treatment. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 3(4), 200-213.
- Montgomery, D.C. 2001. *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley and Sons Inc, New York, USA, 684 p.
- Murillo Amador, B., Troyo Dieguez, E., Lopez Cortes, A., Jones, H.G., Ayala Chairez, F. and Tinoco Ojanguren, C., 2001. Salt tolerance of cowpea genotypes in the emergence stage. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41, 81-88.

- Murillo-Amador, B., Lopez-Aguilar, R. Kaya, C, Larrinaga-Mayoral, J. Flores-Hernandez. A. 2002. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *J. Agronomy and Crop Science*, 188, 235-247.
- Neumann, P.M., Volkenburgh, E.V., Cleland, R.E., 1988. Stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. *Plant Physiol.*, 88, 233-237.
- Norlyn, S.D. and Epstein, E., 1984, Variability of salt tolerance of four triticale lines at germination and emergence. *Crop Science*, 24, 1090-1092.
- Okçu, G., Kaya, M.D. and Atak, M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of Pea (*Pisum sativum* L.) *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29, 237-242.
- Özcan, H., Turan, and M.A. Taban. S. 1999. Tuz stresinde bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin gelişimi ve prolin, sodyum, klor, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarındaki değişimler. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 649-654.
- Özdemir, S., 2002. Yemelik Baklagiller. Hasat Yayıncılık, İstanbul, 142 s.
- Özdemir, S. ve Engin, M. 1994. Nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinin çimlenme ve fide büyümesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkisi. *Doğa Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 18, 323-328.
- Özdemir, S. ve Engin, M. 1995. Nohut bitkisinin bitki gelişimi ve simbiyotik sistemi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkisi. *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 19, 145-150.
- Pekşen, E. ve Artık, C., 2005. Antibesinsel maddeler ve yemelik tane baklagillerin besleyici değerleri. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 110-120.
- Pessarakli, M., 1991. Dry matter yield, nitrogen- 15 absorption, and water uptake by green bean under sodium chloride stress. *Crop Science*, 31, 1633-1640.
- Prisco, J.T. and O'Leary, J.W. 1972. Enhancement of intact bean leaf senescence by NaCl salinity. *Physiologia Plantarum*, 27, 95-100.
- Sadeghian, S. Y. And Yavari. N. 2004. Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*, 190, 138-144.
- Salim, M., 1989. Effects of NaCl and KCl salinity on growth and ionic relations of red kidney beans (*Phaseols vulgaris* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 163, 338-344.
- Saxena, N.P., Saxena, M.C. Ruckenbauer, P. Rana, R.S. El-Fouly, M.M. and Shabana, R. 1994. Screening techniques and sources of tolerance to salinity and mineral nutrient imbalances in cool season food legumes. *Euphytica*, 73: 85-93.
- Seemann J.R. and Critchley, C., 1985. Effects of salt stress on the growth, ion content, stomatal behaviour and photosynthetic capacity of a salt-sensitive species, *Phaseolus vulgaris* L. *Planta*, 164, 151-162.
- Szabolcs, I., 1994. Soils and salinization. pp. 3–11. *In* M. Pessarakli (ed.) *Handbook of plant and crop stress*. Marcel Dekker, New York.
- Şehirali, S., 1988. Yemelik Dane Baklagiller. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 1098, Ders Kitabı No: 314, Ankara.

- Taban, S., Güneş, A., Alpaslan, M. ve Özcan, H., 1999. Değişik mısır (*Zea Mays* L. Cvs.) çeşitlerinin tuz stresine duyarlılıkları. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23 Ek Sayı 3, 625-633.
- Taiz, L. and Zeiger, E. 1991. Stress physiology (Plant Physiology), The Benjamin/Cummings Pub. Con. Inc. California, pp. 363.
- Tejera, N.A., Campos, R., Sanjuan, J. and Lluch, C., 2005. Effect of sodium chloride on growth, nutrient accumulation, and nitrogen fixation of common bean plants in symbiosis with isogenic strains. Journal of Plant Nutrition, 28, 1907-1921.
- Wagenet, R.J., Rodriguez, R.R. Campbell W.F. and Turner, D.L. 1983. Fertilizer and salty water effects on phaseolus. Agronomy Journal, 75, 161-166.
- Yıldırım, E. and Güvenç, İ., 2006. Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 30, 347-353.
- Yıldırım, B., Yaşar, F., Özpay, T., Türközü, D. and Terzioğlu, Ö. and Tamkoç, A., 2008. Variations in response to salt stress among field pea genotypes (*Pisum sativum* sp. *arvense* L.). Journal of Animal and Veterinary Advances, 7(8), 907-910.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 1994. Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 697, Ziraat Fakültesi Yayın No: 305, Ders Kitapları Serisi No: 57, Erzurum, s 6.
- Yurtseven, E. ve Bozkurt, D.O., 1997. Sulama suyu kalitesi ve toprak nem düzeyinin marulda verim ve kaliteye etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 3 (2), 44-51.
- <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>, 28.01.2011

ÖZGEÇMİŞ

23.09.1983 Erzurum doğumluyum. İlkokul ,ortaokul ve lise eğitimimi Erzurum'da tamamladıktan sonra 2003 yılında Atatürk Üniversitesi Tarla Bitkileri giriş yaparak öğrenimimi tamamladım. Yine aynı bölüm'de 2007 yılında yüksek lisans eğitimime başladım. Kariyer hedefime bankacılık alanında devam etmekteyim.