

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

**BAZI TEK YILLIK ÇİM (*Lolium multiflorum* Lam.)
ÇEŞİTLERİNİN TUZ STRESİNE TEPKİLERİNİN
BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan
Emircan AKPARLAR**

**Danışman
Prof. Dr. Satı UZUN**

Yüksek Lisans

**Eylül 2023
KAYSERİ**

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

**BAZI TEK YILLIK ÇİM (*Lolium multiflorum* Lam.)
ÇEŞİTLERİNİN TUZ STRESİNE TEPKİLERİNİN
BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan
Emircan AKPARLAR**

**Danışman
Prof. Dr. Satı UZUN**

**Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
FYL-2022-11720 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Eylül 2023
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

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

Emircan AKPARLAR

İmza

“Bazı Tek Yıllık im (*Lolium multiflorum* Lam.) eřitlerinin Tuz Stresine Tepkilerinin Belirlenmesi” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez nerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Emircan AKPARLAR

İmza

Danışman

Prof. Dr. Satı UZUN

İmza

Tarla Bitkileri ABD Bařkanı

Prof. Dr. Satı UZUN

İmza

TEŞEKKÜR

Kıymetli zamanını ayırarak yüksek lisan tezimin bütün aşamalarında her türlü desteği veren, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Satı UZUN'a teőekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın sera kısmındaki çalışmaları için desteklerini esirgemeyen, Tarla Bitkileri Bölümü Doç. Dr. Hamdi ÖZAKTAN'a, Arş. Gör. Onur OKUMUŐ'a, Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yüksek Lisans ve Lisans Öğrencileri ile Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne teőekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmaları için desteklerini esirgemeyen, birçok konuda yardımına başvurduğum Arş. Gör. Onur OKUMUŐ'a ve Arş. Gör. Ahmet SAY'a teőekkürlerimi sunarım.

Emircan AKPARLAR

Eylül 2023, KAYSERİ

BAZI TEK YILLIK ÇİM (*Lolium multiflorum* Lam.) ÇEŞİTLERİNİN TUZ STRESİNE TEPKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Emircan AKPARLAR

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Eylül, 2023
Danışman: Prof. Dr. Satı UZUN

ÖZET

Bu araştırmada bazı tek yıllık çim çeşitlerinin tuz stresine tepkileri çimlendirme ve saksı denemeleri ile incelenmiştir. Denemede Grasslands Bill, Koga, Trinova ve Vivaro çeşitleri kullanılmıştır. Tuz dozları (NaCl) çimlendirme denemelerinde 0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m, saksı denemelerinde ise 0, 2.5, 5, 7.5 ve 10 dS/m olarak ayarlanmıştır. Çimlendirme denemeleri sonucunda çeşitlerin çimlenme yüzdeleri %81-100, ortalama çimlenme süreleri 3.36-7.43 gün, sürgün uzunlukları 4.0-11.12 cm, kök uzunlukları 3.48-11.29 cm, fide yaş ağırlıkları 34.60-66.30 mg ve fide kuru ağırlıkları ise 4.35-6.22 mg arasında değişim göstermiştir. Tuz stresi altında tek yıllık çim çeşitlerinin çimlenme yüzdelerinde önemli bir düşüş olmamış, ancak ortalama çimlenme süreleri uzamış, sürgün ve kök uzunlukları ile fide yaş ağırlıkları azalmıştır. Saksı denemeleri sonucunda çeşitlerin bitki boyları 26.44-52.11 cm, kardeş sayıları 7.08-17.73 adet, toprak üstü yaş ağırlıkları 13.16-33.77 g/bitki, toprak üstü kuru ağırlıkları 7.37-11.33 g/bitki, protein oranları %4.27-8.84, klorofil miktarları 34.97-45.17 SPAD değeri, Na⁺ miktarları 692-8421 mg/kg, K⁺ miktarları 16176-25606 mg/kg, SOD aktiviteleri 206-250 EU/g yaprak ve POD aktiviteleri 6700-12555 EU/g yaprak, prolin miktarları 4.807-8.922 mg/g, katalaz aktiviteleri 400-2466 EU/g yaprak arasında değişim göstermiştir. Genel olarak tuz stresi altında çeşitlerin bitki boylarının, kardeş sayılarının, toprak üstü yaş ve kuru ağırlıklarının azaldığı; protein oranlarının, klorofil miktarlarının (SPAD), Na⁺ miktarlarının, prolin miktarlarının ve katalaz aktivitelerinin ise arttığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tek yıllık çim, tuz stresi, mineral madde miktarı, antioksidan enzim aktivitesi

DETERMINATION OF RESPONSES OF SOME ANNUAL RYEGRASS (*Lolium multiflorum* Lam.) CULTIVARS TO SALT STRESS

Emircan AKPARLAR

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master Thesis, September, 2023

Supervisor: Prof. Dr. Sati UZUN

ABSTRACT

In this study, the responses of some annual ryegrass cultivars to salt stress were investigated by germination and pot experiments. Grasslands Bill, Koga, Trinova and Vivaro cultivars were used in the experiment. Salt doses (NaCl) were adjusted as 0, 5, 10, 15 and 20 dS/ in germination trials, and 0, 2.5, 5, 7.5 and 10 dS/m in pot trials. As a result of germination trials, germination percentages of the cultivars varied between 81-100%, mean germination times between 3.36-7.43 days, shoot lengths between 4.0-11.12 cm, root lengths between 3.48-11.29 cm, seedling fresh weights between 34.60-66.30 mg and seedling dry weights between 4.35-6.22 mg. There was no significant decrease in germination percentages among annual ryegrass cultivars under salt stress, but the mean germination times was prolonged, shoot and root lengths and seedling fresh weights decreased. As a result of pot trials, shoot lengths of cultivars varied between 26.44-52.11 cm, number of tillers between 7.08-17.73, above-ground fresh weights between 13.16-33.77 g/plant, above-ground dry weights between 7.37-11.33 g/plant, protein ratios between 4.27-8.84%, chlorophyll contents between 34.97-45.17 SPAD value, Na⁺ contents between 692-8421 mg/kg, K⁺ contents between 16176-25606 mg/kg, SOD activities between 206-250 EU/g leaf, POD activities between 6700-12555 EU/g leaf, proline contents between 4.807-8.922 mg/g and catalase activities between 400-2466 EU/g leaf. In general, it was determined that plant heights, number of tillers, above-ground fresh and dry weights of cultivars decreased; protein ratios, chlorophyll contents (SPAD), Na⁺ contents, proline contents and catalase activities increased under salt stress.

Keywords: Annual ryegrass, salinity stress, ion accumulation, antioxidant enzyme activity

İÇİNDEKİLER

BAZI TEK YILLIK ÇİM (*Lolium multiflorum* Lam.) ÇEŞİTLERİNİN TUZ STRESİNE TEPKİLERİNİN BELİRLENMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	iii
KABUL VE ONAY	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal.....	12
2.2. Yöntem	12
2.2.1. Çimlendirme Denemeleri	12
2.2.3. Çimlendirme denemelerinde verilerin elde edilmesi	15
2.2.4. Saksı denemelerinde verilerin elde edilmesi.....	16
2.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi.....	19

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Çimlendirme Denemeleri.....	20
3.1.1. Çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi.....	20
3.1.2. Sürgün ve kök uzunluğu.....	22

3.1.3. Fide yaş ve kuru ağırlığı	24
3.2. Saksı Denemeleri	26
3.2.1. Bitki Boyu ve Kardeş Sayısı	26
3.2.2. Toprak üstü yaş ve kuru ağırlık	28
3.2.3. Protein oranı ve klorofil miktarı (SPAD)	30
3.2.4. Na ⁺ ve K ⁺ miktarları	32
3.2.5. Süperoksit Dismutaz (SOD) ve Peroksidaz (POD) enzim aktiviteleri	34
3.2.6. Prolin ve Katalaz	37

4. BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Sonuç ve Öneriler	39
KAYNAKÇA	43
ÖZGEÇMİŞ	51

SİMGELER VE KISALTMALAR

μl	: Mikrolitre
μM	: Mikromolar
ADF	: Asit Deterjan Fiber
APX	: Askorbat Peroksidaz
Ca	: Kalsiyum
CaCl_2	: Kalsiyum Klorür
CAT	: Katalaz
cm	: Santimetre
Cu	: Bakır
dk	: Dakika
dS/m	: Desisimens-metre
EC	: Elektriksel İletkenlik
Fe	: Demir
g	: Gram
H_2O_2	: Hidrojen Peroksit
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
MDA	: Malondialdehit
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
mM	: Milimolar
Mn	: Mangan
N	: Azot
Na	: Sodyum
NaCl	: Sodyum Klorür
NBT	: Nitro Blue Tetrazolium
NDF	: Nötral Deterjan Fiber
$^{\circ}\text{C}$: Santigrat Derece
P	: Fosfor
P_2O_5	: Fosfor Pentaoksit

POD	: Peroksidaz
ROT	: Reaktif Oksijen Türleri
SAR	: Sodyum Adsorsiyon Oranı
sn	: Saniye
SOD	: Süperoksit Dismutaz
Zn	: Çinko



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	Denemede kullanılan tek yıllık çimi çeşitlerinin tescil/üretim izin bilgileri.....	12
Tablo 2.2.	Denemede kullanılan toprağın analiz sonuçları.....	14
Tablo 2.3.	Saksı denemesi sonucunda her uygulama için toprakların elektriksel iletkenlik değerleri	15
Tablo 3.1.	Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen bazı tek yıllık çim çeşitlerinin çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analizi tablosu	21
Tablo 3.2.	Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen tek yıllık çim çeşitlerinin çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi ortalamaları	22
Tablo 3.3.	Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen bazı tek yıllık çim çeşitlerinin sürgün ve kök uzunluğuna ilişkin varyans analizi tablosu	23
Tablo 3.4.	Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen tek yıllık çim çeşitlerinin sürgün ve kök uzunluğu ortalamaları	24
Tablo 3.5.	Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen tek yıllık çim çeşitlerinin fide yaş ve kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi tablosu	24
Tablo 3.6.	Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen tek yıllık çim çeşitlerinin fide yaş ve kuru ağırlığı ortalamaları	25
Tablo 3.7.	Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin bitki boyu ve kardeş sayısına ilişkin varyans analizi tablosu.....	27
Tablo 3.8.	Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin bitki boyu ve kardeş sayısı ortalamaları.....	28
Tablo 3.9.	Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin toprak üstü yaş ve kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi tablosu	29
Tablo 3.10.	Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin toprak üstü yaş ve kuru ağırlık ortalamaları (mg /sürgün)	30
Tablo 3.11.	Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinde protein oranı ve klorofil içeriğine ilişkin varyans analizi tablosu.....	31
Tablo 3.12.	Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin protein oranı ve klorofil miktarları.....	32

Tablo 3.13. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin kuru maddede Na ⁺ ve K ⁺ miktarına ilişkin varyans analizi tablosu.....	33
Tablo 3.14. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin kuru madde de Na ⁺ ve K ⁺ miktarları (mg /kg)	34
Tablo 3.15. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin SOD ve POD aktivitelerine ilişkin varyans analizi tablosu.....	35
Tablo 3.16. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin SOD ve POD aktiviteleri	36
Tablo 3.17. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin prolin ve katalaz miktarına ilişkin varyans analizi tablosu	37
Tablo 3.18. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin prolin miktarı ve katalaz aktivitelerine ait ortalama değerler.....	38

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 2.1. Bazı tek yıllık çim çeşitlerinin çimlendirme denemesi..... 13
- Şekil 2.2. Serada saksı denemelerinden genel bir görüntü..... 14



GİRİŞ

Tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* Lam.) Poales takımının Poaceae familyasına ait *Lolium* cinsi içerisinde bir bitkidir (Lale ve Kökten, 2020). En iyi uyum sağladığı iklimler serin ve nemli iklimlerdir. Yıllık düşen yağış miktarı 400 mm'nin üstünde olan yerlerde kolayca yetiştirilebilir (Açıkgöz, 2021). En verimli gelişim için gerekli olan optimum hava sıcaklığı 18-24°C'dir (Pişkin, 2007). Kış aylarında soğuğa dayanımı kar örtüsü olmadığı takdirde düşük düzeydedir. Aşırı yüksek sıcaklıklara ve kuraklığa dayanımı zayıf bir bitkidir. Tek yıllık çim çeşitli toprak tiplerine uyum sağlayabilmesine rağmen gelişimin en yüksek şekilde olabilmesi için toprağın verimli, iyi şekilde drene olan, pH seviyesi 5.5-7.5 düzeylerindeki topraklarda gerçekleştirir (Pişkin, 2007). Dengeli bir biçimde yapılan sulama ve gübrelemeye verdiği tepki oldukça iyidir ve elde edilen verimde o oranda artış gösterir (Soya vd., 1997).

Çim bitkilerinden elde edilebilecek biçim sayıları iklim şartlarına ve toprak tipine göre oldukça farklılık gösterebilir. Genel olarak kurak bölgelerde tek biçim alınırken sulanabilen ve verimli alanlarda çok sayıda biçim alınır (Açıkgöz, 2021). Genellikle 30 ile 40 günde bir biçim elde edilebilmektedir. Normal koşullar altında bir biçimde dekardan ortalama 1500-2500 kilogram arasında yeşil ot ve dekardan ortalama 500-800 kilogram da kuru ot verimi alınmaktadır (Baytekin vd., 2009). Tek yıllık çimde ham protein oranı %17-21 olarak bildirilmektedir (Lale ve Kökten, 2020). Tek yıllık çim bitkisinin yapraklarında çok yüksek düzeyde bulunan suda çözünebilir durumdaki karbonhidratlardan sükroz ile fruktozların değerleri oldukça yüksek olduğundan henüz yetişecek durumdaki filizlere fotosentetik etkinliğin yeniden başlaması için destek olduğu tespit edilmiştir (Sandrin vd., 2006). Üstelik tek yıllık çim bitkisinin kuru madde sindirilebilirliğinin gelişiminin ilk başlarında %80'lere ulaştığı, ilerleyen dönemlerde ise ADF ve NDF oranlarında artış gözükürken ham protein oranının ve sindirilebilirliğinin de düştüğü belirlenmiştir (Balasko vd., 1995; Callow vd., 2000; Aganga vd., 2004).

Tek yıllık çim bitkisinden fazla verim alınabilmesi ve yem kalitesinin oldukça iyi olmasından ötürü serin iklim yem bitkileri arasındaki en önemli bitkilerin başında gelmektedir (Simic vd., 2009). Yanı sıra yetiştiriciliği yapılan toprakları organik madde yönünden verimini arttırdığı için toprak ıslahı konusunda da etkin bir rol oynamaktadır (Elçi 2005; Taşsever, 2019). Birçok kullanım şekli bulunmaktadır. Otlatılmak koşuluyla veya biçilerek yeşil ot olarak kullanılabilir. Bunun dışında kuru ot olarak kullanımının yanında iyi bir silaj bitkisi olarak da değerlendirilebilir (Serin ve Tan, 2012). Bu özellikler göz önüne alındığında var olan kaba yem kaynaklarına alternatif olabilecek önemli bir yem bitkisidir. Bunların yanında çok sayıda kardeş oluşturarak hızlı bir şekilde tesis olması, optimum koşullar sağlanıp yeterli ve dengeli olacak bir biçimde yapılan gübreleme ile elde edebileceğimiz verim ve kalitenin fazlaca artırılabilmesi, bir vejetasyon süresince çok sayıda biçim alınabilmesi, vejetasyon süresinin bitimine kadar sertleşmeden durabilmesi, tek veya farklı çeşit baklagil yada buğdaygil yem bitkileri ile birlikte karışım halinde yetiştirilebilmesi, ekim nöbeti sistemlerinde ara ürün olarak da kolay bir biçimde kullanılabilmesi ve yeşil alan tesisinde kullanılabilmesi tek yıllık çimi diğer bitkilere karşı üstün kılan bazı özelliklerdendir (Aganga vd., 2004; Elçi, 2005; Özkul vd., 2012; Çolak, 2015).

Son yıllarda Türkiye’de iklim ve toprak şartlarına oldukça güzel uyum sağlayan tek yıllık çimim kaba yem açığını kapatmak için iyi bir alternatif kaba yem kaynağı olması beklenmektedir. Tek yıllık çim bitkisi ilk defa 2014 yılında Türkiye İstatistik Kurumuna (TÜİK) ait verilerin arasında yer almıştır. TÜİK istatistiklerine bakıldığında 2014 yılında 4.832 dekar ekim yapılmış ve 17 bin ton yeşil ot üretimi gerçekleşmiş ve yıllara göre ekim alanı ve yeşil ot üretimi artış göstermiştir. TÜİK verilerine göre 2022 yılında ekim alanı 539 944 dekar yeşil ot üretimi ise 2 122 105 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2023). Ayrıca Türkiye’de 52 adet tescil edilmiş 7 adet ise üretim izinli tek yıllık çim (*Lolium multiflorum L.*) çeşidi bulunmaktadır (BUGEM, 2023).

Tuzluluk, dünya çapında bitkisel üretimde verimliliği ve kaliteyi büyük ölçüde azaltan en önemli çevresel streslerden biri olarak kabul edilmektedir. Dünyada 800 milyon hektardan fazla arazi tuzdan etkilenmektedir ve bu miktar, dünyanın toplam kara alanının %6’sından fazlasını oluşturmaktadır ve bu oran doğal ve antropojenik faaliyetler nedeniyle giderek artmaktadır (Munns ve Tester, 2008; Hasanuzzaman ve Fujita, 2022). Tuz stresi bitkilerde fizyolojik, biyokimyasal ve metabolik değişikliklere neden olarak

bitkisel üretimin azalmasına neden olmaktadır. Bitkilerde tuz stresinin ana bileşenleri ozmotik stres, iyonik stres ve ikincil stres, yani reaktif oksijen türlerinin (ROT) aşırı birikimidir (Morton vd., 2018; Li vd., 2022). İlk olarak, tuzluluk, bitki kökleri etrafındaki su potansiyelini azaltarak suyun kök tarafından alınmasını engeller (Morton vd., 2018). İkinci olarak Na^+ ve Cl^- gibi artan iyon seviyeleri, iyon dengesinin bozulması ve bitki büyümesi ve metabolizması için gerekli olan temel besinlerin bulunmaması nedeniyle bitkilerde iyonik toksisiteyi tetikler (Zhao vd., 2021). Ozmotik ve iyonik stresleri, bitkilerde reaktif oksijen türlerinin (ROT) aşırı birikmesine yol açarak oksidatif strese neden olur (Zhao vd., 2021; Li vd., 2022). Oksidatif stres süresince, bitki hücresinin mitokondri, kloroplast, peroksizom ve nükleus gibi farklı kısımlarında meydana gelen ROT'lar hücrede zarar ve hatta ölüme bile neden olabilirler (Esim ve Atıcı, 2014).

Bitkilerin tuz stresine karşı gösterdiği tepkiler türler hatta çeşitler arasında farklılık göstermektedir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Bu tez çalışmasında da bazı tek yıllık çim çeşitlerinin tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çeşitlerin artan NaCl konsantrasyonlarında öncelikle çimlenme döneminde çimlenme ve bazı fide gelişim karakterleri incelenmiş, daha sonra saksı denemeleri ile vejetatif gelişim döneminde büyüme ve bazı biyokimyasal özellikleri belirlenmiştir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Francois vd. (1986), yarı bodur ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) ve makarnalık buğday (*Triticum turgidum* L., Durum grubu) türlerinde tuzluluğun vejetatif büyüme ve tohum verimine etkisi incelemiştir. Denemede NaCl ve CaCl₂ tuzlarının karışımı kullanılmış olup, sulama sularının elektrik iletkenlikleri ilk yıl 1.5, 2.5, 5.0, 7.4, 9.9 ve 12.4 dS/m, ikinci yıl ise 1.5, 4.0, 8.0, 12.0, 16.1 ve 20.5 dS/m olarak belirlenmiştir. Bir yarı bodur buğday çeşidi ve iki makarnalık buğday çeşidinin nispi tane verimi sırasıyla 8.6 ve 5.9 dS/m'ye (satürasyon toprak çözeltisinin elektriksel iletkenliği) kadar tuzluluktan etkilenmemiştir. Eşik değerlerin üzerindeki her bir birim tuzluluk artışı yarı bodur çeşidin verimini %3, iki makarnalık çeşidin verimini ise %3.8 azaltmıştır. Tuzluluk her iki türünde da protein içeriğini artırmıştır.

Ashraf ve Akhtar (2004), *Foeniculum vulgare*'de (rezene) 25, 50, 75 ve 100 mM NaCl uygulamalarının büyüme, iyon birikimi, tohum verimi ve tohum yağı içeriği üzerine etkisi incelemiştir. Sonuçlara bakıldığında artan NaCl konsantrasyonu hem sürgünlerin hem de köklerin taze ve kuru kütlelerinde ve tohum veriminde önemli bir azalmaya neden olmuştur. Hem sürgünlerde hem de köklerde Na⁺ ve Cl⁻ artarken, NaCl konsantrasyonundaki artışla birlikte K⁺ ve Ca²⁺ sürekli olarak azaldığı belirlenmiştir. Sürgünlerdeki prolin içeriği, en yüksek NaCl konsantrasyonunda belirgin bir şekilde artarken tohumdaki yağ içeriğinin kademeli olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Hanslin ve Eggen (2005), bazı halofitlerin ve tuza toleranslı buğdaygil bitklerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkilerinin incelemiştir. Sonuçlar incelendiğinde en yüksek çimlenme oranına kontrol ve 100 mM NaCl uygulamasından elde edilmiştir. Tuz konsantrasyonu 100 mM'dan 200 mM NaCl arasında artırıldığında, *Matricaria maritima* ve *Achillea millefolium* gibi tuza daha az toleranslı türlerde çimlenme yüzdesi

ve oranında güçlü bir düşüş gözlemlenmiştir. Tuz konsantrasyonunun 200 mM çıkması birçok türde çimlenmeyi geciktirmiştir. Tuza toleranslı türler arasında sadece *Agrostis stolonifera* ve *Artemisia vulgaris* 400 mM'de çimlenme göstermiştir. Tuza toleranslı türlerin tohumları 400 mm tuz konsantrasyonunda 21 gün canlı kalmışlar ve distile suya aktarıldıklarında hızlı bir şekilde çimlenmişlerdir. Buda bu türlerin yüksek tuz seviyesinde canlı kalabildiklerini ve toprakta yıkama ile tuzluluk azaldığında çimlenebileceklerini göstermektedir.

Parlak ve Parlak (2005), sulama suyu tuzluluk seviyelerinin silajlık Early Sumac ve Rox sorgum çeşitlerinde bitki verimi ve kalitesi ile toprak tuzlaşması üzerine olan etkilerini incelemiştir. Beş sulama suyu tuzluluğu (0.29, 3, 6, 9 ve 12 dS/m) seviyesi denemiştir. Deneme sonucunda tuzluluk seviyesinin artması ile bitki boyu, yeşil ot verimi, kuru ot verimi ve ham protein oranında düşüş, toprak tuzluluğunda ise artış tespit edilmiştir.

Turan vd. (2007), yapılan çalışmada tuzluluk stresi altında yetiştirilen buğday bitkilerinin (*Triticum aestivum* L. cv: Çakmak-79) prolin, klorofil, Na, Cl, N, P, K, Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonları ile büyümelerindeki değişimler sera koşullarında araştırılmıştır. Bu amaçla, Aridisol arazilerden alınan deneme toprağına 0, 25 ve 50 mM NaCl uygulanmıştır. Toprağına uygulanan NaCl miktarı arttıkça kuru ağırlık azalmıştır. NaCl uygulaması prolin, Na, Cl, P, Zn ve Mn konsantrasyonlarında artışa neden olurken, klorofil, N, K, Fe ve Cu konsantrasyonlarında düşüşe neden olmuştur.

Al-Khateeb, (2006) yapılan çalışmada tuzluluk ve sıcaklığın *Panicum turgidum* çimlenmesi, büyümesi ve iyon alımı üzerine etkisi incelemiştir. *Panicum turgidum*'un tohum çimlenmesi tuzluluk seviyeleri, sıcaklık ve bunların etkileşiminden önemli ölçüde etkilenmiştir. Tuz seviyesi 50 mM'ın üzerine çıkmasıyla çimlenme düşüşler belirlenmiştir. 100 mM'ın üzerinde tuz uygulaması sürgün, kök ve toplam fide kuru ağırlığında önemli azalmalara neden olmuştur. Artan tuz seviyelerine bağlı olarak kök ve sürgünlerde Na⁺ miktarında artmıştır. Kökte K⁺ miktarı, kök ve sürgünde K⁺/Na⁺ oranı tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak azalmıştır.

Çarpıcı vd. (2009), tuz stresinin altı mısır (*Zea mays* L.) çeşidinin (ADA-523, Bora, C-955, PR 3394, Progen 1150 ve Trebbia) çimlenmesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Altı farklı tuz konsantrasyonu kullanılmıştır (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl). Araştırma sonucunda tuz konsantrasyonu arttıkça tüm çeşitlerde hem çimlenme

yüzdesinin hem de çimlenme indeksinin azaldığı tespit edilmiştir. C955 tuz tolerans indeksi açısından diğer çeşitlerden daha iyi sonuçlar göstermiştir. C-955'in tuzlu topraklar için önerilecek çeşit olduğu sonucu elde edilmiştir. Progen-1550 ise tuz stresine duyarlı olarak tespit edilmiştir.

Hu vd. (2012), tuzluluk reaktif oksijen türlerinin (ROT) aşırı üretimi yoluyla hücrel hücrel membranlara zarar verirken, antioksidan kapasiteler, bitkileri tuzluluğun neden olduğu oksidatif hasarlardan korumada hayati bir rol oynarlar. Bu çalışmada tuz stresinin *Lolium perenne*'de antioksidan enzim aktiviteleri, izoformları ve gen ifadeleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla tuza dayanıklı "Quickstart II" ve tuza duyarlı "DPI" çeşitleri 12 gün boyunca 0 ve 250 mM NaCl'ye tabi tutulmuştur. Tuz stresi, tuza duyarlı genotipte lipid peroksidasyon (MDA), elektrolit sızıntısı (EL) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) içeriğini büyük ölçüde artırmıştır. Yapraklar tuz stresi altında kontrole göre muameleden 4 gün sonra daha yüksek bir süperoksit dismutaz (SOD), peroksidaz (POD), ve askorbat peroksidaz (APX) aktivitesi sergilerken, 8 ve 12 günde daha düşük bir enzim aktivitesi sergilemiştir. Katalaz (CAT) aktivitesi tuza dayanıklı genotipte 4. günde daha yüksek, daha sonra tuza dayanıklı genotipte kontrole göre azalırken, tuza duyarlı genotipte için tüm deney süresi boyunca kontrolden daha düşük olmuştur. İki genotip arasında SOD ve POD'un beş izoformu ve APX iki izoformunun arasında farklılıklar belirlenmiştir.

Kuşvuran vd. (2014), 9 farklı kamışsı yumak (*Festuca arundinaceae* Schreb.) çeşidinde (Apache, Arid-III, Barvado, Brigantine, Da Vinci, Eldorado, Jaguar 4G, Prospect, ve Tomahawk) farklı tuz konsantrasyonlarının (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda farklı tuz uygulamalarının çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlığı, sürgün/kök oranı ve tuza tolerans indeksi üzerinde etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İncelenen özellikler artan tuz konsantrasyonu ile azalma göstermiştir.

Kuşvuran vd. (2015), 12 farklı çok yıllık çim çeşidinde (Ankyra, Barsunny, Cutter-II, Essence, Libronco, Pearlgreen, Protege, Roadstar, Stravinsky, Sun, Top ve Truva Gun) farklı tuz NaCl dozlarının (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) çeşitlerin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerinin incelenmiştir. Araştırma sonuçları farklı tuz dozlarının çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu ile sürgün ve kök yaş ağırlığı üzerinde

istatistiksel olarak önemli derecede etki ettiğini göstermiştir. İncelenen bu özellikler artan tuz dozları ile azalmıştır. Tuz dozunun 100 mM NaCl'ye çıkması incelenen özelliklerde önemli ölçüde azalmaya neden olmuş ve en düşük değerler 200 mM dozunda elde edilmiştir.

Aşçı ve Üney (2016), Ege Beyazı-79 macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz) çeşidinde farklı NaCl dozlarının çimlenme ve bitki gelişimine etkisini laboratuvar ve sera koşullarında araştırmışlardır. Çimlenme denemesinde 13 farklı (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275 ve 300 mM) NaCl dozu kullanmışlardır. Saksı denemesinde ise 7 farklı (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150 mM) NaCl dozu uygulamışlardır. Araştırma sonucunda artan NaCl dozlarının çimlenme oranını önemli derecede azalmasına sebep olduğunu çimlenme süresini ise uzattığını bildirilmiştir. Buna ilaveten, 25 mM NaCl uygulamasının toprak üstü ve toprak altı (kök) yaş ağırlığı ile kök uzunluğunu teşvik ettiği sonucuna ulaşmışlardır. Ancak, 50 mM NaCl dozundan itibaren bitki büyüme parametrelerinde düşüşler belirlenmiştir.

Ertekin vd. (2017) dört farklı yaygın fiğ (Selçuk 99, Jade, Yücel ve Özveren) çeşidinin tuzluluk stresine karşı tepkilerini belirlemişlerdir. Tuz konsantrasyonları 0, 50, 100, 150 ve 200 mM olarak ayarlanmıştır. Tuz konsantrasyonu arttıkça tüm çeşitlerin çimlenme oranı, çimlenme indeksi, kök ve sap uzunluğu ile sürgün yaş ağırlığı azalırken, ortalama çimlenme süresinin arttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Kaplan vd. (2017), yapılan çalışmada iki farklı sodyum absorpsiyon oranına SAR (5 ve 20) ve 4 farklı düzeyde tuzluluk (0, 3, 5 ve 8 dS/m) değerine sahip sulama sularının karnıksı yumak (*Festuca arundinacea* schreb) bitkisinin ot verimi ve kalitesi üzerine etkilerini incelemiştir. Tuz oranının artışı ile ot verimleri, ADF ve NDF oranlarında azalmalar tespit edilirken, ham protein ve ham kül oranlarında artışlar tespit edilmiştir.

Sheikh-Mohamadi vd. (2017), bazı *Agropyron* tür ve genotiplerinin çimlenme çıkış döneminde tuz stresine (0, 50, 100, 150 mM NaCl) tepkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda 'AD1', 'AD2', 'AD3', 'AE5' ve 'FA' genotipleri tuza toleranslı genotipler olarak değerlendirilmiştir. Bu genotipler tuz stresi altında süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve peroksidaz (POD) gibi yüksek enzimatik aktivite ve enzimatik olmayan antioksidan aktivitesi göstermişlerdir. Ayrıca 'AD1', 'AD2', 'AD3', 'AE5' ve 'FA' genotiplerinin daha yüksek prolin seviyelerine ve daha fazla toplam yapısal

olmayan karbonhidrat içeriğine, daha düşük malondialdehit içeriğine ve daha düşük hidrojen peroksit içeriğine sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Tolan vd. (2017) farklı NaCl konsantrasyonlarının çayır üçgülü (*Trifolium pratense* L.) genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre çayır üçgülü genotiplerinde artan tuz konsantrasyonlarında çimlenme yüzdesi, çıkış yüzdesi, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu ve fide yaş ağırlığı değerlerinde düşüş olduğu fakat ortalama çimlenme süresi, ortalama çıkış süresi ve kuru maddedeki Na⁺ ve Cl değerlerinde artış olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sarker vd. (2018), *Amaranthus tricolor* kontrol uygulamasına göre 50 ve 100 mM NaCl uygulamasının yapraklarda protein, kül, enerji, diyet lifi, mineraller (Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn ve Na), β-karoten, askorbik asit, toplam polifenol içeriği, toplam flavonoid içeriği ve toplam antioksidan kapasiteyi artırdığını bildirmektedirler. Vitaminlerin, polifenollerin ve flavonoidlerin içeriği, toplam antioksidan kapasite ile pozitif ve anlamlı karşılıklı ilişkiler nedeniyle iyi bir antioksidan aktivite gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Yılmaz ve Kısakürek (2018), bazı çok yıllık çim çeşitlerinin (*Lolium perenne* L.) tuz stresine tepkilerinin incelemişlerdir. Bu amaçla APPLE GL, ECOLOCIG, BARMINTON ve SOLSTICE II çok yıllık çim çeşitlerini bitki materyali olarak kullanmışlardır. Çeşitlere beş farklı (0, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl) tuz konsantrasyonu uygulamışlardır. Deneme sonucunda artan tuz konsantrasyonu ile çeşitlerin çimlenme oranları, çimlenme indeksleri, sürgün ve kök uzunlukları ile sürgün yaş ağırlığında düşüşler tespit etmişlerdir. Ayrıca artan tuz konsantrasyonları çeşitlerin ortalama çimlenme süresinde artışa neden olmuştur.

Akınroluyo vd. (2019), diploid ve aototetraploid tek yıllık çim hatlarının tuzluluk stresine karşı morfolojik ve fizyolojik tepkilerini incelenmiştir. Hatlara ait tohumlar 10 gün boyunca 500 mM NaCl'de çimlendirilmiştir. Araştırma sonucunda uyarılmış tetraploid hatlardan elde edilen tohumların, diploid progenitörlere kıyasla daha büyük olmasına rağmen daha yüksek çimlenme indeksine ve daha düşük ortalama çimlenme süresine (T50) sahip olduğunu sonucuna varılmıştır. Fide aşamasında, ploidi seviyesindeki artış, tuzluluk stresine karşı geliştirilmiş toleransın sağlanmasında rol oynamıştır. İndüklenmiş tetraploid hatları tuz stresi altında daha yüksek nispi su içeriğine ve antioksidan aktiviteye sahip bulunmuştur.

Demirkol vd. (2019) bir yem bezelyesi genotipinin tuz (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 ve 300 mM NaCl) stresine tepkilerini incelemiştir. Deneme sonucunda tuz stresinin tohumların çimlenmesinin ve fide gelişimini olumsuz düşük dozlarda olumlu, yüksek dozlarda ise olumsuz yönde etkilediğini bildirmişler ve sonuç olarak çalışılan yem bezelyesi genotipinin 90 mM'ın altındaki tuz dozlarına dayanıklı olduğu tespit etmişlerdir.

Alagöz ve Türk (2020), *Lolium perenne*'de çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkilerinin incelemiştir. Bu amaçla Stravinsky çok yıllık çim çeşidi kullanılmıştır. Tuz dozu olarak ise 0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m kullanılmıştır. Tuz konsantrasyonundaki artışlar çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve tuza dayanım indeksinde önemli ölçüde azalmaya neden olmuştur.

Xu vd. (2020) tuz stresinin *Lolium perenne*'nin tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda çimlenme oranının, %6.4'e kadar tuz stresinden etkilenmediği, %1.6'ya eşit veya daha düşük olan tuz uygulamalarının sürgün ve kökün uzunluk ve kuru ağırlığını etkilemediğini, klorofil a, b ve karotenoid içeriklerinin, kontrole kıyasla tüm tuz uygulamalarda önemli ölçüde azaldığını ve tuz uygulamalarında süperoksit dismutaz ve peroksidaz aktivitelerinin azaldığını, glutatyon ve malondialdehit içeriklerinin arttığını belirlemişlerdir.

Ali vd. (2021), Sorgumda 0, 100 ve 200 mM NaCl uygulaması sonucunda yüksek tuz seviyesinin çıkış yüzdesi, fide büyümesi, klorofil içeriğini, CAT ve POD aktivitesini düşürdüğünü, çözünebilir protein içeriğini, SOD aktivitesinin ve MDA içeriğini artırdığını ifade etmektedirler.

Feng vd. (2021) iki tek yıllık çimi çeşidinin (Abundant ve Angus) tuz toleransını araştırmışlardır. Hidroponik koşullar altında, farklı tuz toleransına sahip iki italyan çimi çeşidi, 1 hafta boyunca 0 ve 300 mM NaCl çözeltisine maruz bırakılmıştır. Tuz stresinin, özellikle tuza duyarlı Angus çeşidinde nispi büyüme oranını ve nispi su içeriğini azalttığını, Abundant çeşidinin tuz stresi koşullarında Angus'tan daha yüksek fotosentetik verimlilik sergilediğini ve tuza duyarlı Angus çeşidinde daha belirgin olmakla birlikte her iki çeşidin yaprak ve köklerinde tuz stresinin Na/K, Na/Mg ve Na/Ca oranlarını önemli ölçüde artırdığını belirlemişlerdir. Ayrıca kontrol koşullarında iki çeşidin SOD ve POD

aktivitelerinde önemli bir farklılık kaydedilmezken, tuz stresi altında SOD ve POD seviyesi tuza duyarlı Angus çeşidinde toleranslı Abundant çeşidinden daha yüksek bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Soysal vd. (2021) *Lolium multiflorum* 'un tuzluluğa (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200 mM NaCl) toleransını saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmada materyal olarak Caramba çeşidini kullanılmışlardır. Araştırmada, tuz stresi incelenen tüm karakterlerde istatistiki olarak anlamlı bir farka sebep olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Tuz dozlarına bağlı olarak 20 ve 40 mM tuz dozlarında pozitif etki görülürken, 140 mM tuz dozu ve sonrasında genellikle negatif etki meydana geldiği saptanmış ve tek yıllık çimin çimlenme ve fide gelişim döneminde 120 mm'a kadar NaCl dozuna tolerans gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Xie vd. (2021) 15 farklı tek yıllık çim genotipinin çimlenme ve vejetatif gelişme dönemlerinde tuz stresine toleranslarını belirlemek amacıyla yürüttükleri denemede 85, 170 ve 255 mM NaCl konsantrasyonunda petri kaplarında tohumları çimlenmeye almışlardır. Ayrıca vejetatif gelişme döneminde tuz stresinin etkilerini belirlemek amacıyla bitkiler 100 ve 200 mM NaCl uygulamalarında hogland solüsyonunda büyütülmüşlerdir. Araştırma sonucunda 255 mM NaCl muamelesi altında çimlenme aşamasında tuz toleransında çeşitler arasında belirgin değişiklikler belirlenmiştir. Tuz toleransının belirlenmesinde kök büyüme hızı, klorofil içeriği ve çimlenme oranları hayati bir rol oynamıştır. Çimlenme ve vejetatif büyüme aşamalarındaki incelenen karakterlere dayanarak, Gongniu, Chuangnong, Splendor ve Abundant en toleranslı çeşitler olarak bildirilmiştir. Bunun yanı sıra kontrol ile karşılaştırıldığında, Tetragold, Abundant, Splendor, Muyao, Harukaze, Tegao, Dongmu 70 ve Doraian çeşitlerinin tuz stresi altında daha yüksek yem kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Son olarak, çimlenme, tuz toleransı ve genel yem kalitesi ile ilgili incelenen özellikler birlikte değerlendirildiğinde en yüksek tuz tolerans derecesini ifade eden çeşitler olarak Splendor ve Abundant olarak bildirilmiştir.

Özkan vd. (2022), diploid ve tetraploid tek yıllık çim çeşitlerinde tuz stresi ve sıcaklığın çimlenme üzerine etkilerinin incelemişlerdir. Araştırma sonucunda tetraploid çeşitlerin diploidlerden daha iyi performans sergilediklerini ifade etmişlerdir.

Pınar vd. (2022), bazı tek yıllık çim çeşitlerinin in vitro Őartlarda tuz stresine tepkilerinin belirlemişlerdir. Tuz stresi altında (150 mM NaCl) kontrole göre tüm çeşitlerde kök ve sürgün uzunluğunun ile fide yaş ağırlığının azaldığını tespit etmişlerdir.



2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal

Denemede dört farklı tek yıllık çim çeşidi (*Lolium multiflorum* L.) kullanılmış olup, çeşitlerin tescil/üretim izin bilgileri Tablo 2.1’de özetlenmiştir.

Tablo 2.1 Denemede kullanılan tek yıllık çimi çeşitlerinin tescil/üretim izin bilgileri

Çeşitler*	Kurum Bilgileri	Tescil Tarihi/Üretim İzni Tarihi
Grasslands Bill	Palmiye Tohumculuk Ziraat San. ve Tic. Ltd. Şti	06.05.2020
Koga	Ulusoy Tohumculuk Ziraat San. ve Tic. Ltd. Şti	10.04.2018
Trinova	Semillas Fito Tarım Sanayi ve Tic. Ltd. Şti	07.04.2008
Vivaro	DLF Tohumculuk Ltd. Şti	26.07.2022

*BUGEM, 2023. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=85>

2.2. Yöntem

2.2.1. Çimlendirme Denemeleri

Çalışmada Koga, Grasslands Bill, Trinova ve Vivaro tek yıllık çim çeşitleri kullanılmıştır. Denemeler tesadüf parselleri deneme planına göre iki faktörlü faktöriyel deneme düzeninde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Birinci faktör çeşit (4 farklı çeşit), ikinci faktör tuz dozu (0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m NaCl) olarak belirlenmiştir. Çimlendirme denemeleri 90×170 mm plastik petri kapları içerisinde gerçekleştirilmiştir. Çimlendirme

yapılacak her petridee 25 tohum kullanılmıştır. Tohumlar petrilere yerleştirmeden önce %10 çamaşır suyu (ticari simi ACE) içerisinde 5 dakika yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuş ve 4 defa saf su ile durulanmıştır. Petri kaplarının alt kısmına 2 adet kurutma kâğıdı yerleştirildikten sonra steril edilen tohumlar pens yardımı ile birbirine temas etmeyecek şekilde kurutma kağıdının üstüne yerleştirilmiştir. Hazırlanan 0, 5, 10, 15, 20 dS/m NaCl çözeltisinde petrilere 5 ml eklenerek ve üzerine bir adet kurutma kâğıdı kapatılmış ve 20 ± 2 °C'de 14 gün boyunca çimlenmeye bırakılmıştır (Şekil 2.1). Her 24 saatte bir çimlenen tohum sayısı (kökçük uzunluğu 2 mm) belirlenmiştir.



Şekil 2.1. Bazı tek yıllık çim çeşitlerinin çimlendirme denemesi

2.2.2. Saksı Denemeleri

Sera denemesinde 20 cm boyunda ve 23 cm çapında saksılar kullanılmıştır. Her saksıya 3.5 kg toprak doldurulmuştur. Sera denemelerinde kullanılan toprak özellikleri tablo 2.2'de verilmiştir. Toprak saksılara doldurulduktan sonra her saksıya 2.5 g 15-15-15 gübresi uygulanmıştır. Torf- toprak karışımı içeren viyollerde çimlendirilen bitkiler her saksıya 5 bitki olacak şekilde şaşırtılmıştır. Şaşırtma işleminde sonra bitkiler musluk

suyu ile sulanmış ve daha sonra tarla kapasitesi dikkate alınarak tuz uygulamalarına başlanmıştır. Saksı denemelerinde kontrol, 2.5, 5, 7.5 ve 10 dS/m NaCl tuz dozları uygulanmıştır (Şekil 2.2.). Bitkilerde tuz şokuna engel olmak için tuz dozu kademeli olarak artırılmıştır. Saksı denemesi 79 gün devam etmiş ve toplamda saksılara 18 defa tuzlu su uygulaması yapılmıştır. Deneme sonucunda toprakların elektriksel iletkenlik değerleri Tablo 2.3.'te verilmiştir. Toprakların elektriksel iletkenlikleri 1:2.5 sulandırılarak ölçülmüştür.



Şekil 2.2. Serada saksı denemelerinden genel bir görüntü

Tablo 2.2. Denemede kullanılan toprağın analiz sonuçları

Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Tekstür Sınıfı	pH	EC mmhos/cm	Organik madde (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	Kireç (%)
14.56	9.78	75.66	Kumlu-tın	7.97	0.184	0.81	6.17	1.60

Tablo 2.3. Saksı denemesi sonucunda her uygulama için toprakların elektriksel iletkenlik değerleri

Çeşit	Uygulama	Elektriksel İletkenlik (dS/m)
Grasslands Bill	Kontrol	0.43+0.02
	2.5 dS/m	1.03+0.07
	5 dS/m	1.90+0.15
	7.5 dS/m	2.61+0.07
	10 dS/m	2.94+0.09
Koga	Kontrol	0.44+0.05
	2.5 dS/m	1.03+0.12
	5 dS/m	2.013+0.11
	7.5 dS/m	2.77+0.13
	10 dS/m	3.02+0.14
Trinova	Kontrol	0.46+0.04
	2.5 dS/m	1.15+0.06
	5 dS/m	2.35+0.21
	7.5 dS/m	2.72+0.28
	10 dS/m	3.07+0.13
Vivaro	Kontrol	0.46+0.04
	2.5 dS/m	1.06+0.11
	5 dS/m	2.50+0.09
	7.5 dS/m	2.89+0.13
	10 dS/m	3.59+0.36

2.2.3. Çimlendirme denemelerinde verilerin elde edilmesi

1. Çimlenme yüzdesi (%): Denemenin 14. gününde çimlenen toplam tohum sayısı belirlenerek hesaplanmıştır

2. Ortalama çimlenme süresi (gün): Ortalama çimlenme süresi (OÇS) aşağıdaki formülle göre hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts 1981).

$$\text{Ortalama çimlenme süresi (OÇS)} = \frac{\sum(fx)}{\sum f}$$

Formülde, f sayım günündeki çimlenen tohum sayısını, x sayım yapılan gün sayısını göstermektedir.

3. Sürgün uzunluğu (cm): Deneme başlangıcından 14 gün sonra tesadüfen alınan 10 adet fidenin sürgün uzunlukları milimetrik cetvel kullanılarak ölçülmüştür.

4. Kök uzunluğu (cm): Deneme başlangıcından 14 gün sonra tesadüfen alınan 10 adet fidenin kök uzunlukları milimetrik cetvel kullanılarak ölçülmüştür.

5. Fide yaş ağırlığı (mg/fide): Tesadüfen alınan ve ölçümü yapılan 10 adet fidenin yaş ağırlıkları hassas terazide tartılmış ve ortalaması alınmıştır.

6. Fide kuru ağırlığı (mg/fide): Tesadüfen alınan ve yaş ağırlıkları alınan 10 adet fide 65 °C' de 72 saat etüvde kuruttuktan sonra hassas terazi ile ölçümleri yapılmış ve ortalaması alınmıştır.

2.2.4. Saksı denemelerinde verilerin elde edilmesi

1. Bitki Boyu (cm): Saksıda bulunan 5 bitkinin toprak yüzeyi ile en uç noktası arasındaki uzaklık cm olarak ölçülmüş ve ortalamaları alınarak bulunmuştur.

2. Kardeş sayısı: Her saksıda bulunan bitkilerde kök boğazı açılarak kardeş sayısı belirlenmiştir

3. Toprak üstü yaş ağırlık (g/bitki): Serada bulunan saksılardaki 5 adet bitki toprak yüzeyi hizasından kesilerek darası alınmış kese kağıdı ile tartımı yapılmış ve ortalaması alınmıştır.

4. Toprak üstü kuru ağırlık (g/bitki): Yaş ağırlığı alınan bitkiler 65 °C' lik etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve tartılarak ağırlıkları belirlenmiş ve ortalaması alınmıştır.

5. Ham Protein Oranı (%): Etüvden çıkartılıp tartımı yapılan bitkiler hububat öğütücüde öğütülmüş Kjeldahl yöntemi ile % azot miktarı belirlenmiş, elde edilen % azot değeri 6.25 katsayısı ile çarpılarak ham protein oranı belirlenmiştir.

6. Klorofil Miktarı (SPAD): Saksıda bulunan 5 bitkide rastgele 3 yaprakta SPAD metre (Konica Minolta SPAD502) ile ölçümler alınmış ve ölçümlerin ortalaması alınmıştır. Ölçümler SPAD birimi olarak ifade edilmiştir.

7. Na⁺ ve K⁺ miktarları: Toprak üstü aksamda kuru maddede Na⁺ ve K⁺ miktarları Agilent 5800 VDV model ICP-OES'de belirlenmiştir. Kurutulup öğütülen bitki örnekleri nitrik+perklorik asit karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulmuş ve yaş yakma işlemi

tamamlandıktan sonra örnekler ICP-OES spektrometresi (Mertens, 2005) ile analiz edilmiştir.

8. Antioksidan Enzim Aktivitesi: Enzim aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla taze bitki yaprağından 0.5 g alınarak sıvı azot ile porselen havanda toz kıvamına gelene kadar ezilmiştir. Ardından 5 ml soğuk ekstraksiyon tamponu (%1 PVP ve 1 mM EDTA barındıran 0.1 M KH_2PO_4 pH: 7.0) eklenerek karıştırılmıştır. Karışım bir santrifüj tüpüne boşaltıldı ve 15000xg ve 4 °C'de 15 dakika santrifüj işlemine tabi tutulmuştur.. Süpernatant, başka bir tüpe dikkatlice aktarılmıştır. Bu ekstraksiyon sonucunda elde edilen süpernatant, -20 °C'de saklanarak daha sonra yapılacak olan enzim aktivite ölçümlerinde kullanılmıştır (Angelini ve Federico 1989; Angelini vd., 1990).

Süperoksit dismutaz (SOD) aktivite ölçümü için 50 mM KH_2PO_4 tamponu (pH 7.8), 63 μM NBT, 13 mM metiyonin, ve 0.1 mM EDTA içeren reaksiyon karışımından 3 ml'lik spektrofotometre küvetine 2.58 ml aktarılıp içine 30 μl örnek eklenmiştir. Daha sonra tüpün üzerine 13 μM 'lık riboflavinden 390 μl katılarak karıştırılmıştır. Ardından beyaz bir ışık kaynağı önüne yerleştirmek suretiyle reaksiyonun başlanması sağlanmıştır. Çalışmada, enzim içermeyen ancak diğer bileşenleri aynı olan ve aynı süre kadar ışıktaki tutulan solüsyon kör olarak kullanılmıştır. Tüp, 15 dakika boyunca ışık kaynağının önünde bırakıldıktan sonra NBT'nin renk açılma yoğunluğu 560 nm'de okunmuştur. SOD aktivitesinin belirlenmesinde, 560 nm'de gözlenen NBT indirgenmesinin %50 inhibisyonuna sebep olan enzim miktarı, 1 enzim ünitesi olarak kabul edilip değerler EU/g yaprak olarak hesaplanmıştır (Agaryal ve Pandey, 2004; Yordanova vd., 2004).

Peroksidaz (POD) aktivite ölçümü, guaikol ve H_2O_2 'nin substrat olarak katıldığı reaksiyonun ürünü olan renkli bileşiğin oluşturduğu absorbans artışının 470 nm'de ölçülmesiyle gerçekleştirilmiştir (Angelini vd., 1990). Aktivite ölçümü için quartz spektrofotometre küvetine; 0.1 M NaH_2PO_4 (pH 5.5) ve 5 mM guaikol ve 5 mM H_2O_2 barındıran substrat çözeltisinden 3 ml alınmış ve üzerine 10 μl enzim ekstraktı katılmıştır. 470 nm'de 5 dakika süreyle absorbans artışı 1 dakika aralıklarla kayıt edilip absorbansın doğrusal olarak yükseldiği bölümden absorbans artışı 1 dakikaya bölünmüştür. 25 °C'de 1 dakika içinde absorbansı 0.01 yükselten enzim miktarı 1 enzim ünitesi olarak tanımlanmış ve sonuçlar g yaprak başına gelen enzim ünitesi (EU/g yaprak) olarak verilmiştir (Yee vd., 2002).

Katalaz (CAT) aktivite ölçümü, ortamdaki H_2O_2 'nin O_2 ve H_2O 'ya ayrışmasını sağlarken oluşan absorbans azalmasının spektrofotometre ile 240 nm'de takip edilmesi esasına dayanan yöntemle yapılmıştır (Havir ve Mchale, 1987). Reaksiyonda azalan H_2O_2 miktarını belirlemede kullanılacak olan H_2O_2 standart eğrisi önceden çıkarılmıştır. Bunun için 5 mM H_2O_2 çözeltisinden 3 ml'lik quartz spektrofotometre küvetlerine sırasıyla; 0.15, 0.30, 0.45, 0.60, 0.75, 0.90, 1.05, 1.20, 1.35 ve 1.50 ml konulmuştur. Tüpün hacmi saf su ile 1.5 ml'ye tamamlanmış ve her tüpe 1.470 ml, 103 mM KH_2PO_4 ve 30 µl su katılmıştır. Küvet spektrofotometreye yerleştirildikten sonra 240 nm'de absorbans azalışı, 3 dakika boyunca 10 saniye aralıklarla kör solüsyona göre ölçülerek absorbans değerleri ile karşılık gelen µM H_2O_2 değerleri kullanılarak standart eğri elde edilmiştir. Aktivite ölçümü için 3 ml quartz spektrofotometre küvetlerine, 103 mM KH_2PO_4 tamponundan 1.475, 25 µl enzim ekstraktı katıldıktan sonra 40 mM'lık H_2O_2 substrat çözeltisinden 1.5 ml ilave edilmiş ve spektrofotometrede 240 nm'de absorbans azalışı, 3 dakika boyunca 1 dakika aralıklarla kör solüsyona karşı okunarak, ölçümlerde absorbansın doğrusal olarak düştüğü bölgeden dakika başına absorbans azalması hesaplanmıştır. Elde edilen bu ortalamalara göre standart eğri yardımıyla µM cinsinden H_2O_2 miktarına dönüştürülmüştür. 25 °C'de, 1 dakika içinde, absorbansı 1 µM düşüren enzim miktarı 1 enzim ünitesi olarak tanımlanmış ve sonuçlar g yaprak başına gelen enzim ünitesi (EU/g yaprak) olarak verilmiştir (Gong vd., 2001).

9. Prolin miktarı: Prolin miktarının tespitinde Karabal vd. (2003)'de belirtilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Bunun için kurutulmuş yaprak örneklerinin hepsinden (Trinova, Koga, Grasslands Bill, Vivaro) 0.05 g alınarak %3 lük 5 ml sülfosalisilik asit çözeltisi içerisinde havandaezme işlemi yapılmıştır. Ekstrak içeren çözelti 15000xg'de 10 dakika oda sıcaklığında santrifüj edildikten sonra süpernatant kısımdan her tüpe 2 ml olacak şekilde iki paralel çalışılmış ve daha sonra tüplere 2 ml glasiyal asetik asit ve 2 ml asetik asit, fosforik asit, ninhidrin çözeltisi eklenerek vortekslenmiştir. Tüpler 60 dakika boyunca su banyosunda tutulduktan sonra sürenin dolmasıyla birlikte buz dolu suda ani soğutma yapılmıştır. Soğutulan örneklerin üzerine 4 ml toluen eklenip 30 saniye vorteks işleminden geçirildikten sonra 5 dakika bekletilip üst kısımda oluşan pembe fazın absorbansı spektrofotometrede 520 nm'de okunup kaydedilmiştir. Prolin konsantrasyonunun tespit edilmesi için standart solüsyonlar hazırlanmış, stoktan seyreltilen solüsyonların absorbansları spektrofotometrede okunup, elde edilen değerler

ile oluşturulan grafik referans kabul edilip bu doğrunun denkleminde faydalanılarak gram kuru örnek başına prolin miktarı hesaplanmıştır.

2.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Çimlendirme denemeleri tesadüf parselleri deneme planında iki faktörlü faktöriyel düzenlemede 4 tekerrürlü, saksı denemeleri ise 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çimlenme yüzdesi değerlerine varyans analizi öncesinde arcsin transformasyonu yapılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen değerler bilgisayarda “SPSS” paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuştur. Muamele ortalamaları DUNCAN çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (Snedecor ve Cochran, 1967).

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Çimlendirme Denemeleri

Çalışmada Grasslands Bill, Koga, Trinova ve Vivaro tek yıllık çim çeşitlerinin çimlenme döneminde tuzluluğa olan tepkisi incelenmiştir. Yapılan laboratuvar denemesinde beş farklı tuz dozu kullanılarak (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dS/m) çeşitlerin çimlenme yüzdesi (%), ortalama çimlenme süresi (gün), sürgün ve kök uzunluğu (cm), fide yaş ve kuru ağırlığı (mg) özellikleri incelenmiştir. Bu özelliklere ilişkin sonuçlar aşağıda ayrı başlıklar olarak açıklanmıştır.

3.1.1. Çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi

Farklı tuz dozlarının bazı tek yıllık çim çeşitlerinin çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.1.'de verilmiştir. Tablo 3.1 incelendiğinde çimlenme yüzdesi bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar, ortalama çimlenme süresi bakımından ise çeşitler, tuz dozları ve çeşit × tuz dozu etkileşimi arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen tek yıllık çim çeşitlerinin çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi ortalamaları ile bunlara ait Duncan gruplandırmaları Tablo 3.2'de özetlenmiştir.

Tablo 3.2. incelendiğinde çimlenme yüzdesi Grasslands Bill çeşidinde %86-100, Koga çeşidinde %95-99, Trinova çeşidinde %93-97 ve Vivaro çeşidinde %81-88 arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Çeşitler arasında çimlenme yüzdesi bakımından elde edilen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek çimlenme yüzdesi Grasslands Bill, Koga ve Trinova çeşitlerinden elde edilmiştir. Tuz dozları arasında

çimlenme yüzdesi bakımından elde edilen farklılıklar ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Soysal vd. (2021) Caramba tek yıllık çim çeşidi ile yürüttüğü denemede tuz stresinin çoğunlukla çimlenmeye azaltıcı etkide bulunduğunu ancak çimlenme oranının %91.4-97.8 gibi çok yüksek oranlarda gerçekleştiğini bildirmektedir. Benzer şekilde bu çalışmada da en yüksek tuz dozunda bile yüksek çimlenme oranı elde edilmiştir.

Tablo 3.1. Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen bazı tek yıllık çim çeşitlerinin çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analizi tablosu

V.K	S.D	Çimlenme Yüzdesi		Ortalama Çimlenme Süresi	
		K.O.	F	K.O.	F
Çeşit (A)	3	1000.531	18.865**	31.892	326.953**
Tuz dozu (B)	4	106.240	2.003	7.479	76.672**
A X B	12	75.463	1.423	0.506	5.192**
Hata	60	53.035		0.098	
Genel	79				

**:%1 düzeyinde önemli

Ortalama çimlenme süresi Grasslands Bill çeşidinde 3.45-4.74, Koga çeşidinde 3.36-5.47, Trinova çeşidinde 3.80-5.23 ve Vivaro çeşidinde 5.37-7.43 gün arasında değişim göstermiştir. Artan tuz dozlarına bağlı olarak tüm çeşitlerde ortalama çimlenme süresi uzamıştır. Ancak bu artış çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Grasslands Bill çeşidinde 20 dS/m, Koga çeşidinde 10 dS/m, Trinova çeşidinde 15dS/m ve Vivaro çeşidinde 5 dS/m tuz dozları ve üzerinde ortalama çimlenme süresi kontrole göre istatistiksel olarak artış göstermiştir. Benzer şekilde Aşçı ve Üney (2016) macar fiğinde, Sheikh-Mohamadi vd. (2017) *Agropyron* türlerinde, Tolan vd. (2017) çayır üçgülünde, Yılmaz ve Kısakürek (2018) çok yıllık çimde ve Soysal vd. (2021) tek yıllık çimde artan tuz dozlarının ortalama çimlenme süresinde uzamaya neden olduğunu bildirmektedir.

Tablo 3.2. Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen tek yıllık çim çeşitlerinin çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi ortalamaları

NaCl dozları (dS/m)	Çimlenme Yüzdesi (%)				
	Çeşitler				
	Grasslands Bill	Koga	Trinova	Vivaro	Ortalama
Kontrol	98	97	93	82	92
5	96	99	96	88	95
10	100	97	95	86	94
15	96	95	94	85	92
20	86	96	97	81	90
Ortalama	95 A³	97 A	95 A	84 B	
Ortalama Çimlenme Süresi (gün)					
Kontrol	3.45 fg ¹	3.36 g	3.85 fg	5.37 c	4.01 E²
5	3.58 fg	3.87 fg	3.80 fg	5.94 b	4.30 D
10	3.67 fg	4.56 e	3.88 f	7.17 a	4.82 C
15	3.83 fg	4.83 de	4.64 e	7.42 a	5.18 B
20	4.74 e	5.47c	5.23 cd	7.43 a	5.72 A
Ortalama	3.85 C³	4.42 B	4.28 B	6.66 A	

¹Aynı satırda ve sütunda farklı küçük harfler, ²aynı sütunda farklı büyük harfler, ³aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemlidir.

3.1.2. Sürgün ve kök uzunluğu

Farklı tuz dozlarının bazı tek yıllık çim çeşitlerinin sürgün ve kök uzunluğu üzerine etkilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.3'de verilmiştir. Tablo 3.3. incelendiğinde sürgün ve kök uzunluğu bakımından çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen tek yıllık çim çeşitlerinin sürgün ve kök uzunlukları ve bunlara ait Duncan gruplandırmaları Tablo 3.4.'te sunulmuştur. Tablo 3.4. incelendiğinde en yüksek sürgün uzunluğu 11.12 cm ile Trinova çeşidinin kontrol uygulamasında, en düşük sürgün uzunluğu değeri ise 4.00 cm ile Vivaro çeşidinin 20 dS/m tuz uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek sürgün uzunluğu ortalaması 8.37 cm ile Trinova çeşidinden, en düşük sürgün uzunluğu ortalaması ise 6.22 cm ile Vivaro çeşidinden elde edilmiştir. Artan tuz dozları tüm çeşitlerde sürgün uzunluklarında önemli bir azalmaya sebep olmuştur. Grasslands Bill ve Koga çeşitlerinde 10 dS/m, Trinova ve Vivaro çeşitlerinde ise 5 dS/m ve üzerindeki tuz dozları kontrole göre sürgün uzunluğunda istatistiksel olarak azalışa neden olmuştur.

Kök uzunlukları incelendiğinde en yüksek kök uzunluğu 11.29 cm ile Trinova çeşidinin kontrol grubunda, en düşük kök uzunluğu 3.48 cm ile Vivaro çeşidinin 20 dS/m tuz uygulamasından elde edilmiştir. Farklı dozda tuz uygulamalarının ortalamaları alındığında en yüksek kök uzunluğu 8.13 cm ile Koga çeşidinden, en düşük kök uzunluğu ise 7 cm ile Vivaro çeşidinden elde edilmiştir. Tuz dozlarının artışıyla beraber kök uzunlukları 10.11 cm'den 4.55 cm'ye gerilemiştir. Çeşitlere göre kök uzunluk değerlerinde kontrol uygulamasına göre meydana gelen düşüş özellikle Trinova ve Vivaro çeşitlerinde 20 dS/m tuz dozunda %50'nin üzerine çıkmıştır. Grasslands Bill ve Vivaro çeşitlerinde 5 dS/m tuz dozunda kontrole göre kök uzunluğu bakımından ortaya çıkan düşüş istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Çalışma bulgularına benzer şekilde artan tuz dozlarına bağlı olarak fide sürgün ve kök uzunluğundaki azalma bazı buğdaygil türlerinde Kuşvuran vd. (2014), Kuşvuran vd. (2015), Alagöz ve Türk (2020), Soysal vd. (2021) ve Özkan vd. (2022) tarafından da bildirilmektedir.

Tablo 3.3. Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen bazı tek yıllık çim çeşitlerinin sürgün ve kök uzunluğuna ilişkin varyans analizi tablosu

V.K.	S.D	Sürgün Uzunluğu		Kök Uzunluğu	
		K.O.	F	K.O.	F
Çeşit (A)	3	24.583	167.801**	4.343	9.923**
Tuz dozu (B)	4	49.429	337.390**	74.606	170.473**
A X B	12	1.889	12.897**	1.739	3.973**
Hata	60	0.147		0.438	
Genel	79				

**:%1 düzeyinde önemli

Tablo 3.4. Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen tek yıllık çim çeşitlerinin sürgün ve kök uzunluğu ortalamaları

NaCl dozları (dS/m)	Sürgün Uzunluğu (cm)				
	Çeşitler				
	Grasslands Bill	Koga	Trinova	Vivaro	Ortalama
Kontrol	7.62 f ¹	9.95 b	11.12 a	8.46 e	9.29 A²
5	7.29 fg	9.82 b	9.45 bc	7.85 f	8.60 B
10	6.56 h	8.73 de	9.11 cd	5.98 ı	7.60 C
15	5.96 ı	7.32 fg	7.01 gh	4.81 j	6.27 D
20	5.37 j	5.25 j	5.15 j	4.00 k	4.94 E
Ortalama	6.56 B³	8.21 A	8.37 A	6.22 C	
Kök Uzunluğu (cm)					
Kontrol	9.60 bc ¹	11.29 a	9.76 b	9.80 b	10.11 A²
5	8.93 bcde	9.46 bc	8.26 de	9.14 bcd	8.95 B
10	6.63 fg	8.64 cde	7.93 e	6.43 fg	7.40 C
15	6.48 fg	6.77 f	6.57 fg	6.18 fg	6.50 D
20	5.63 g	4.50 h	4.56 h	3.48 ı	4.55 E
Ortalama	7.45 B³	8.13 A	7.41 B	7.00 C	

¹Aynı satırda ve sütunda farklı küçük harfler, ²aynı sütunda farklı büyük harfler, ³aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemlidir.

3.1.3. Fide yaş ve kuru ağırlığı

Farklı tuz dozlarının bazı tek yıllık çim çeşitlerinin fide yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.5'de verilmiştir. Tablo 3.5. incelendiğinde fide yaş ağırlığı bakımından çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken fide kuru ağırlığında sadece çeşitler arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 3.5. Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen tek yıllık çim çeşitlerinin fide yaş ve kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi tablosu

V.K.	S.D	Fide Yaş Ağırlığı		Fide Kuru Ağırlığı	
		K.O.	F	K.O.	F
Çeşit (A)	3	581.298	30.368**	7.447	47.358**
Tuz dozu (B)	4	882.442	46.100**	0.141	0.897
A X B	12	99.071	5.176**	0.159	1.013
Hata	60	19.142		0.157	
Genel	79				

**:%1 düzeyinde önemli

Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen tek yıllık çim çeşitlerinin fide yaş ve kuru ağırlıkları ile bunlara ait Duncan gruplandırmaları Tablo 3.6.'te verilmiştir. En yüksek fide yaş ağırlığı 66.30 mg ile Trinova çeşidinin kontrol grubunda, en düşük fide yaş ağırlığı değeri ise 34.60 mg ile Trinova çeşidinin 20 dS/m tuz uygulamasından elde edilmiştir. Tuz dozlarının ortalaması incelendiğinde kontrole göre artan tuz dozları fide yaş ağırlığının azalmasına neden olmuştur. Ancak çeşit × tuz dozu interaksyonu incelendiğinde Grasslands Bill çeşidinde tüm tuz dozları kontrol grubu ile aynı istatistiksel grupta yer alırken, Koga çeşidinde 5 dS/m, Vivaro çeşidinde 5 ve 10 dS/m tuz dozları kontrol ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Trinova çeşidinde ise artan tuz dozlarında kontrole göre bir düşüş belirlenmiştir.

Fide kuru ağırlıkları incelendiğinde en yüksek fide kuru ağırlık 5.78 mg ile Koga çeşidinin kontrol grubunda, en düşük fide kuru ağırlık ise 4.35 mg ile Grasslands Bill çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitlerin ortalama fide kuru ağırlıkları incelendiğinde en yüksek fide kuru ağırlığı 5.98 mg ile Koga çeşidinden, en düşük fide kuru ağırlığı ise 4.56 mg ile Grasslands Bill çeşidinden elde edilmiştir. Tuz dozları arasında bir farklılık oluşmamıştır. Benzer şekilde Pınar vd. (2022)'de bazı tek yıllık çim çeşitlerinde de 150 mm NaCl uygulaması ile kontrol arasında istatistiksel bir farklılık tespit etmemişlerdir.

Tablo 3.6. Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen tek yıllık çim çeşitlerinin fide yaş ve kuru ağırlığı ortalamaları

NaCl dozları	Fide Yaş Ağırlığı (mg/fide)				
	Çeşitler				
	Grasslands Bill	Koga	Trinova	Vivaro	Ortalama
Kontrol	43.62 cd ¹	65.22 a	66.30 a	51.17 c	56.58 A²
5	40.05 def	60.30 a	51.67 b	47.92 bc	49.99 B
10	43.20 cd	52.37 b	52.60 b	41.40 cdef	47.39 B
15	42.15 cde	48.40 bc	42.28 cde	40.42 def	43.31 C
20	38.15 def	38.72 def	34.60 f	35.28 ef	36.69 D
Ortalama	41.43 C³	53.00 A	49.49 B	43.24 C	
Fide Kuru Ağırlığı (mg/fide)					
Kontrol	4.68	5.78	5.50	5.03	5.24
5	4.55	5.70	5.55	4.92	5.18
10	4.42	6.07	5.90	5.12	5.38
15	4.78	6.15	5.40	5.28	5.40
20	4.35	6.22	5.45	5.35	5.34
Ortalama	4.56 D³	5.98 A	5.56 B	5.14 C	

¹Aynı satırda ve sütunda farklı küçük harfler, ²aynı sütunda farklı büyük harfler, ³aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemlidir.

Bitkilerde iyi bir çimlenme ve erken fide gelişimi verim için kritik öneme sahiptir. Tuz stresi bitkileri farklı büyüme aşamalarında önemli ölçüde etkilemesine rağmen çoğu bitki türünde çimlenme ve erken fide dönemi daha hassas olarak bilinmektedir (Ali vd. 2021; Youssef vd., 2021). Tek yıllık çim çeşitlerinde çimlendirme sonuçları toplu olarak değerlendirildiğinde artan tuz dozları çimlenme yüzdesinde bir değişime neden olmamıştır. Ancak artan tuz dozları çimlenme süresinin uzamasına, sürgün ve kök uzunluğu ile fide yaş ağırlığının azalmasına neden olmuştur. Artan tuz stresine bağlı olarak büyümede meydana gelen azalma macar fiği (Aşçı ve Üney, 2016), Agropyron türleri (Sheikh-Mohamadi vd., 2017), çayır üçgülü (Tolan vd., 2017), çok yıllık çim (Yılmaz ve Kısakürek, 2018) ve tek yıllık çim (Soysal vd.,2021) gibi birçok bitki türünde farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmektedir. Sürgün ve kök uzunluğu ile gelişmedeki azalma Na^+ ve Cl^- 'un neden olduğu iyon toksisitesinden veya su ve besin maddesi alımının azalmasına neden olan ozmotik potansiyeldeki düşüşten kaynaklanmış olabilir (İbrahim vd., 2019; Shiade ve Bolet; 2020; Ali vd., 2021)

3.2. Saksı Denemeleri

Sera koşullarında yürütülen denemede Grasslands Bill, Koga, Trinova ve Vivaro tek yıllık çim çeşitlerinin vejetatif gelişim döneminde tuz stresine tepkileri araştırılmış bu amaçla yaklaşık 80 günlük büyüme periyodundan sonra bitki boyu, kardeş sayısı, toprak üstü yaş ve kuru ağırlık, protein oranı (%), klorofil miktarı (SPAD), Na^+ ve K^+ (mg/kg) miktarı, prolin miktarı ve bazı antioksidan enzim aktiviteleri incelenmiştir.

3.2.1. Bitki Boyu ve Kardeş Sayısı

Farklı tuz dozlarının bazı tek yıllık çim çeşitlerinin bitki boyu ve kardeş sayısı üzerine etkilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.7'de verilmiştir. Tablo 3.7. incelendiğinde bitki boyu ve kardeş sayısı bakımından çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit \times tuz dozu interaksiyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 3.7. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin bitki boyu ve kardeş sayısına ilişkin varyans analizi tablosu

V.K.	S.D	Bitki Boyu (cm)		Kardeş Sayısı (adet)	
		K.O.	F	K.O.	F
Çeşit (A)	3	335.431	178.559**	28.960	31.158**
Tuz dozu (B)	4	521.525	277.622**	85.465	91.951**
A X B	12	8.985	4.783**	4.398	4.732**
Hata	40	1.879		0.929	
Genel	59				

**:%1 düzeyinde önemli

Farklı NaCl dozlarında çimlendirilen tek yıllık çim çeşitlerinin bitki boyu ve kardeş sayıları Tablo 3.8.'te verilmiştir. Tablo incelendiğinde en yüksek bitki boyu 52.11 cm ile Trinova çeşidinde 2.5 dS/m tuz uygulamasından en düşük bitki boyu değeri ise 26.44 cm ile Vivaro çeşidinde 10 dS/m tuz uygulamasından elde edilmiştir. Trinova ve Vivaro çeşitlerinde kontrol ve 2.5 dS/m tuz uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Diğer çeşitlerde artan tuz dozlarına bağlı olarak bitki boyu değeri azalmıştır.

Tuz dozları incelendiğinde en yüksek bitki boyu 47.31 cm ile kontrol uygulamasında tespit edilirken, en düşük 31.31 cm ile 10 dS/m tuz uygulamasında tespit edilmiştir. Artan tuz dozlarına bağlı olarak bitki boyu önemli ölçüde kısalmıştır. Çeşitler incelendiğinde ise en yüksek değer 46.98 cm ile Trinova çeşidinde bunu 39.07 cm ile Grasslands Bill, 37.0 cm ile Vivaro ve 36.89 cm ile Koga çeşitleri izlemiştir. Çeşitler arasında farklılıklar bitki boyu bakımından farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Farklı tuz dozlarında bazı tek yıllık çim çeşitlerinin kardeş sayıları incelendiğinde en yüksek kardeş sayısı değeri 17.73 adet ile Grasslands Bill çeşidinde 2.5 dS/m tuz uygulamasından elde edilirken en düşük 7.08 adet ile Vivaro çeşidinin 10 dS/m tuz uygulamasından elde edilmiştir. Grasslands Bill ve Koga çeşitlerinde en yüksek değerler 2.5 dS/m tuz uygulamasından elde edilmiş olup, tüm çeşitlerde kontrol ve 2.5 dS/m tuz uygulaması aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Grasslands Bill ve Vivaro çeşitlerinde kardeş sayısında 5, 7.5 ve 10 dS/m tuz uygulamalarında dozlardaki artışa bağlı olarak istatistiksel olarak önemli bir düşüş belirlenmiştir.

Tuz dozları incelendiğinde en yüksek kardeş sayısı değeri 16.01 adet ile kontrol uygulamasında elde edilirken 2.5 dS/m ile arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En düşük değer ise 9.72 adet ile 10 dS/m tuz uygulamasında tespit edilmiştir. Çeşitler kardeş sayısı ortalamaları bakımından karşılaştırıldığında en yüksek kardeş sayısı 14.45 adet ile Grasslands Bill çeşidinden elde edilirken bunu 14.18 adet ile Koga, 12.06 adet ile Vivaro ve 11.79 adet ile Trinova çeşitleri takip etmiştir.

Tablo 3.8. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin bitki boyu ve kardeş sayısı ortalamaları

NaCl dozları (dS/m)	Bitki Boyu (cm)				
	Çeşitler				
	Grasslands Bill	Koga	Trinova	Vivaro	Ortalama
Kontrol	48.00 b ¹	44.22 c	51.00 a	46.00 bc	47.31 A²
2.5	44.33 c	41.45 d	52.11 a	43.78 c	45.42 B
5	40.00 d	35.66 ef	47.67 b	37.00 e	40.08 C
7.5	34.22 fg	33.11 g	44.11 c	32.78 g	36.06 D
10	28.78 h	30.00 h	40.00 d	26.44 ı	31.31 E
Ortalama	39.07 B³	36.89 C	46.98 A	37.20 C	
Kardeş Sayısı (adet)					
Kontrol	17.20 ab ¹	15.67 bcd	14.63 def	16.55 abc	16.01 A²
2.5	17.73 a	16.60 abc	12.87 fgh	15.13 cde	15.58 A
5	14.47 def	13.60 efg	10.53 jkl	12.20 ghıj	12.70 B
7.5	12.40 ghı	13.65 efg	11.00 ijkl	9.33 l	11.60 C
10	10.47 jkl	11.40 hjk	9.93 kl	7.08 m	9.72 D
Ortalama	14.45A³	14.18 A	11.79 B	12.06 B	

¹Aynı satırda ve sütunda farklı küçük harfler, ²aynı sütunda farklı büyük harfler, ³aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemlidir.

3.2.2. Toprak üstü yaş ve kuru ağırlık

Farklı tuz dozlarının bazı tek yıllık çim çeşitlerinin toprak üstü yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.9'de verilmiştir. Tablo 3.9. incelendiğinde toprak üstü yaş ağırlığı bakımından çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %1 düzeyinde, toprak üstü kuru ağırlığı bakımından ise çeşitler arasındaki farklılıklar %5, tuz dozları arasındaki farklılıklar ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 3.9. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin toprak üstü yaş ve kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi tablosu

V.K.	S.D	Toprak Üstü Yaş Ağırlığı		Toprak Üstü Kuru Ağırlığı	
		K.O.	F	K.O.	F
Çeşit (A)	3	28.256	12.651**	1.348	3.456*
Tuz dozu (B)	4	483.835	216.618**	16.112	41.304**
A X B	12	2.875	1.287	0.371	0.950
Hata	40	2.234		0.390	
Genel	59				

*:%5, **:%1 düzeyinde önemli

Farklı tek yıllık çim çeşitlerinin kontrol ve tuz stresi altındaki toprak üstü yaş ve kuru ağırlık değerleri Tablo 3.10'da verilmiştir. Tablo 3.10 incelendiğinde en yüksek toprak üstü yaş ağırlığı 30.49 ile kontrol grubunda, en düşük ise 14.42 g ile 10 dS/m tuz uygulamasından elde edilmiştir. Artan tuz dozlarıyla beraber toprak üstü yaş ağırlıkta azalma meydana gelmiştir. Benzer şekilde artan tuz dozları ile toprak üstü kuru ağırlıkta da azalma meydana gelmiş ve en yüksek kuru ağırlık değeri kontrol grubunda, en düşük değer ise 10 dS/m uygulamasında belirlenmiştir. Çeşitler arasında da toprak yaş ve kuru ağırlıkları bakımından farklılıklar elde edilmiş en yüksek değerler Trinova çeşidinden elde edilmiştir.

Bilindiği gibi yüksek konsantrasyonda Na ve Cl iyonları, bitkiler için ölümcül biyokimyasal süreçlere yol açabilmektedir (Chartzoulakis ve Klapaki, 2000; Xu vd. 2020). Sodyum ve klorür toksisitesi sadece beslenme bozukluklarına neden olmakla kalmaz, aynı zamanda toprak çözeltilerinin ozmotik potansiyelini düşürerek fizyolojik kuraklığa da neden olmaktadır (Sheldon vd., 2017). Ayrıca toprak tuzluluğu, bitkinin topraktan su almasını engelleyerek hücre sel suyun azalmasına neden olarak hücre turgorunu etkiler, bitkideki fotosentetik aktiviteyi olumsuz etkiler ve reaktif oksijen türlerinin (ROT) üretimini teşvik ederek bitki büyümesini azalmasına neden olmaktadır (Sairam vd., 2002; Shadid vd., 2020; Feng vd., 2021). İncelenen dört tek yıllık çim çeşidinde tuz stresinin bitki büyümesini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Genel olarak tuz dozlarına da bağlı olarak bitki boyu, kardeş sayısı, toprak üstü yaş ve kuru ağırlıklarda düşüş kaydedilmiştir. Benzer şekilde Al-Khateeb (2006) *Panicum turgidum*'da 50 mM'ın

üzerinde NaCl dozlarının sürgün, kök ve toplam kuru ağırlıklarda önemli düşümlere neden olduğunu; Hu vd, (2014) çok yıllık çimde %0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 NaCl uygulamasının kontrole göre yüzde bağıl büyüme oranını %27.19, 46.9, 62.71 ve 62.59 oranında düşürdüğünü; Al-Ghumaiz vd (2017) çok yıllık çim, kamışsı yumak ve domuz ayrığında artan NaCl dozlarında kuru ağırlıkların önemli ölçüde düştüğünü; Xu vd. (2020) çok yıllık çimde kontrole göre sürgün yaş ağırlığının %3.2, 6.4 ve 12.8 NaCl uygulamasında, kök yaş ağırlığının ise tüm NaCl uygulamalarında önemli ölçüde düşüş gösterdiğini; Xie vd. (2021) İtalyan çimi çeşitlerinde 200 mM NaCl uygulamasında kontrole göre sürgün ve kök büyüme oranlarının %47.5 ve 46 oranında düştüğünü bildirmektedir.

Tablo 3.10. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin toprak üstü yaş ve kuru ağırlık ortalamaları (mg /sürgün)

NaCl dozları (dS/m)	Toprak Üstü Yaş Ağırlığı (g/bitki)				
	Çeşitler				
	Grasslands Bill	Koga	Trinova	Vivaro	Ortalama
Kontrol	29.27	28.98	33.77	29.94	30.49 A²
2.5	25.83	24.84	27.68	23.86	25.55 B
5	19.42	20.32	21.41	20.12	20.32 C
7.5	16.64	19.22	19.54	16.26	17.91 D
10	13.16	15.26	16.02	13.26	14.42 E
Ortalama	20.86 B²	21.73 B	23.68 A	20.69 B	
Toprak Üstü Kuru Ağırlığı (g/bitki)					
Kontrol	10.53	9.96	11.33	10.77	10.65 A²
2.5	9.71	9.13	10.15	9.30	9.57 B
5	8.74	8.29	9.00	8.95	8.74 C
7.5	8.09	8.79	8.67	7.84	8.35 C
10	7.37	7.77	8.04	7.41	7.65 D
Ortalama	8.89 B²	8.79 B	9.44 A	8.86 B	

¹Aynı satırda ve sütunda farklı küçük harfler, ²aynı sütunda farklı büyük harfler, ³aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemlidir.

3.2.3. Protein oranı ve klorofil miktarı (SPAD)

Farklı tuz dozlarının bazı tek yıllık çim çeşitlerinin protein oranı ve klorofil miktarları üzerine etkilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.11'de verilmiştir. Tablo 3.11. incelendiğinde protein oranı bakımından çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar

istatistiksel olarak %1 düzeyinde, klorofil miktarı bakımından ise sadece tuz dozları arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 3.11. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinde protein oranı ve klorofil içeriğine ilişkin varyans analizi tablosu

V.K.	S.D	Protein Oranı (%)		Klorofil miktarı (SPAD)	
		K.O.	F	K.O.	F
Çeşit (A)	3	5.294	11.750**	6.389	1.014
Tuz dozu (B)	4	12.604	27.977**	87.556	13.903**
A X B	12	0.557	1.237	10.945	1.738
Hata	40	0.451		6.298	
Genel	59				

**:%1 düzeyinde önemli

Tablo 3.12’de farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin protein oranları incelendiğinde kontrole göre bütün tuz dozlarında kuru maddede protein oranının arttığı görülmektedir. En yüksek protein oranı %7.89 ile 10 dS/m tuz uygulamasında elde edilmiş olup, 5 ve 7.5 dS/m uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Çeşitler arasında en yüksek protein oranı 7.39 ile Koga çeşidinde belirlenmiş olup, Vivaro ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Daha önce yapılan araştırmalarda bulgularımıza benzer şekilde Kaplan vd. (2017) *Festuca arundinacea*’da, Sarker vd. (2018) *Amaranthus tricolor*’da artan tuz dozlarına bağlı olarak ham protein oranının arttığını, Xie vd. (2021) ise İtalyan çiminde tuz stresinin kontrole göre ham protein oranını artırmadığını belirlemişlerdir. Nadeem vd. (2020) buğdayda tuz stresi protein miktarını artırırken, protein kalitesini düşürdüğünü ve tuz stresinin protein üzerinde olumlu veya olumsuz etkilere sahip olduğunu bildirmektedir.

Klorofil miktarları incelendiğinde benzer şekilde kontrol uygulamasına göre bütün tuz dozlarında klorofil miktarı artmıştır. En yüksek klorofil miktarı 2.5 dS/m tuz dozundan elde edilmiş olup klorofil miktarında 10 dS/m tuz dozunda 2.5, 5 ve 7.5 dS/m tuz dozlarına göre istatistiksel olarak önemli bir düşüş elde edilmiştir. Benzer şekilde Xie vd. (2021) İtalyan çiminde kontrole göre 200 mM NaCl uygulamasında klorofil miktarının arttığını bildirmektedir. Bu durum Munns ve Tester, (2008) tarafından tuz stresinin

bitkilerde daha küçük, daha kalın yapraklara neden olan ve birim yaprak alanı başına daha yüksek kloroplast yoğunluğuyla sonuçlanan hücre anatomisindeki değişikliklerle açıklanmaktadır

Tablo 3.12. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin protein oranı ve klorofil miktarları

NaCl dozları (dS/m)	Protein Oranı (%)				
	Çeşitler				
	Grasslands Bill	Koga	Trinova	Vivaro	Ortalama
Kontrol	4.27	6.02	5.72	5.52	5.38 C²
2.5	6.83	8.14	6.90	6.64	7.13 B
5	7.07	8.55	7.39	8.20	7.80 A
7.5	6.99	8.14	6.99	7.75	7.47 AB
10	6.93	8.15	7.66	8.84	7.89 A
Ortalama	6.42 B³	7.39 A	6.93 B	7.38 A	
Klorofil miktarı (SPAD)					
Kontrol	37.13	41.07	34.97	35.20	37.09 C²
2.5	42.43	44.73	45.17	43.53	43.97 A
5	43.70	40.97	42.33	41.17	42.04 A
7.5	42.20	41.37	43.77	43.33	42.67 A
10	42.83	39.67	38.97	37.93	39.85 B
Ortalama	41.66	41.56	41.04	40.23	

¹Aynı satırda ve sütunda farklı küçük harfler, ²aynı sütunda farklı büyük harfler, ³aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemlidir.

3.2.4. Na⁺ ve K⁺ miktarları

Farklı tuz dozlarının bazı tek yıllık çim çeşitlerinin kuru maddede Na⁺ ve K⁺ miktarları üzerine etkilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.13'de verilmiştir. Tablo 3.13. incelendiğinde kuru maddede Na⁺ ve K⁺ miktarları bakımından çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 3.13. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin kuru maddede Na⁺ ve K⁺ miktarına ilişkin varyans analizi tablosu

V.K.	S.D.	Na ⁺		K ⁺	
		K.O.	F	K.O.	F
Çeşit (A)	3	2396629.7	8.729**	73826948.8	35.670**
Tuz dozu (B)	4	69191037.3	251.999**	21160712.3	10.224**
A X B	12	1690037.6	6.155**	5400610.0	2.609*
Hata	40	274569.2		2069719.2	
Genel	59				

*:%5, **:%1 düzeyinde önemli

Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin kuru madde de Na⁺ ve K⁺ miktarları Tablo 3.14'te verilmiştir. Tuz dozları incelendiğinde artan tuz dozlarına bağlı olarak kuru maddede Na⁺ miktarının önemli ölçüde arttığı görülmektedir. En düşük Na⁺ miktarı 1075 mg/kg ile kontrol uygulamasından elde edilirken en yüksek 6971 mg/kg ile 10 dS/m tuz uygulamasından elde edilmiştir. Çeşitler içerisinde en düşük Na⁺ miktarı Koga çeşidinde belirlenmiştir. Çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuş Grasslands Bill, Koga ve Vivaro çeşitlerinde tuz dozlarındaki artışa bağlı olarak Na⁺ miktarı artarken Trinova çeşidinde 7.5 dS/m tuz dozunda sonra bir düşüş görülmektedir. Artan tuz dozlarına bağlı olarak kuru maddede Na⁺ miktarındaki artış, 5, 7.5 ve 10 dS/m'de Grasslands Bill ve Trinova çeşitlerinde Koga ve Viaro çeşitlerinden daha düşük tespit edilmiştir.

Artan tuz dozlarına bağlı olarak kuru madde de K⁺ miktarı incelendiğinde kontrole göre 2.5 ve 5 dS/m tuz dozlarında önemli bir azalış kaydedilmemiş ancak 7.5 ve 10 dS/m tuz dozlarında önemli düşüşler kaydedilmiştir. Potasyum miktarı en yüksek çeşit Koga iken en düşük çeşit Grasslands Bill olarak belirlenmiştir. Na⁺ ve K⁺ miktarları bakımından çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Grasslands Bill çeşidinde kontrol uygulamasına göre uygulanan tuz dozlarında istatistiksel bir farklılık ortaya çıkmamış ancak Trinova çeşidinde kontrole göre artan tuz dozlarında önemli bir düşüş ortaya çıkmıştır.

Artan tuz dozlarına bağlı olarak tek yıllık çim çeşitlerinde Na^+ miktarında önemli bir artış belirlenmiştir. Benzer şekilde Feng vd. (2021) İtalyan çimi çeşitlerinde tuz stresi altında kontrol grubuna göre daha fazla Na^+ alımı gerçekleştiğini, Xie vd. (2021) İtalya çimi çeşitlerinde NaCl uygulamasında Na^+ alımının arttığını K^+ alımının ise önemli derecede düştüğünü, Li vd. (2017) çok yıllık çimde artan tuz dozlarına bağlı olarak Na^+ alımının arttığını K^+ alımının ise kontrole göre azaldığını bildirmektedir. Kuşvuran vd. (2008) kavunda büyümede azalmanın en önemli nedenlerinden birisinin toksik düzeyde biriken Na^+ iyonu konsantrasyonu olduğunu, Feng vd. (2021) ise bitki tuz toleransının anahtar mekanizması, Na^+ 'nın topraktan köke ve kökten yaprağa taşınmasını düzenleme yeteneği ile ilişki olduğunu ve genel olarak, tuza dayanıklı bitkiler, Na^+ alımı üzerinde tuza duyarlı bitkilerden daha fazla kontrole sahip olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 3.14. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin kuru madde de Na^+ ve K^+ miktarları (mg /kg)

NaCl dozları (dS/m)	Na ⁺				
	Çeşitler				
	Grasslands Bill	Koga	Trinova	Vivaro	Ortalama
Kontrol	1410 l ¹	692 l	1343 l	854 l	1075 E²
2.5	3347 ij	2289 k	4616 fgh	2518 jk	3192 D
5	5254 efg	4141 h ₁	5390 def	4369 gh	4788 C
7.5	6241 bcd	5623 de	6766 bc	6782 bc	6353 B
10	6875 a	6716 bc	5873 cde	8421 a	6971 A
Ortalama	4625 A³	3892 B	4798 A	4589 A	
K ⁺					
Kontrol	18570 gh ₁	23446 abc	22436 bcd	20889 c-g	21335 A²
2.5	18232 gh ₁	25606 a	18166 gh ₁	20847 c-g	20713 A
5	18283 gh ₁	24398 ab	19216 fgh	21444 c-f	20835 A
7.5	18267gh ₁	22216 b-e	17618 h ₁	17885 h ₁	18997 B
10	16176 l	19588 e-h	17452 h ₁	19784 d-h	18250 B
Ortalama	17906 D³	23051 A	18978 C	20170 B	

¹Aynı satırda ve sütunda farklı küçük harfler, ²aynı sütunda farklı büyük harfler, ³aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemlidir.

3.2.5. Süperoksit Dismutaz (SOD) ve Peroksidaz (POD) enzim aktiviteleri

Farklı tuz dozlarının bazı tek yıllık çim çeşitlerinin SOD ve POD aktiviteleri üzerine etkilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.15'de verilmiştir. Tablo 3.15. incelendiğinde SOD aktivitesi bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar %1, tuz dozları arasındaki farklılıklar ise %5 düzeyinde önemli POD aktivitesi bakımından ise çeşitler ve

tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin SOD ve POD aktiviteleri Tablo 3.15'te verilmiştir.

Tablo 3.15. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin SOD ve POD aktivitelerine ilişkin varyans analizi tablosu

V.K.	S.D	SOD		POD	
		K.O.	F	K.O.	F
Çeşit (A)	3	1380.684	13.654**	22299508	11.135**
Tuz dozu (B)	4	318.181	3.147*	8421302	4.205**
A X B	12	180.409	1.784	11298046	5.642**
Hata	40	101.118		2002629	
Genel	59				

*:%5, **:%1 düzeyinde önemli

Çeşitlerin SOD aktiviteleri incelendiğinde en yüksek değer 239 EU/g yaprak ile Koga çeşidinden elde edilmiş olup bunu sırasıyla 230, 221 ve 217 EU/g yaprak ile Grasslands Bill, Trinova ve Vivaro çeşitleri izlemiştir. Tuz dozları incelendiğinde kontrole göre 2.5, 7.5 ve 10 dS/m tuz uygulamalarında SOD aktivitesinde azalma meydana gelmiştir.

Çeşitlerin POD aktiviteleri incelendiğinde ise en yüksek değer 10982 EU/g yaprak ile Vivaro çeşidinden elde edilirken bunu sırasıyla 10051, 9952 ve 8010 EU/g yaprak ile Koga, Grasslands Bill ve Trinova çeşitleri izlemiştir. Grasslands Bill çeşidinde kontrole göre artan tuz dozlarında POD aktivitesi artmıştır. Koga çeşidinde 2.5 ve 5 dS/m tuz dozlarında, Trinova çeşidinde ise 5 dS/m tuz dozunda kontrole göre POD aktivitesi düşmüştür. Vivaro çeşidinde ise uygulamalar arasında kontrole göre bir farklılık elde edilmemiştir.

Bitkilerde tuz stresi süperoksit radikalleri, hidrojen peroksit ve hidroksi radikaller gibi bazı reaktif oksijen türlerinin (ROT) aşırı üretimi ile oksidatif strese neden olmaktadır (Shahid vd. 2020). Tuz stresinin neden olduğu aşırı ROT birikimi membran lipitlerinde, proteinlerde, nükleik asitlerde ve nihayetinde hücresel yapıda sitotoksik oksidatif hasarlara yol açabilir (Hu vd., 2012). Bitkiler genellikle ROT'u temizlemek için enzimatik (SOD, POD, CAT... vb) ve enzimatik olmayan (GSH, glutatyon redüktaz,

fenolik bileşikler.. vb) savunma sistemleri geliştirmiştir (Hu vd., 2012; Feng vd., 2020; Shadid et al., 2020). SOD, ROT'lara karşı ilk savunma hattını oluşturmakta ve ROT'ların detoksifikasyonunda primer yakalayıcı olarak, POD ise esas olarak apoplastik boşluklarda ve vakuolde bulunmakta ve H₂O₂'nin H₂O ve O₂'ye katalize edilmesinde görev almaktadır (Hu vd., 2012; Sheikh-Mohamadi vd., 2017). Sheikh-Mohamadi vd. (2017) tuza toleranslı genotiplerin tuz stresi altında süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve peroksidaz (POD) gibi yüksek enzimatik aktivite gösterdiklerini, Feng vd. (2021) ise İtalyan çiminde yürüttükleri çalışmada tuz stresi altında her iki çeşidin (tuza toleranslı ve duyarlı) yapraklarında SOD ve POD seviyelerinin arttığını ve tuza duyarlı çeşitte tuza dayanıklı çeşitten daha yüksek bir artış olduğunu, kontrol koşulları altında iki çeşit arasında SOD ve POD aktivitesinde önemli bir fark belirlenmediğini ifade etmiştir. Bununla birlikte, tuz stresine maruz kaldığında hassas çeşitte SOD ve POD seviyelerinin, toleranslı çeşitten önemli ölçüde daha yüksek olduğunu bildirmektedir. Rahimi vd. (2021) çok yıllık çimde tuz uygulaması ise POD aktivitesinin kontrole göre arttığını, SOD aktivitesinin ise düşük tuz dozunda arttığını bildirmektedir. Akbari vd. (2020) fıstıkta yürüttüğü çalışmada antioksidan enzim aktivitelerinin çeşide zamana ve tuz dozuna bağlı olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 3.16. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin SOD ve POD aktiviteleri

NaCl dozları	SOD (EU/g yaprak)				
	Çeşitler				
	Grasslands Bill	Koga	Trinova	Vivaro	Ortalama
Kontrol	250	239	226	224	235 A²
2.5	227	235	206	232	225 B
5	232	244	225	217	229 AB
7.5	222	244	213	214	223 B
10	220	232	215	221	222 B
Ortalama	230 B³	239 A	217 C	221 C	
POD (EU/g yaprak)					
Kontrol	6700 h ₁	11775 ab	8718 c-h	11852 ab	9761 ABC²
2.5	7642 gh ₁	8297 e-h	8690 c-h	12541 a	9293 BC
5	11750 ab	7911 fgh	5279 ₁	9336 b-h	8569 C
7.5	12555 a	10876 a-e	8743 c-h	10579 a-f	10688 A
10	11114 a-d	11395 abc	8622 d-h	10153 a-g	10321 AB
Ortalama	9952 A³	10051 A	8010 B	10982 A	

¹Aynı satırda ve sütunda farklı küçük harfler, ²aynı sütunda farklı büyük harfler, ³aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemlidir.

3.2.6. Prolin ve Katalaz

Farklı tuz dozlarının bazı tek yıllık çim çeşitlerinin prolin miktarı ve katalaz enzim aktivitesi üzerine etkilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.17’de verilmiştir. Tablo 3.17. incelendiğinde prolin miktarı ve katalaz aktivitesi bakımından çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin prolin miktarı ve katalaz aktivitelerine ait ortalama değerler Tablo 3.18.’te verilmiştir.

Tablo 3.17. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin prolin ve katalaz miktarına ilişkin varyans analizi tablosu

V.K.	S.D	Prolin		Katalaz	
		K.O.	F	K.O.	F
Çeşit (A)	3	3.494	94.295**	2205568.60	57.561**
Tuz dozu (B)	4	3.900	105.258**	652590.90	17.031**
A X B	12	2.348	63.382**	478202.10	12.480**
Hata	40	0.037		38316.75	
Genel	59				

**:%1 düzeyinde önemli

Tek yıllık çim çeşitlerinin prolin miktarları incelendiğinde en yüksek değer 8.495 mg/g ile Vivaro çeşidinden elde edilirken bunu 7.713 mg/g Koga çeşidi, 7.511 ve 7.446 mg/g Trinova ve Grasslands Bill çeşitleri takip etmiştir. Artan tuz dozlarında kontrole göre prolin miktarının arttığı tespit edilmiştir. Ancak çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çeşit × tuz dozu interaksyonunda Grasslands Bill çeşidinde 5, 7.5 ve 10 dS/m tuz uygulamalarında, Koga çeşidinde tüm tuz dozlarında, Trinova çeşidinde sadece 2.5 dS/m tuz dozunda ve Vivaro çeşidinde tüm tuz dozlarında prolin miktarında kontrole göre önemli artışlar elde edilmiştir. Bitkilerde tuzluluğa yanıt olarak, prolin gibi çok sayıda çözünen madde birikir, prolin, membran bütünlüğünü koruyan ve enzimleri ve diğer proteinleri stabilize eden reaktif oksijen türlerini detoksifiye ederek ve osmoregülasyon sağlayarak bitkilerde stres koruması sağlamaktadır (Seikh-Mohamadi vd., 2017; Hnilickova vd. 2021). Bu çalışmada çeşitlere göre değişmekle birlikte kontrole göre tuz uygulamalarında prolin miktarının arttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Seikh-

Mohamadi vd. (2017) bazı *Agropyron* tür ve genotiplerinde, Rahimi vd. (2021) *Lolium perenne*'de ve Hnilickova vd. (2021) *Portulaca oleracea*'da tuz uygulamalarının prolin miktarını artırdığını bildirmektedirler.

Tek yıllık çim çeşitlerinin katalaz aktivitesi incelendiğinde ise en yüksek katalaz aktivitesi 1287 EU/g yaprak ile Vivaro çeşidine belirlenmiş bunu sırasıyla 886 EU/g yaprak ile Koga, 497 EU/g yaprak ile Trinova ve 475 EU/g yaprak ile Grasslands Bill çeşitleri takip etmiştir. Artan tuz dozlarında kontrole göre katalaz aktivitesi artmıştır. Ancak çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Vivaro çeşidinde tüm dozlarında kontrole göre katalaz aktivitesi artarken, Grasslands Bill çeşidinde 5, ve 10 dS/m tuz uygulamalarında, Koga çeşidinde ise 10 dS/m tuz uygulamasında kontrole göre artış belirlenmiştir. Trinova çeşidinde ise uygulamalar arasında önemli bir farklılık kaydedilmemiştir. Sheikh-Mohamadi vd. (2017) bazı *Agropyron* tür ve genotiplerinde bazı genotiplerde tuz stresi altında CAT aktivitesi bakımından bir değişim olmazken bazı genotiplerde 50 ve 100 mM NaCl uygulamalarında CAT aktivitesinin arttığını 150 mM'da ise azaldığını bildirmektedir.

Tablo 3.18. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tek yıllık çim çeşitlerinin prolin miktarı ve katalaz aktivitesine ait ortalama değerler

NaCl dozları	Prolin (mg/g)				
	Çeşitler				
	Grasslands Bill	Koga	Trinova	Vivaro	Ortalama
Kontrol	7.747 e ¹	4.807 ı	7.139 fg	7.660 e	6.838 C²
2.5	7.459 ef	8.148 d	8.326 cd	8.922 a	8.214 A
5	7.047 g	8.542 bc	7.457 ef	8.361 cd	7.852 B
7.5	8.410 cd	8.549 bc	7.182 fg	8.854 ab	8.249 A
10	6.567 h	8.517 bc	7.449 ef	8.676 abc	7.800 B
Ortalama	7.446 C³	7.713 B	7.511 C	8.495 A	
Katalaz (EU/g yaprak)					
Kontrol	260 h ¹	808 def	504 fgh	400 gh	493 C2
2.5	272 h	816 def	476 fgh	2466 a	1008 A
5	674 efg	720 efg	404 gh	1088 cd	722 B
7.5	452 fgh	804 def	436 fgh	984 cde	669 B
10	718 efg	1284 bc	664 efg	1496 b	1041 A
Ortalama	475 C³	886 B	497 C	1287 A	

¹Aynı satırda ve sütunda farklı küçük harfler, ²aynı sütunda farklı büyük harfler, ³aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemlidir.

4. BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma kapsamında bazı tek yıllık çim çeşitlerinin (*Lolium multiflorum* Lam.) tuz stresine tepkileri çimlenme ve fide gelişim ile vejetatif büyüme döneminde incelenmiştir. Bu amaçla Grasslands Bill, Koga, Trinova ve Vivaro çeşitleri kullanılmıştır. Denemeler laboratuvar ve sera koşullarında yürütülmüş olup çimlendirme denemelerinde 0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m NaCl dozları, serada saksı denemelerinde ise 0, 2.5, 5 ve 10 dS/m NaCl dozları denenmiştir.

Laboratuvarda yürütülen çimlendirme denemelerinde çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlığı ile sürgün- kök kuru ağırlıkları incelenmiştir. Çimlenme yüzdesi bakımından tuz dozları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunurken çeşitler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. En yüksek çimlenme yüzdesi Grasslands Bill, Koga ve Trinova çeşitlerinden elde edilmiştir. Ortalama çimlenme süresinde çeşitler, tuz dozları ve çeşit × tuz dozu interaksyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşit × tuz dozu interaksyonunda Grasslands Bill çeşidinde 20 dS/m, Trinova çeşidinde 15 dS/m ve üzerinde, Koga çeşidinde 10 dS/m ve üzerinde, Vivaro çeşidinde ise tüm tuz dozlarında ortalama çimlenme süresi kontrole göre uzamıştır. Çeşitler içerisinde en az ortalama çimlenme süresini uzatan çeşitler Grasslands Bill ve Trinova çeşitleri olmuştur.

Sürgün ve kök uzunluğu bakımından ise çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Trinova ve Vivaro çeşitlerinde artan tuz dozları kontrole göre sürgün uzunluğunun

azalmasına, Grasslands Bill ve Koga çeşitlerinde ise 10 dS/m ve üzerindeki tuz dozları sürgün uzunluğunun azalmasına neden olmuştur. Kök uzunluğunu incelediğimizde Grasslands Bill ve Vivaro çeşitlerinde 10 dS/m ve üzerinde diğer çeşitlerde ise tüm dozlarda kontrole göre azalma belirlenmiştir.

Fide yaş ağırlığı bakımından çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken fide kuru ağırlığında sadece çeşitler arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek fide yaş ağırlığı 66.30 g ile Trinova çeşidinde kontrol uygulamasında elde edilirken en düşük yine Trinova çeşidinde 20 dS/m tuz uygulamasında elde edilmiştir. Trinova çeşidinde tüm tuz dozlarında diğer çeşitlere göre fide yaş ağırlığında belirgin azalma belirlenmiştir.

Saksı denemeleri sera koşullarında yürütülmüş olup yaklaşık 80 günlük büyüme periyodunun sonunda bitki boyu, kardeş sayısı, toprak üstü yaş ve kuru ağırlık, protein oranı (%), klorofil miktarı (SPAD), Na⁺ ve K⁺ (mg/kg) miktarı, prolin miktarı ve bazı antioksidan enzim aktiviteleri incelenmiştir.

Saksı denemeleri incelendiğinde bitki boyu ve kardeş sayısı bakımından çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Trinova ve Vivaro çeşitlerinde 2.5 dS/m tuz dozu dışında diğer dozlarda Grasslands Bill ve Koga çeşitlerinden ise tüm tuz dozlarında kontrole göre bitki boyu kısalmıştır. Kardeş sayısında ise tüm çeşitlerde 5, 7.5 ve 10 dS/m tuz dozlarında kontrole göre önemli düzeyde azalma meydana gelmiştir. Özellikle Vivaro çeşidinde 7.5 ve 10 dS/m tuz dozlarında kardeş sayısında kontrol uygulamasına göre önemli düzeyde düşüş belirlenmiştir.

Toprak üstü yaş ve kuru ağırlıklarda çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Artan tuz dozlarına bağlı olarak toprak üstü yaş ve kuru ağırlıklar azalmıştır.

Protein oranında çeşitler ve tuz dozları, klorofil miktarında ise tuz dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli çıkmıştır. Tüm tuz dozlarında kontrole göre protein oranı ve klorofil miktarı artmıştır.

Kuru maddede Na^+ ve K^+ miktarları incelendiğinde çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit \times tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrole göre tuz uygulamaları Na^+ miktarının artmasına neden olmuştur. Artan tuz dozlarına bağlı olarak kuru maddede Na^+ miktarındaki artış 5, 7.5 ve 10 dS/m'de Grasslands Bill ve Trinova çeşitlerinde Koga ve Vivaro çeşitlerinden daha düşük tespit edilmiştir. Artan tuz dozlarına bağlı olarak kuru madde de K^+ miktarında kontrole göre Grasslands Bill çeşidinde önemli bir düşüş elde edilmezken Trinova çeşidinde tüm tuz dozlarında kontrole göre önemli düşüş elde edilmiştir.

SOD aktivitesinde çeşitler arasındaki farklılıklar %1, tuz dozları arasındaki farklılıklar ise %5 düzeyinde önemli, POD aktivitesinde ise çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit \times tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tuz dozları incelendiğinde SOD aktivitesinde kontrole göre 2.5, 7.5 ve 10 dS/m tuz uygulamalarında azalma meydana gelmiştir. Grasslands Bill çeşidinde kontrole göre artan tuz dozlarında POD aktivitesi artmıştır. Koga çeşidinde 2.5 ve 5 dS/m tuz dozlarında, Trinova çeşidinde ise 5 dS/m tuz dozunda kontrole göre POD aktivitesi düşmüştür. Vivaro çeşidinde ise tuz uygulamaları arasında kontrole göre bir farklılık elde edilmemiştir. Prolin miktarı ve katalaz aktivitesi bakımından çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit \times tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Grasslands Bill çeşidinde 5, 7.5 ve 10 dS/m tuz uygulamalarında, Koga çeşidinde tüm tuz dozlarında, Trinova çeşidinde sadece 2.5 dS/m tuz dozunda ve Vivaro çeşidinde tüm tuz dozlarında prolin miktarında kontrole göre önemli artışlar elde edilmiştir. Katalaz aktivitesinde ise Vivaro çeşidinde tüm dozlarında kontrole göre katalaz aktivitesi artarken, Grasslands Bill çeşidinde 5 ve 10 dS/m tuz uygulamalarında, Koga çeşidinde ise 10 dS/m tuz uygulamasında kontrole göre artış belirlenmiştir. Trinova çeşidinde ise uygulamalar arasında önemli bir farklılık kaydedilmemiştir.

Yapılan bu araştırma ile incelenen tuz dozlarının tek yıllık çim çeşitlerinin çimlenmesini etkilemediği ancak fide büyümesini ve gelişimini geriletmediği belirlenmiştir. Çimlendirme denemeleri sonucunda tuz stresi altında sürgün ve kök uzunluğu ile fide yaş ağırlığında meydana gelen azalma miktarı ve ortalama çimlenme süresinde ortaya çıkan uzama toplu olarak değerlendirildiğinde Grasslands Bill çeşidinin ön plana çıktığı söylenebilir. Saksı denemelerinde de tuz stresi bitki büyümesinde (bitki boyu, kardeş sayısı, toprak üstü yaş ve kuru ağırlıkların) gerilemeye neden olmuştur. Tek yıllık çim çeşitlerinin tuz stresine

tepkilerinin daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyabilmek için farklı gelişim dönemlerinde zamana bağlı olarak fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerin incelenmesi ve moleküler düzeyde çalışmaların yapılması önerilmektedir.



KAYNAKÇA

1. Açıkgöz, E., 2021. Yem Bitkileri (Cilt 1). Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
2. Aganga A. A., Omphile U. J., Thema T., Wilson. L. Z., 2004. Chemical composition of ryegrass (*Lolium multiflorum*) at different stages of growth and ryegrass silages with additives. **Journal of Biological Sciences**, **4**(5): 645-649.
3. Agarwal, S., Pandey, V., 2004. Antioxidant Enzyme Responses to NaCl Stress in *Cassia angustifolia*. **Biologia Plantarum**, **48**:4,555–560.
4. Akbari, M., Katam, R., Husain, R., Farajpour, M., Mazzuca, S., Mahna, N., 2020. Sodium chloride induced stress responses of antioxidative activities in leaves and roots of pistachio rootstock. **Biomolecules**, **10**(2): 189.
5. Akinroluyo, O. K., Urbanavičiūtė, I., Jaškūnė, K., Kemešytė, V., Statkevičiūtė, G., 2019. differences in salt tolerance between diploid and autotetraploid lines of *Lolium multiflorum* at the germination and vegetative stages. **Zemdirbyste-Agriculture**, **106**(4): 329-336.
6. Alagöz, M., Türk, M., 2020. Farklı tuz konsantrasyonlarının çok yıllık çimin (*Lolium perenne* L.) çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. **Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences**, **7**(9): 1-6.
7. Al-Ghumaiz, N. S., Abd-Elmoniem, E. M., Motawei, M. I., 2017. Salt tolerance and K/Na ratio of some introduced forage grass species under salinity stress in irrigated areas. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, **48**(12): 1494-1502.
8. Ali, A.Y.A., Ibrahim, M.E.H., Zhou, G., Nimir, N. E. A., Elsiddig, A. M. I., Jiao, X., Zhu, G., Salih, E.G.I., Suliman, M.S.E.S., Elradi, S. B. M., 2021. Gibberellic acid and nitrogen efficiently protect early seedlings growth stage from salt stress damage in Sorghum. **Scientific Reports**, **11**(1): 6672.
9. Al-Khateeb, S.A., 2006. Effect of salinity and temperature on germination, growth and ion relations of *Panicum turgidum* Forssk. **Bioresource Technology**, **97**(2): 292-298.

10. Angelini, R., Federico, R., 1989. Histochemical Evidence of Polyamine Oxidation and Generation of Hydrogen Peroxide in the Cell Wall. **Journal of Plant Physiology** **135**: 212–217. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(89\)80179-8](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(89)80179-8)
11. Angelini, R., Manes, F., Federico, R., 1990. Spatial and functional correlation between diamine-oxidase and peroxidase activities and their dependence upon de-etiolation and wounding in chick-pea stems. **Planta** **182**:1 89–96.
12. Ashraf, M., Akhtar, N., 2004. Influence of salt stress on growth, ion accumulation and seed oil content in sweet fennel. **Biologia Plantarum**, **48**: 461-464.
13. Aşçı, Ö. Ö., Üney, H., 2016. Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi. **Akademik Ziraat Dergisi**, **5**(1): 29-34.
14. Balasko. J. A., Evers. G. W., Duell. R. W., 1995. Bluegrasses, ryegrasses and bentgrasses, forages an introduction to grassland agriculture, Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, (1):357-371.
15. Baytekin, H., Kızıllışımşek, M., Demiroğlu, G., 2009. Çim ve ayırık türleri. pp. 561-571. In:Yem Bitkileri, Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yem bitkileri (Eds. R., Avcıoğlu, R. Hatipoğlu, Y., Karadağ).T.C. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Yayınları, Ankara.
16. BUGEM, 2023. [https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/-Detay.-aspx?](https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/-Detay.-aspx?SayfaId=85) SayfaId=85. Erişim tarihi: 27.07.2023.
17. Callow. M. N., Michell. P., Baker. J. E., Hough. G. M., 2000. The effect of defoliation practice in Western Australia on tiller development of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) and Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum*) and Its association with forage quality. **Grass and Forage Science**, **55**(3): 232-241.
18. Carpıcı, E.B., Celik, N., Bayram, G., 2009. Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. **African Journal of Biotechnology**, **8**(19): 4918-4922.
19. Chartzoulakis, K., Klapaki, G., 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. **Scientia Horticulturae**, **86**(3): 247-260.

20. Çolak, E., 2015. Azotlu gübre dozlarının tek yıllık çim (*Lolium multiflorum Lam.*) çeşitlerinin ot verimi, kalitesi ve bazı tarımsal özelliklerine etkisi. Ankara Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara, 66 s.
21. Çulha, Ş., Çakırlar, H., 2011. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. **Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi**, **1** (2): 11-34.
22. Demirkol, G., Yılmaz, N., Aşçı, Ö.Ö., 2019. Tuz stresinin yem bezelyesi (*Pisum sativum ssp. arvense L.*) seçilmiş genotipinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi**, **22**(3): 354-359.
23. Elçi Ş., 2005. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Yayınları, Ankara, 486 s.
24. Ellis, R.H., Roberts, E.H., 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds, **Seed Science and Technology**, **9**: 373-409.
25. Ertekin, İ., Yılmaz, Ş., Atak, M., Can, E., Çelikleş, N., 2017. Tuz stresinin bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa L.*) çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri. **Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **22**(2): 10-18.
26. Esim, N., Atıcı, Ö., 2014. Nitrik Oksit'in Mısır (*Zea mays L*) Bitkisinde Oksidatif Stres ve Antioksidan Enzimler Üzerine Etkisi. **Türk Doga ve Fen Dergisi**, **3**: 21-25.
27. Feng, Q., Song, S., Yang, Y., Ameer, M., Chen, L., Xie, Y., 2021. Comparative physiological and metabolic analyzes of two Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) cultivars with contrasting salinity tolerance. **Physiologia Plantarum**, **172**(3):1688-1699 DOI: 10.1111/ppl.13374
28. Francois, L.E., Maas, E.V., Donovan, T.J., Youngs, V.L., 1986. Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of semi-dwarf and durum wheat1. **Agronomy Journal**, **78**(6): 1053-1058.
29. Gong, Y., Toivonen, P. M. A., Lau, O. L. and Wiersma, P. A., 2001. Antioxidant system level in 'Braeburn' apple is related to its browning disorder. **Bot. Bull. Acad. Sin.**, **42**: 259-264.

30. Hanslin, H.M., Eggen, T., 2005. Salinity tolerance during germination of seashore halophytes and salt-tolerant grass cultivars. **Seed Science Research**, **15**(1): 43–50.
31. Hasanuzzaman, M., Fujita, M., 2022. Plant oxidative stress: Biology, physiology and mitigation. **Plants**, **11**(9): 1185.
32. Havir, E. A. and Mchale, N. A., 1987. Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves. **Plant Physiol.**, **84**: 1291-1294.
33. Hnilickova, H., Kraus, K., Vachova, P., Hnilicka, F., 2021. Salinity stress affects photosynthesis, malondialdehyde formation, and proline content in *Portulaca oleracea* L. **Plants**, **10**(5): 845.
34. Hu, L., Li, H., Pang, H., Fu, J., 2012. Responses of antioxidant gene, protein and enzymes to salinity stress in two genotypes of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) differing in salt tolerance. **Journal of plant physiology**, **169**(2): 146-156.
35. Ibrahim, M. E.H, Zhu, X., Zhou, G., Adam Ali, A. Y., Ibrahim Elsiddig, A. M., Farah, G. A. 2019. Response of some wheat varieties to gibberellic acid under saline conditions. *Agrosystems*, **Geosciences and Environment**, **2**(1): 1-7
36. Kaplan, M., Baser, M., Kale, H., Irik, H.A., Ulger, I., Unlukara, A., 2017. Change in yield and chemical composition of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) plants under salt stress. **Turkish Journal of Field Crops**, **22**(2):204-210.
37. Karabal, E., Yücel, M., Öktem, H.A., 2003. Antioxidant responses of tolerant and sensitive barley cultivars to boron toxicity. **Plant Science**, 925-933.
38. Kuşvuran, Ş., Yaşar, F., Abak, K., Ellialtıoğlu, Ş., 2008. Tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerat ve duyarlı *Cucumis* sp.'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler. **Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences**, **18**(1): 13-20.
39. Kusvuran, A., Nazlı, R. I., Kuşvuran, S., 2014. Salinity effects on seed germination in different tall fescue (*Festuca arundinaceae* Schreb.) varieties. **Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi**, **7**(2): 8-12.

40. Kuşvuran, A., Nazlı, R.I., Kuşvuran, Ş. (2015). The effects of salinity on seed germination in perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) varieties. **Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi**, 2(1):78-84.
41. Lale, V., Kökten, K., 2020. Bingöl şartlarında bazı italyan çimi (*Lolium multiflorum* L.) çeşitlerinin ot verimi ve kalitesinin belirlenmesi. **Türk Doğa ve Fen Dergisi**, Ekim TDFD Özel Sayısı, 46-50 .
42. Li, Z., Zhu, L., Zhao, F., Li, J., Zhang, X., Kong, X., Wu, H., Zhang, Z., 2022. Plant salinity stress response and nano-enabled plant salt tolerance. **Frontiers in Plant Science**, 13: 843994.
43. Mertens, D. AOAC official method 975.03. (2005). Metal in plants and pet foods. Official Methods of Analysis, 18th edn. Horwitz, W., and GW Latimer,(Eds), 3-4.
44. Morton, M. J., Awlia, M., Al-Tamimi, N., Saade, S., Pailles, Y., Negrão, S., Tester, M., 2019. Salt stress under the scalpel–dissecting the genetics of salt tolerance. **The Plant Journal**, 97(1): 148-163.
45. Munns, R., Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, 59: 651-681.
46. Nadeem, M., Tariq, M. N., Amjad, M., Sajjad, M., Akram, M., Imran, M., Shariati, M.A., Gondal, T.S., Kenijz, N., Kulikov, D., 2020. Salinity-induced changes in the nutritional quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. **Agrivita, Journal of Agricultural Science**, 42(1): 1-12.
47. Özkan, U., Benlioğlu, B., Telci Kahramanoğulları, C., 2022. A Comparison of germination responses on italian ryegrass (diploid vs tetraploid) seeds to interactive effects of salinity and temperature. **Polish Journal of Environmental Studies**, 31(5).
48. Özkul, H., Kırkpınar, F., Tan, K. 2012. Ruminant beslemede karamba (*Lolium multiflorum* cv. caramba) otunun kullanımı. **Hayvansal Üretim**, 53(1): 21 - 26.
49. Parlak, M., Parlak, A.Ö., 2005. Sulama suyu tuzluluk düzeylerinin silajlık sorgumun (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) verimine ve toprak tuzluluğuna etkisi. **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 12(1): 8-13.

50. Pınar, H., Kiliç, N., Kaplan, M., 2022. Determination of salt tolerance of some annual grass types under in vitro conditions. **Current Trends in Natural Sciences**, **11**(22): 68-76.
51. Pişkin, M., 2007. İtalyan çiminde (*Lolium multiflorum* Lam.) farklı tohum miktarlarının verim ve bazı verim unsurları üzerine etkileri üzerine araştırmalar. Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 54 s.
52. Rahimi, E., Nazari, F., Javadi, T., Samadi, S., da Silva, J. A.T., 2021. Potassium-enriched clinoptilolite zeolite mitigates the adverse impacts of salinity stress in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) by increasing silicon absorption and improving the K/Na ratio. **Journal of Environmental Management**, **285**: 112142.
53. Sairam, R. K., Rao, K. V., Srivastava, G.C., 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. **Plant science**, **163**(5): 1037-1046.
54. Sandrin, C. Z., Domingos, M., Figueiredo-Ribeiro, R. C. L., (2006). partitioning of watersoluble carbohydrates in vegetative tissues of (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. italicum cv.) Lema, **Braz. Journal of Plant Physiology**, **18**(2): 299-305.
55. Sarker, U., Islam, M. T., Oba, S., 2018. Salinity stress accelerates nutrients, dietary fiber, minerals, phytochemicals and antioxidant activity in *Amaranthus tricolor* leaves. **PLoS One**, **13**(11): e0206388.
56. Shahid, M. A., Sarkhosh, A., Khan, N., Balal, R. M., Ali, S., Rossi, L., Gomez, C., Mattson, N., Nasim, W., Garcia-Sanchez, F., 2020. Insights into the physiological and biochemical impacts of salt stress on plant growth and development. **Agronomy**, **10**(7): 938.
57. Sheikh-Mohamadi, M. H., Etemadi, N., Nikbakht, A., Farajpour, M., Arab, M., Majidi, M.M. 2017. Screening and selection of twenty Iranian wheatgrass genotypes for tolerance to salinity stress during seed germination and seedling growth stage. **HortScience**, **52**(8): 1125-1134.
58. Sheldon, A. R., Dalal, R. C., Kirchoff, G., Kopittke, P. MMenzies, N. W. 2017. The effect of salinity on plant-available water. **Plant and Soil**, **418**: 477-491.

59. Shiade, S. R. G., Boelt, B. 2020. Seed germination and seedling growth parameters in nine tall fescue varieties under salinity stress. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science**, 70(6): 485-494
60. Simic, A., Vuckovic, S., Kresovic, M., Vrbnicanin, S., Bozic, D., 2009. Changes of crude protein content in italian ryegrass influenced by spring nitrogen applications. **Biotechnology in Animal Husbandry**, 25(5-6): 1171-1179.
61. Snedecor, G. W. W. G. Cochran, 1967. Statistical Methods, The Iowa State University Press, Iowa, USA.
62. Soya, H., Avcioğlu, R., Geren, H., 1997. Yem Bitkileri. Hasad Yayıncılık Ltd. şti, İstanbul, 223s.
63. Soysal, Ş. Ö. A., Demirkol, G., Aşçı, Ö. Ö., Arııcı, K.Y., Acar, Z., Yılmaz, N., 2021. Tuz stresinin tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* L.)’de çimlenme ve fide gelişim özelliklerine etkisi. **Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi**, 8(2): 301-307.
64. Serin, Y., Tan, M. 2012. Buğdaygil Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 859, Erzurum.
65. Taşsever, M.N., 2019. Kahramanmaraş şartlarında bazı tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* Lam.) çeşitlerinin bitkisel özellikleri ve yem değerleri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 77 s.
66. Tolan, T., Uzun, S., Kardeş, M. Y., Orman, D., Özaktan, H., Uzun, O., 2017. Çayır üçgülü genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri. **Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi**, 4(2): 220-226.
67. TÜİK, (2023). Yem bitkileri üretimi. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> Erişim tarihi: 04.07.2023.
68. Turan, M. A., Katkat, V., Taban, S., 2007. Variations in proline, chlorophyll and mineral elements contents of wheat plants grown under salinity stress. **Journal Agronomy**, 6(1):137-141.

69. Xie, Y., Liu, X., Ameer, M., Yu, H., Huang, Y., Li, X., Chen, L., Fu, J., Sun, X., 2021. Evaluation of salt tolerance in Italian Ryegrass at different developmental stages. **Agronomy**, **11**(8): 1487. [https://doi.org/ 10.3390/ agronomy11081487](https://doi.org/10.3390/agronomy11081487)
70. Xu, H. S., Guo, S. M., Zhu, L., Xing, J. C., 2020. Growth, physiological and transcriptomic analysis of the perennial ryegrass *Lolium perenne* in response to saline stress. **Royal Society Open Science**, **7**(7): 200637.
71. Yee, Y., Tam, N.F.Y., Wong, Y.S., Lu, C.Y., 2002. Growth and physiological responses of two mangrove species (*Bruguiera gymnorhiza* and *Kandelia candel*) to waterlogging. **Environ. Exp. Bot.**, 1-13.
72. Yılmaz, B.M., Kısakürek, Ş., 2018. Bazı çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) çeşitlerinde tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. **Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **23**(2): 204-217.
73. Yordanova, R.Y., Christov, K.N., Popova, L.P., 2004. Antioxidative enzymes in barley plants subjected to soil flooding. **Environmental and Experimental Botany**, **51**: 93–101.
74. Youssef, B.R., Jelali, N., Boukari, N., Albacete, A., Martinez, C., Alfocea, F. P., Abdelly, C. 2021. The efficiency of different priming agents for improving germination and early seedling growth of local Tunisian barley under salinity stress. **Plants**, **10**(11): 2264.
75. Zhao, S., Zhang, Q., Liu, M., Zhou, H., Ma, C., Wang, P., 2021. Regulation of plant responses to salt stress. **International Journal of Molecular Sciences**, **22**(9): 4609.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Emircan AKPARLAR

Uyruğu: Türkiye (T.C)

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Tarla Bitkileri	2023
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Tarla Bitkileri	2020
Lise	Atatürk Anadolu Lisesi, Mersin	2015

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

1. -