T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BAZI FİĞ (*Vicia spp.*) TÜR VE ÇEŞİTLERİNİN TUZ STRESİ ALTINDA ÇİMLENME, FİDE GELİŞİMİ VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Hazırlayan
Şeyma AKŞİT ÖZER

Danışman
Prof. Dr. Satı UZUN

Doktora Tezi

Eylül 2025
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BAZI FİĞ (*Vicia spp.*) TÜR VE ÇEŞİTLERİNİN TUZ STRESİ ALTINDA ÇİMLENME, FİDE GELİŞİMİ VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

(Doktora Tezi)

Hazırlayan
Şeyma AKŞİT ÖZER

Danışman
Prof. Dr. Satı UZUN

Eylül 2025
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.

Şeyma AKŞİT ÖZER

“Bazı Fiğ (*Vicia spp.*) Tür ve Çeşitlerinin Tuz Stresi Altında Çimlenme, Fide Gelişimi ve Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan	**Danışman**
Şeyma AKŞİT ÖZER	Prof. Dr. Satı UZUN

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. Satı UZUN

TEŞEKKÜR

Çalışma sürem boyunca her daim katılım sağlayarak yanımda olan üstün bilgi birikimi ve tecrübesiyle tez çalışmamın planlanması, yürütülmesi, sonuçlandırılması aşamasında desteklerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Satı UZUN'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin şekillenmesi ve yürütülmesi esnasında çalışmama yön vermemde yardımcı olan Tez İzleme Komitesi Üyeleri hocalarıma sayın Doç. Dr. Hamdi ÖZAKTAN'a (Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri ABD) ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Oğuzhan UZUN'a (Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ABD) teşekkürlerimi sunarım. Çalışma sürem boyunca ve laboratuvar analizleri aşamasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Onur OKUMUŞ'a (Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri ABD) ve enzim analizlerinin yapılması, değerlendirilmesi hususunda yardımlarını esirgemeyen hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Ahmet SAY'a (Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji ABD) ve Ziraat Yüksek Mühendisi Emircan AKPARLAR'a teşekkürü bir borç bilirim. Her ihtiyacım olduğunda manevi desteğini hep hissettiğim sık sık fikir alışverişinde bulunduğum arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Hava Şeyma İNCİ'ye (Bingöl Üniversitesi Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü Tarla Bitkileri Programı) en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca tüm fedakarlıklarıyla beni destekleyen, her durumda koşulsuz yanımda olan anneme, babama ve aileme, çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen Nermin Akşit ERUCU'ya, Yaşar ERUCU'ya, Şükrü AKGÜN'e ve Ebrar AKGÜN'e, Fatma ALGIN'a,

Doktora öğrenim sürem boyunca ve çalışmamın her aşamasında desteğini esirgemeyen, hoşgörü ve anlayışıyla her daim yanımda olan değerli eşim Salih Semih ÖZER ile ilham ve motivasyon kaynağım kızım Gülce ÖZER'e ve oğlum Şuayip Gökalp ÖZER'e,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şeyma AKŞİT ÖZER

Eylül 2025, KAYSERİ

BAZI FİĞ (*Vicia spp*.) TÜR VE ÇEŞİTLERİNİN TUZ STRESİ ALTINDA ÇİMLENME, FİDE GELİŞİMİ VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Şeyma AKŞİT ÖZER

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2025
Danışman: Prof. Dr. Satı UZUN

ÖZET

Dünyada ve Türkiye'de bitkisel üretimi sınırlayan en önemli abiyotik stres faktörlerinden biri tuzluluktur. Bu çalışmada, bazı fiğ tür ve çeşitlerinin çimlenme ve erken fide döneminde tuz stresine tepkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, yedi yaygın fiğ çeşidi (Alper, Görkem, Cumhuriyet-99, Kıralkızı, Selçuk-99, Şahinbey, Ürkmez), beş Macar fiği çeşidi (Akçalar, Altınova-2002, Atom, Enes, Oğuz-2002) ve beş koca fiğ çeşidi (Bozdağ, Tarman-2002, Balkan, Karakaya, Özgen) olmak üzere 17 çeşit kullanılmıştır. Beş farklı tuz dozunda (0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m NaCl) çimlendirilen çeşitlerde; çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı indeksi, çimlenme indeksi, kök ve sürgün uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığı ile kök ve sürgünlerde fosfomolibden yöntemiyle toplam antioksidan aktivite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, flavonoid, prolin, hidrojen peroksit ve malondialdehit (MDA) miktarları saptanmıştır. Araştırma sonucunda, ortalama çimlenme süresi hariç incelenen tüm çimlenme ve fide büyüme özellikleri artan tuz dozları ile azalmıştır. En yüksek değerler kontrol grubunda, en düşük değerler ise 20 dS/m tuz seviyesinde elde edilmiştir. Artan tuz dozları, tüm çeşitlerde sürgün ve köklerde fosfomolibden yöntemiyle toplam antioksidan aktivitede, DPPH radikali süpürme aktivitesinde, toplam fenolik, flavonoid, prolin, hidrojen peroksit ve MDA miktarında artışa neden olmuştur. Koca fiğ çeşitlerinin tamamında sürgün ve kök uzunluğu ile fide yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen kayıpların 15 ve 20 dS/m tuz seviyelerinde sırasıyla %55 ve %70'in de üzerine çıktığı belirlenmiştir. Genel olarak incelenen yaygın fiğ ve Macar fiği çeşitlerinin 15 ve 20 dS/m tuz seviyelerine koca fiğ çeşitlerinden daha toleranslı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Vicia sativa, Vicia narbonensis, Vicia pannonica,* tuz stresi, çimlenme, biyokimyasal yanıtlar

DETERMINATION OF GERMINATION, SEEDLING GROWTH AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF SOME VETCH (*Vicia sp*p.) SPECIES AND CULTIVARS UNDER SALINITY STRESS

Şeyma AKŞİT ÖZER

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
PhD Thesis, September 2025
Supervisor: Prof. Dr. Satı UZUN

ABSTRACT

Salinity is one of the most important abiotic stress factors limiting plant production in the world and in Turkey. In this study, the responses of some vetch species and cultivars to salinity stress during germination and early seedling stages were investigated. For this purpose, a total of 17 cultivars were used, including seven common vetch cultivars (Alper, Görkem, Cumhuriyet-99, Kıralkızı, Selçuk-99, Şahinbey, Ürkmez), five Hungarian vetch cultivars (Akçalar, Altınova-2002, Atom, Enes, Oğuz-2002), and narbonne vetch cultivars (Balkan, Bozdağ, Karakaya, Özgen, Tarman-2002). The cultivars were germinated under five different salinity levels (0, 5, 10, 15, and 20 dS/m NaCl), and germination percentage, mean germination time (MGT), germination rate index, germination index, root and shoot length, seedling fresh and dry weight, as well as total antioxidant activity, DPPH radical scavenging activity, total phenolic and flavonoid contents, proline and hydrogen peroxide, and malondialdehyde (MDA) contents in roots and shoots were determined. As a result, all germination and seedling growth traits, except for MGT, decreased with increasing salinity levels. The control group had the highest values, whereas the lowest occurred at 20 dS/m salinity. Furthermore, with increasing salinity levels, total antioxidant activity (phosphomolybdenum method), DPPH radical scavenging activity, total phenolic, flavonoid, proline, hydrogen peroxide, and MDA contents in both shoots and roots of all cultivars increased. It was determined that reduction in shoot and root lengths, as well as seedling fresh and dry weight, exceeded 55% and 70% in all narbonne vetch cultivars at 15 and 20 dS/m salinity levels, respectively. Overall, it was concluded that the common vetch and Hungarian vetch cultivars examined were more tolerant to 15 and 20 dS/m salinity levels to the narbonne vetch cultivars.

Keywords: *Vicia sativa, Vicia narbonensis, Vivia pannonica,* salinity stress, germination, biochemical responses

İÇİNDEKİLER

BAZI FİĞ (*Vicia spp.*) TÜR VE ÇEŞİTLERİNİN TUZ STRESİ ALTINDA ÇİMLENME, FİDE GELİŞİMİ VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK ii
KABUL VE ONAY iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZET v
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER vii
KISALTMALAR ix
TABLOLAR LİSTESİ x
ŞEKİLLER LİSTESİ xiii
GİRİŞ 1

1. BÖLÜM
KAYNAK ÖZETLERİ VE KURAMSAL TEMELLER

1.1. Fiğlerin Önemi 7
1.2. Bitkilerde Tuz Stresi 9
1.3. Tuz Stresinin Fiğ Türleri Üzerine Etkileri 22

2. BÖLÜM
MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal 31
2.2. Yöntem 32
2.2.1. Çimlendirme Denemeleri 32
2.2.2. Çimlendirme Denemelerinde Verilerin Elde Edilmesi ve İncelenen Özellikler 32
2.2.3. Biyokimyasal Analizler ve İncelenen Özellikler 35
2.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi 37

3. BÖLÜM
BULGULAR

3.1. Yaygın fiğ 39
3.1.1. Çimlenme ve erken fide gelişimi 39
3.1.2. Hidrojen Peroksit (H_2O_2) ve Lipid Peroksidasyon Miktarı 48
3.1.3. Toplam Antioksidan Kapasite, DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi, Toplam Fenolik, Toplam Flavonoid ve Prolin Miktarları 50
3.2. Koca Fiğ 56
3.2.1. Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi 56
3.2.2. Hidrojen Peroksit (H_2O_2) ve Lipid Peroksidasyon Miktarı 63
3.2.3. Antioksidan Kapasite, DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi, Toplam Fenolik, Toplam Flavonoid ve Prolin Miktarları 65
3.3. Macar Fiği 70
3.3.1. Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi 70
3.3.2. Hidrojen Peroksit (H2O2) ve Lipid Peroksidasyon Miktarı 78
3.3.3. Antioksidan Kapasite, DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi, Toplam Fenolik, Toplam Flavonoid ve Prolin Miktarları 80

4. BÖLÜM
TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Tartışma 85
4.2. Sonuç ve Öneriler 90

KAYNAKÇA 94
ÖZGEÇMİŞ 113

KISALTMALAR

%	:	Yüzde
•OH	:	Hidroksil Radikali
APX	:	Askorbat Peroksidaz
CAT	:	Katalaz
cm	:	Santimetre
Çİ	:	Çimlenme İndeksi
ÇOİ	:	Çimlenme Oranı İndeksi
ÇY	:	Çimlenme Yüzdesi
Da	:	Dekar
DPPH	:	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (İngilizce: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)
FKA	:	Fide Kuru Ağırlığı
FYA	:	Fide Yaş Ağırlığı
GBCA	:	γ-glutamil-β-siyano-alanin
GR	:	Glutatyon Redüktaz
H_2O_2	:	Hidrojen Peroksit
HB	:	Hayvan Birimi
KU	:	Kök Uzunluğu
MDA	:	Malondialdehit
O_2^-	:	Süperoksit Anyonu
OÇS	:	Ortalama Çimlenme Süresi
POX	:	Peroksidaz
ROT	:	Reaktif Oksijen Türleri
SOD	:	Süperoksit Dismutaz
SU	:	Sürgün Uzunluğu
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
VK	:	Varyasyon Katsayısı

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Denemede kullanılan çeşitler, kurum bilgileri ve tescil yılları 31
Tablo 3.1. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerinde incelenen bazı çimlenme ve fide gelişimi karakterlerine ait varyans analizi tablosu 39
Tablo 3.2. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı adi fiğ çeşitlerinden elde edilen ÇY, OÇS, ÇOİ ve Çİ'ya ait ortalamalar 40
Tablo 3.3. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerinden elde edilen SU, KU, FYA ve FKA'ya ait ortalamalar 44
Tablo 3.4. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yaygın fiğ çeşitlerinde sürgün ve köklerde hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait varyans analizi tablosu 48
Tablo 3.5. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerinin sürgün ve köklerinden elde edilen hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait ortalamalar 49
Tablo 3.6. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yaygın fiğ çeşitlerinde sürgün ve köklerde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarına ait varyans analizi tablosu 51
Tablo 3.7. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen yaygın fiğ çeşitlerinin sürgünlerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin değerlerine ait ortalamalar 52
Tablo 3.8. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen yaygın fiğ çeşitlerinin köklerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam prolin değerlerine ait ortalamalar 55
Tablo 3.9. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı koca fiğ çeşitlerinde incelenen bazı çimlenme ve fide gelişimi karakterlerine ait varyans analizi tablosu 56
Tablo 3.10. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı koca fiğ çeşitlerinden elde edilen ÇY, OÇS, ÇOİ ve Çİ' ya ait ortalamalar 57

Tablo 3.11. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı koca fiğ çeşitlerinden elde edilen SU, KU, FYA ve FKA'ya ait ortalamalar 59
Tablo 3.12. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen koca fiğ çeşitlerinde kök ve sürgünlerde hidrojen peroksit miktarı ve lipid peroksidasyonu verilere ait varyans analizi tablosu 63
Tablo 3.13. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı koca fiğ çeşitlerinin sürgün ve köklerinden elde edilen hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait ortalamalar 64
Tablo 3.14. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen koca fiğ çeşitlerinde sürgün ve köklerde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarına ait varyans analizi tablosu 65
Tablo 3.15. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen koca fiğ çeşitlerinin sürgünlerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin değerlerine ait ortalamalar 66
Tablo 3.16. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen koca fiğ çeşitlerinin köklerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam prolin değerlerine ait ortalamalar 69
Tablo 3.17. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı Macar fiği çeşitlerinde incelenen bazı çimlenme ve fide gelişimi karakterlerine ait varyans analizi tablosu 71
Tablo 3.18. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı Macar fiği çeşitlerinden elde edilen ÇY, OÇS, ÇOİ ve Çİ'ya ait ortalamalar 74
Tablo 3.19. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı Macar fiği çeşitlerinden elde edilen SU, KU, FYA ve FKA'ya ait ortalamalar 75
Tablo 3.20. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen Macar fiği çeşitlerinde sürgün ve köklerde hidrojen peroksit miktarı ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait varyans analizi tablosu 78
Tablo 3.21. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen Macar fiği çeşitlerinin sürgün ve köklerinden elde edilen hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait ortalamalar 79

Tablo 3.22. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen Macar fiği çeşitlerinde sürgün ve köklerde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarına ait varyans analizi tablosu 80
Tablo 3.23. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen Macar fiği çeşitlerinin sürgünlerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin değerlerine ait ortalamalar 81
Tablo 3.24. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen Macar fiği çeşitlerinin köklerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam prolin değerlerine ait ortalamalar 83

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Çimlendirme denemesinde verilerin elde edilişi 34
Şekil 2.2. Biyokimyasal analizlerin yapılışı..... 38
Şekil 3.1. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerinde elde edilen OÇS, ÇOİ, Çİ, SU, KU, FYA ve FKA'larının kontrole göre artış ve azalış yüzdeleri (%)..... 47
Şekil 3.2. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı koca fiğ çeşitlerinde elde edilen OÇS, ÇOİ, Çİ, SU, KU, FYA ve FKA'larının kontrole göre artış ve azalış yüzdeleri (%) 62
Şekil 3.3. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı Macar fiği çeşitlerinde elde edilen OÇS, ÇOİ, Çİ, SU, KU, FYA ve FKA'larının kontrole göre artış ve azalış yüzdeleri (%)..... 77

GİRİŞ

Kaba yemler hem hayvan besleme fizyolojisi açısından vazgeçilmez bir unsur hem de kaliteli ve ekonomik olmaları durumunda hayvansal ürünlerin üretim maliyetlerini azaltarak sektörde ekonomik verimliliğin artmasına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, kaba yem üretimi artırılması yalnızca hayvan sağlığı ve verimliliği açısından değil, aynı zamanda hayvansal üretimin sürdürülebilirliği ve rekabet gücü açısından da stratejik bir öneme sahiptir (Alçiçek, 2021). Türkiye'de 2023 yılı itibarıyla yaklaşık 37.844.000 da alanda yem bitkisi yetiştiriciliği yapılmakta olup, bu alan ülke toplam tarım alanlarının yaklaşık %15.78'ini oluşturmakta ve bu alandan 76.070.203 ton yem bitkisi üretimi gerçekleşmektedir (TÜİK, 2023). Kayseri ili özelinde ise yem bitkileri ekim alanı yaklaşık 42.646 dekar olup, bu miktar ilin toplam tarım alanlarının yaklaşık %19'una karşılık gelmekte ve yıllık toplam yem bitkisi üretimi yaklaşık 1.202.767 milyon ton olarak gerçekleşmektedir. Hayvansal üretim değerlendirildiğinde, 2024 yılı itibarıyla Türkiye'de büyükbaş hayvan sayısı 17.581.421 adet, küçükbaş hayvan varlığı ise 56.730.411 adet olarak bildirilmektedir (TÜRKVET, 2024). Kayseri ilinin büyükbaş hayvan varlığı 460.571 adet, küçükbaş hayvan varlığı ise 1.149.177 adettir (TÜRKVET, 2024). Türkiye yıllık kaba yem ihtiyacının yaklaşık 90 milyon ton, Kayseri ilinde ise 2.291.952 ton olduğu tahmin edilmektedir. Bu hesaplamalar, Mera Kanunu'na göre 1 hayvan biriminin (HB) günlük 12.5 kg kuru ot ihtiyacı üzerinden yapılmaktadır (Akşit Özer, 2023). Ancak mevcut üretim miktarları, hem Türkiye genelinde hem de Kayseri ilinde kaba yem ihtiyacını karşılamaktan uzaktır. Bu durum, hayvancılığın en önemli girdisi olan kaba yemde bir arz açığı ortaya çıkarmaktadır. Türkiye'de yem bitkileri üretimini teşvik etmek amacıyla geçmiş dönemlerde çeşitli destekleme politikaları uygulanmış ve üretimde belirli artışlar sağlanmıştır. Ancak bu artışlar, mevcut hayvan varlığıyla orantılı olarak yeterli seviyeye ulaşamamıştır. Türkiye, birçok farklı yem bitkisini yetiştirme potansiyeline sahip olmasına rağmen, üretim birkaç türle (yonca, korunga, fiğ, silajlık mısır) sınırlı kalmıştır. Bu durumun temel nedenleri arasında yarı

kurak iklim koşullarının üretimi kısıtlaması, sulama olanaklarının yetersizliği, kaliteli ve sertifikalı tohumluk kullanımında yaşanan eksiklikler, üreticiler arasında ekim nöbeti bilincinin yeterince gelişmemiş olması ve silaj, ot kurutma gibi teknik uygulamalara dair bilgi eksiklikleri sayılabilir (Avcıoğlu vd., 2000).

Baklagiller (Fabaceae) familyası içerisinde yer alan fiğ (*Vicia* L.) cinsi, yaklaşık 150-210 farklı tür içermektedir (Jaaska, 2005). Elçi ve Açıkgöz (1993), bu türlerden 59'unun Türkiye'nin doğal florasında yer aldığını bildirmektedir. Ayrıca Vavilov (1951), fiğlerin gen merkezi olarak Türkiye'yi göstermiştir. Yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.), tüylü fiğ (*Vicia villosa* Roth), Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz), bakla (*Vicia faba* L.), koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) ve burçak (*Vicia ervilia* (L.) Willd.) önemli kültürü yapılan fiğ türleridir.

Fiğlerin, soğuk ve kuraklığa karşı geniş adaptasyon yetenekleri, onların farklı ekolojik bölgelerde yetiştirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Fiğler hem yüksek ot verimi hem de otunun taşıdığı yüksek besleme değeri nedeniyle kaba yem olarak kullanılmakta; ayrıca tohumlarının yüksek protein içeriği ile kesif yem olarak da değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra, fiğler bünyelerinde yüksek oranda vitamin ve mineral içermeleri nedeniyle hayvanların temel besin maddesi ihtiyaçlarını karşılamakta ve bu özellikleriyle hayvancılık sektöründe önemli bir yer edinmektedirler (Kuşvuran vd., 2011). Ayrıca, baklagil bitkisi olmaları nedeniyle toprağa azot kazandırarak toprak verimliliğini artırmaları ve kültürü yapılan türlerin tek yıllık yapıları sayesinde ekim nöbeti sistemlerinde yer almaları, fiğlerin tarımsal üretim sistemlerindeki değerini daha da artırmaktadır (Tan ve Serin, 2013). Ekim nöbeti sistemlerine dahil edilmeleri, kurak ve yarı kurak bölgelerde monokültür tarım sonucu ortaya çıkan toprak yorgunluğunun önlenmesine ve toprak verimliliğinin korunmasına katkı sağlamaktadır (Santos vd., 1994). Yazlık ana ürün yetiştiriciliği sonrasında arazilerin boş kaldığı dönemlerde, fiğlerin yeşil gübre olarak kullanılması sayesinde toprak yapısında iyileşme sağlanmakta ve toprak besin maddesi içeriği zenginleşmektedir (Özyazıcı ve Manga, 2000). Çok yıllık kültür bitkilerinde, meyve bahçelerinde ve süs bitkisi yetiştiriciliği yapılan alanlarda yabancı otlarla mücadele yöntemlerinden biri olan örtücü bitki uygulamalarında da fiğler yaygın olarak kullanılmaktadır (Temel ve Torun, 2020). Fiğlerin bu amaçla kullanımının bir biyolojik mücadele biçimi olmasının yanı sıra toprak verimliliğini sürdürülebilir kılması, toprak ve su kalitesini artırılmasına katkı sağlaması, biyolojik çeşitliliği koruması

ve geliştirilmesi, aynı zamanda yaban hayatını yönetilebilmesi gibi birçok olumu etkisi de bulunmaktadır (Temel ve Torun, 2020).

Tuzluluk, tarım alanlarında, toprak verimliliğini olumsuz yönde etkileyen, bitki gelişimini, verimini ve kalitesini kısıtlayan en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir (Öztürk, 2004; Parida ve Das, 2005). Tuzdan etkilenmiş topraklar; sırasıyla yüksek tuz konsantrasyonu, yüksek pH ve yüksek sodyum içeriği ile karakterize edilen tuzlu, alkali ve tuzlu–alkali toprakları kapsamaktadır (Singh, 2022). Smith vd. (2024) tuzluluk ve alkaliliği aşağıdaki şu şekilde tanımlamaktadır: "Toprak tuzluluğu, bir toprak çözeltisindeki tüm çözünür tuzların konsantrasyonunun bir ölçüsüdür ve genellikle elektriksel iletkenlik (ECe) olarak ifade edilir (Smith vd. 2024). ECe değeri 25°C'de 4 dS/m veya daha büyük olduğunda toprak tuzlu kabul edilir. Alkalilik ise toprak değişim kompleksinde adsorbe edilen sodyumun, toprağın fiziksel özelliklerine zarar verecek noktaya kadar artmasıdır. Sodyum adsorpsiyon oranı veya değiştirilebilir sodyum yüzdesi olarak ifade edilir. Bir toprağın sodyum adsorpsiyon oranı 13 $(mmol/L)^{0.5}$ eşit veya daha fazlaysa veya değiştirilebilir sodyum yüzdesi %15'e eşit veya daha fazlaysa, toprak alkali sınıfında yer alır. Alkali toprakların pH değeri genellikle 8.5 ile 10 arasında değişmekte olup 11'e kadar çıkabilmektedir." Tuzdan etkilenen toprakların küresel ölçekte dağılımı incelendiğinde 412 milyon hektar tuzlu toprak, 618.1 milyon hektar alanın ise sodyumlu olduğu bildirilmektedir (Smith vd. 2024). Türkiye'de ise alkalilik ve tuzluluk sorunlarının birlikte veya ayrı olarak yaklaşık yaklaşık 1.5 milyon hektarlık alanı etkilediği ifade edilmektedir (Ekmekçi vd., 2005). Bu alanın %74'ü tuzlu, %25'5'i ise tuzlu alkali–topraklardan oluşmaktadır (Karaoğlu ve Yalçın, 2018)

Toprak tuzluluğu, doğal (birincil tuzluluk) ve insan kaynaklı (ikincil tuzluluk) olmak üzere iki temel nedene bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Singh, 2022). Birincil tuzluluk, ana kayaların ayrışması, deniz suyu ve deniz tortullarının etkisiyle tuz birikimi ile atmosferik birikim sonucu meydana gelmektedir (Ramos vd., 2020). İkincil (sekonder) tuzluluk ise insan faaliyetlerine bağlı olarak gelişmektedir. Bitkilerin su tüketimi ile ortalama yağış miktarı arasındaki doğal dengenin bozulması, hatalı tarımsal uygulamalar, çok yıllık bitkiler yerine tek yıllık bitkilerin tercih edilmesi, yetersiz drenaj ve sulama sularının yüksek tuz içeriğine sahip olması ikincil tuzluluğun başlıca nedenleri arasında yer almaktadır (Munns, 2009).

Tuz stresi genellikle bitkilerin topraktaki suyu yeterince alamaması nedeniyle "fizyolojik kuraklık" oluşturmakta ve büyümeyi sınırlamaktadır (Kuşvuran, 2010). Ayrıca toprakta biriken yüksek düzeydeki sodyum (Na^+) ve klor (Cl^-) iyonları bitkilerde toksik etki yapmaktadır (Özen ve Onay, 2007). Tuz stresi, bitkilerde ilk olumsuz etkisini çimlenme evresinde göstermektedir (Passam ve Kakouriotis, 1994; Almansouri vd., 2001). Çimlenme, bitki yaşam döngüsünün başlangıcı olması bakımından kritik bir evredir ve bu evrede yaşanan olumsuzluklar, bitkinin sonraki gelişim basamaklarını da doğrudan etkilemektedir. Tuzluluk; ozmotik stres, iyon–spesifik etkiler ve oksidatif stres yoluyla tohum çimlenme sürecini olumsuz etkiler; bu durum, çimlenme hızının azalması ve çimlenme süresinin uzaması şeklinde kendini göstermektedir (Uçarlı, 2020). Tuzluluk durumunun olumsuz etkileri çimlenme ile sınırlı kalmayıp, bitkinin tüm yaşam döngüsü boyunca devam etmektedir. Strese maruz kalan bitkilerde büyüme hızı, verim ve kalite gibi önemli agronomik özelliklerde belirgin azalmalar meydana gelmektedir (Dölarslan ve Gül, 2012; Sevgi ve Leblebici, 2023). Tuz stresi ozmotik dengenin bozulması ve iyon toksisitesi yoluyla fotosentez, solunum, protein sentezi ve enzim aktiviteleri gibi birçok hayati metabolik süreci olumsuz yönde etkilemektedir (Yılmaz ve ark., 2011).

Yetiştirme ortamında tuz konsantrasyonunun artması, bitkilerde ozmotik stres, iyonik stresi ve besin dengesizliği gibi birincil etkilerinin yanı sıra ikincil olarak reaktif oksijen türlerinin (ROT) aşırı üretimine yol açmaktadır (Munns ve Tester, 2008). Stres koşulları, başta süperoksit anyonu (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikali ($\bullet OH$) olmak üzere çeşitli reaktif oksijen türlerinin hücre içinde birikimini tetiklemektedir. ROT'lar kloroplastlar, mitokondriler, peroksizomlar, plazma membranı, endoplazmik retikulum ve hücre duvarı gibi hücresel yapılar içerisinde çeşitli bölgelerinde üretilebilmektedir (Kireçci, 2018). Bu reaktif türler, hücre zarları, lipidler, nükleik asitler ve proteinler üzerinde ciddi yapısal ve işlevsel zararlara neden olmaktadır (Mittler, 2002). Ancak bitkiler hem ROT oluşumunu sınırlayan hem de oluşan türleri detoksifiye eden antioksidan sisteme sahiptir (Doğru, 2019). Bu sistemin enzimatik bileşenlerini arasında süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve glutatyon redüktaz (GR) gibi enzimler yer almaktadır. Enzimatik olmayan bileşenler ise flavonoidler, fenolik bileşikler, askorbik asit, tokoferoller ve karotenoidler gibi antioksidan molekülleri içermektedir (Gill ve Tuteja, 2010).

Süperoksit dismutaz (SOD) aktif oksijen türlerine –özellikle süperoksit anyonuna, $O_2^{\bullet -}$– karşı ilk savunma hattını oluşturmaktadır. Bu enzim süperoksit radikallerini daha az toksik olan hidrojen peroksit (H_2O_2) molekülüne dönüştürerek detoksifikasyon sürecinin ilk adımını gerçekleştirmektedir (Alscher et al., 2002). Ancak hidrojen peroksit hücre için hâlâ zararlı bir molekül olduğundan, ikinci savunma basamağında katalaz ve askorbat peroksidaz gibi enzimler devreye girer. Katalaz, H_2O_2'yi su ve oksijene parçalayarak özellikle kloroplast ve peroksizomlarda detoksifikasyon sağlar (Parida ve Das, 2005). APX ise askorbatı elektron vericisi olarak kullanarak H_2O_2'yu etkisiz hale getirir.

Enzimatik antioksidan sistemin yanı sıra, fenolik bileşikler, flavonoidler, antosiyaninler ve tanenler gibi sekonder metabolitler de bitkilerde oksidatif zararın azaltılmasında önemli rol üstlenmektedir. Bu bileşikler; serbest radikallerin temizlenmesi, tekli oksijenin söndürülmesi ve peroksitlerin ayrışmasının önlenmesi gibi mekanizmalar da görev alırlar (Azeem vd., 2023). Özellikle polifenoller ve flavonoidler, aktif elektron verici özellikleri sayesinde oksidatif zincir reaksiyonlarını durdurarak stres koşulları altındaki makromoleküllerin ve hücre zarlarının yapısal bütünlüğünü korumaktadır (Azeem vd., 2023; Mohagheghian vd., 2025). Ayrıca bitkiler tuz stresine maruz kaldıklarında, dış ortamdaki ozmotik değişimlere yanıt olarak çok çeşitli organik çözünebilen maddeler biriktirirler (Kiani vd., 2021). Organik çözünen maddelerden olan prolin, ozmotik düzenlemeye katkıda bulunur; hücre zarlarını ve protein yapılarını stabilize eder, oksidatif stresi azaltır ve çeşitli adaptif tepkileri tetikleyen bir sinyal molekülü olarak işlev görerek stres toleransını artırır (Sarker ve Oba, 2020; Mohagheghian vd., 2025). Abiotik stres koşullarında prolin birikimi, bitkide için koruyucu bir savunma mekanizması olmasının yanı sıra, maruz kalınan stresin bir göstergesi olarak da değerlendirilmektedir (Mohagheghian vd., 2025).

Tuz stresine bağlı oksidatif hasarın en önemli göstergelerinden biri olan lipit peroksidasyonu hücre zarlarında meydana gelir. Bu sürecin bir sonucu olarak oluşan malondialdehit (MDA) düzeyleri, bitkilerde stresin şiddeti hakkında önemli bilgi sunmaktadır. Araştırmalar, MDA seviyesinin tuza toleranslı genotiplerde, duyarlı genotiplere göre daha düşük olduğunu ifade etmektedir (Koyro, 2006).

Tuz stresi tarımsal üretimde verim kaybına neden olan önemli bir stres faktörüdür. Tuzluluğun bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri; maruz kalınan tuz miktarına, çeşidine ve

süresine bağlı olarak farklılık gösterir. Bitki türlerinin hatta çeşitlerinin/genotiplerinin tuz tresine karşı sergilemiş olduğu büyüme cevapları birbirinden farklılık göstermektedir. Hatta aynı tür içindeki çeşitler/genotipler bile tuz stresine karşı farklı büyüme ve fizyolojik yanıtlar sergileyebilmektedir. Bu araştırmada da bazı fiğ (*Vicia* spp.) tür ve çeşitlerinin çimlenme ve erken fide döneminde tuz stresine tepkileri araştırılmıştır. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen çeşitlerde çimlenme özellikleri ile erken fide gelişimi incelenmiş; fidelerde meydana gelen (sürgün ve kök) bazı biyokimyasal değişimler analiz edilmiştir.

1. BÖLÜM

KAYNAK ÖZETLERİ VE KURAMSAL TEMELLER

1.1. Fiğlerin Önemi

Baklagil yem bitkileri içerinde yetiştiriciliği yapılan fiğ türleri tek yıllık olmaları nedeniyle tarımsal üretimde önemli bir yere sahiptir. Fiğler hem sulu hem de kıraç şartlarda yetiştirilebildiklerinden çok farklı ekim sistemlerinde yer alabilirler. Baklagil olduklarından toprağı azot ve organik madde bakımından zenginleştirirler ayrıca suyu etkili kullanırlar, ekim nöbeti sistemi içerisinde kendilerinden sonra gelen ürünlerin verimlerinde artışa neden olurlar (Tan ve Serin, 2013). Yabancı otların, hastalık ve zararlıların yoğunluğunun azalmasına yol açarlar (Açıkgöz, 2021). Fiğler yaş veya kuru ot üretiminde, tane yem üretiminde, yeşil gübre bitkisi, mera bitkisi ve silaj olarak kullanılmaktadırlar (Tan ve Serin, 2013). Bu bölümde fiğlerin yem bitkileri tarımındaki yeri ve önemi ile ilgili kaynak özetlerine değinilmiştir.

Desalegn ve Hassen (2015), çalışmada *Vicia villosa*, *Vicia dasycarpa, Vicia sativa* ve *Vicia atropurpurea* fiğ türünün biyokütle, ham protein oranı, tohum verimi, ADF, NDF, kuru madde sindirilebilirliği ve kül oranlarını incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda; besin değerleri üzerlerinde çalıştıkları fiğlerin yetiştirildikleri bölgede adaptasyon yeteneklerinin yüksek olduğu ve besin içerikleri açısından verimli türler olduğu sonucuna varmışlardır. Üzerinde çalıştıkları türlerin yem bitkisindeki arz açığının kapatılması açısından ümit verici olduğunu vurgulamışlardır.

Huang vd. (2017), yaygın fiğ tohumlarının hayvan beslemede değerlendirilmesi amacıyla besin içeriğinin ve anti beslenme faktörlerinin belirlenmesi ve bunların azaltılması amacıyla neler yapılabileceğini araştırmışlardır. Fiğ tohumlarının çiftlik hayvanları için alternatiflerine kıyasla daha düşük maliyetli ve zengin bir protein ve mineral kaynağı olduğunu, yüksek sindirilebilirliğe ve yüksek enerji içeriğine sahip

olduğunu ve soya fasulyesi küspesinin kısmen veya tamamen yerine ve/veya diyetteki tahılların büyük bir kısmının yerine kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Uygun işleme teknikleri kullanılarak, fiğ tohumlarında bulunan antibesin faktörlerini etkisiz hale getirmek veya azaltmanın mümkün olduğunu tek bir işleme yöntemine kıyasla, iki veya daha fazla işleme yönteminin kombinasyonu bu konuda etkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Nguyen vd. (2020), hayvan beslemede ortaya çıkan yüksek proteinli yem ihtiyacının karşılanması, marjinal ekim alanların için uygun olan, kuraklığa ve değişen hava koşullarına adaptasyon yeteneği yüksek yaygın fiğ gibi baklagillerin iklim değişikliğine uyum kapsamında öneminin gün geçtikçe daha da artacağını vurgulamışlardır. Yaygın fiğ tohumlarında bulunan γ–glutamil–β–siyano–alanin (GBCA) toksininin çeşitli yöntemlerle azaltılması ile hayvan ve hatta insan besini olarak kullanılmasının önünün açılması ve yaygın üretim alanlarına sahip olabilmesinin önemi üzerine bir araştırma yapmışlardır.

Tufan vd. (2023), tarımın dünya nüfusunun beslenmesi ve gıda güvencesi sağlanabilmesi amacıyla sürdürülebilir kılınabilmesinin gerekliliğini vurgulamışlardır. Bu bağlamda çalışmalarında yem bitkilerinin önemine değinmişlerdir. Yem bitkilerinin hayvan beslemede kullanılması sebebi ile et, süt, yumurta gibi hayvansal ürünler için önemli bir bileşen olduğuna değinmişleredir. Ayrıca yem bitkilerinin su kaynakları, biyoçeşitlilik ve toprak sağlığının korunması ve aynı zamanda uluslararası pazarda önemi bir yere sahip olması sebebi ile ülke ekonomisine katkı sağladığına değinmişlerdir. Bu nedenle tarımın sürdürülebilirliğinin ve gıda güvencesinin sağlanması açısından yem bitkilerinin kritik bir yere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Özyazıcı vd. (2024), baklagil yem bitkilerinin çiçek yapılarından dolayı bal arıları için önemli bir nektar ve polen kaynağı olması sebebi ile arılar tarafından sıkça ziyaret edildikleri ifade etmişler ve bazı bitkilerin arı merası olarak kullanıldıklarını bazılarının da bu bakımdan yüksek potansiyele sahip olduklarını ve bu bitkilerin üçgül türleri, geven türleri, gazal boynuzu, fiğ türleri, taş yoncası türleri ve korunga olduğunu vurgulamışlardır.

1.2. Bitkilerde Tuz Stresi

Yaşamlarını sürdürebilmek için bitkiler gelişimleri için gerekli uygun olmayan koşulları stres faktörü olarak algılar ve bu duruma karşı biyokimyasal ve fizyolojik olarak cevap oluştururlar. Bitkilerin maruz kaldığı stresin etkisi geri döndürülebilir ve geri döndürülemez olmak üzere iki şekilde ortaya çıksa da bu tepkiler bitki türlerine göre de farklılık gösterebilir (Korkmaz ve Durmaz 2017). Bu stres faktörleri arasında tuzluluk önemli bir yere sahip olup, bitkilerde tuz stresine karşı çeşitli savunma mekanizmaları bulunmaktadır. Araştırmanın bu bölümünde tuz stresinin bitkiler üzerine etkileri incelenmiştir.

Myaber ve Lerner (1994), bitkiler tuzluluk toksisitesi dayanımı bakımından halofitler ve glikofitler olarak iki grupta incelenmektedir. Glikofitler genellikle tuz stresine karşı duyarlığı yüksek olan bitkileri ifade etmekte genellikle kültür bitkiler bu gruba girmektedir. Halofitler tuza karşı toleransı yüksek olan bitki grubunu ifade etmekte olup bu bitkiler tuz konsantrasyonu yüksek topraklarda yaşam döngülerini sürdürebilmekte ve glikofit bitkilerin yaşayabildiği her ortamda yaşayabilmektedir.

Van Hoorn ve Van Alphen (1994), tuzluluk toksisitesinin toprakta yüksek oranda sodyum birikimine neden olduğunu ve toprakta bulunan tuz miktarının elektriksel iletkenlikle belirlendiğini ifade etmişlerdir. Topraktaki tuzluluğun artması ile verimin düştüğünü bu durumunun önüne geçmek için yıkama ve kimyasal iyileştirmeler ile toprak ıslahının gerçekleştirilebileceğini belirtmişlerdir.

Sivritepe ve Eriş (1996), tuz stresinin etkili olduğu bitkilerde büyümenin ve normal metabolik aktivitenin devam ettirilebilmesi durumu dayanım mekanizması olarak ifade edilmiştir. Bir bitkide tuzdan sakınım ya da tuzu kabullenme mekanizmalarından birisi iyi gelişmiş ise o genotip tolerant bitki olarak adlandırılmaktadır (Levitt, 1980). Sakınım mekanizması tuz alımının sınırlanması yoluyla çalışırken, kabullenme mekanizması ise toksik iyonlara karşı doku toleransı göstermesi yoluyla çalışır (Babourina vd., 2000).

Sairam ve Sarivastava (2002), tuza toleranslı ve tuza duyarlı iki genotipi uzun süreli olarak 6.85 dS/m elektrik iletkenliğine sahip NaCl çözeltisine maruz bırakmışlardır. Tuzluluk toksisitesi toleranslı ve duyarlı genotiplerde enzim aktivitesinin azalmasına

neden olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ancak tuzluluğa dayanıklı olan genotipte duyarlı olana göre daha az düşüş belirlemişlerdir.

Tanji (2002), toprak çözeltilerinin kimyasının toprak tuzluluğunda önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Bitki kök bölgesindeki toprak tuzluluğunun doğası bitkilerin gelişim performansını etkilemekte olup, tuzların profil dağılımının yıkama oranından etkilendiğini ve sulama ile kök suyu ekstraksiyonundan kaynaklanan su içeriğinin değişmesiyle değiştiğini açıklamıştır. Sulama suyunun yönetimi kök bölgesindeki tuz dengesinin korunmasının yollarından biri olup düşük kaliteli drenaj sularının bertarafı ve yönetimine ilişkin artan düzenlemeler, sulanan arazilerin kök bölgesindeki tuz dengesinin korunmasının daha da zor olduğunu vurgulamışlardır.

Ekmekçi vd. (2005), tuzluluk toksisitesinin toprakta farklı nedenlerle oluşabileceğini ve bu tuzluluk toksisitesinin toprağın fiziksel kimyasal yapısını bozabildiği için bitki gelişimine olumsuz etkileri olabileceğini vurgulamışlardır.

Parida ve Das (2005), tuz stresine maruz kalan bitkilerin tolere etme yeteneklerinin suyun tutulmasını kolaylaştıran, kloroplast fonksiyonlarını koruyan ve iyon homeostazisini sürdüren çoklu komplike bir sistemi ifade ettiğini belirtmektedirler. Bitkilerin tuz stresi koşulları altında radikalleri detoksifiye etme yeteneğinin en kritik gereklilik olduğunu vurgulayarak, tuzluluk stresine karşı bitkilerin tepkileri fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler mekanizmalarını araştırmışlardır.

Baykal (2006), çalışmasında *Secale cereale* var. *ancestrale* (tuza duyarlı), *Secale anatolicum* ve tuza toleranslı olduğu bilinen tritikale çeşitlerinin tuz stresi altında antioksidan enzim aktivitelerinin değerlendirmesini yapmıştır. Araştırma sonuçlarına göre *Secale cereale* var. *ancestrale*'nin antioksidant savunmasının tuz stresi altında çalışmadığı bu nedenle tuza toleransının iyi olmadığını saptamıştır. *Secale anatolicum*'un ise tuzluluk toksisitesi sonucu ortaya çıkan oksidatif hasara karşı tolerans gösterdiği sonucunu elde etmişlerdi.

Daşgan vd. (2006), üç börülce genotipi ve 10 fasulye genotipinin erken gelişim evresinde tuzluluk toksisitesine karşı iyon dengesi yönünden verdikleri cevapları incelemişlerdir. Bu genotipleri tuzluluk tolerans mekanizmalarına göre sınıflandırmışlardır. Genotipleri su kültürü ortamında yetiştirmişlerdir. Kontrol uygulaması ile 125 mM NaCl

uygulamasını bitkilerin yeşil aksam ve dokularında sodyum, potasyum ve kalsiyum birikimleri açısından incelemişlerdir. Fasulye ve börülce genotiplerinin tuz zararı 1–5 arasında bir puanlama sistemine tabi tutulmuş ve hepsinin savunma mekanizmaları ve dayanımları farklılık göstermiştir.

Läuchli and Grattan (2007), tuzluluk stresinin bitki büyümesi ve gelişimi üzerine olumsuz etkisinin başlangıcının ozmotik etkiden kaynaklandığını ve bu durumun genotiplere göre çok az farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. İkinci etkisinin ise yapraklarda meydana gelen tuz toksisitesinden kaynaklandığını ve bu toksisitenin tuza duyarlı tür veya genotiplerde daha sık görüldüğünü vurgulamışlardır. Tuzluluk stresinin kök ve sürgün büyümesini engellediği ancak Ca iyonunun büyüme inhibisyonunu hafiflettiğini ifade etmişlerdir.

Tuteja (2007), dünya çapında önemli bir sorun olan ve üretimi olumsuz yönde etkileyen tuzluluğun bitkilerde bazı tolerans mekanizmaları geliştirmeyi zorunlu kıldığını vurgulamıştır. Yüksek tuzluluğun olumsuz etkisini esas olarak hücrenin iyonik ve ozmotik dengesini bozarak gösterdiğini belirtmiştir. Tuzlu topraklarda, yüksek sodyum iyonu seviyeleri, bitki büyümesini inhibe ettiğini ve hatta ölüme yol açtığını; bu nedenle, tuzluluk toleransı mekanizmaları, Na^+ ve Cl^- iyonlarının hücre vakuollerinde depolanması, hücreye Na+ girişinin engellenmesi ve tuzluluk toleransını destekleyen diğer bazı mekanizmaları içerdiğini belirtmiştir. Bu stres toleransı mekanizmalarının ve stres sinyal ağında yer alan pek çok genin anlaşılmasının, bitkilerinde yüksek tuzluluk stresine karşı toleransı artırmak için önemli olduğuna değinmiştir.

Kuşvuran vd. (2007), farklı kavun genotipleri arasında tuza toleransla ilgili farklılıklar olup olmadığını ortaya koymayı amaçlamışlardır. Bu farklılığı bitki biyomas değerleri ve yapraklarda iyon biriktirme derecesi üzerinden ortaya koymuşlardır. Çalışmada 36 farklı kavun genotipi kullanılmıştır. Bu genotiplerin tuza tolerans seviyeleri açısından farklı parametrelere göre sıralanmıştır. Tuz tolereans seviyelerinin Na^+ ve Cl^- iyonlarının toksik etkisinden dolayı ortaya çıktığını savunmuşlardır. Bu iyonların az bulunduğu genotiplerin tuza toleransının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Tunçer (2007), biri tolerant biri duyarlı iki yerli patlıcan genotipinde yaptığı çalışmada tuz dayanımı üzerine etkili olan K/Na oranının kalıtımını incelemiştir. İki genotiptede ebeveynler melezlenerek F1 tohumlar, sonrasında F1'lerin kendilenmesiyle F2 dölleri ve

F1'lerin ebeveynlerle melezlenmesiyle BC1 generasyonları oluşturmuştur. Elde etiği melez popülasyonları dayanıklılık testlerine tabi tutmuştur. F1, F2, BC1 döllerinden elde edilen bitkiler dört beş yapraklı gelişme evresindeyken 150 mM NaCl konsantrasyonunda tuz çözeltisine maruz bırakmıştır. Bitkilere yapılan tuz uygulamasından 10 gün sonra ebeveynlerden ve F1'lerden farklı sayıda olmak üzere bitkiler seçilerek K/Na ile Ca/Na oranlarını hesaplamıştır. Bu hesaplamalar neticesinde K/Na oranının yüksekliğinin resesif bir gen tarafından kontrol edildiği sonucuna ulaşmıştır.

Yediyıldız (2008), strese dayanıklı ve toleranslı olmak üzere iki buğday çeşidini 3 gün çimlendirdikten sonra, üç gün 1 mM glycine betaine ve 1 mM trehalose uygulaması yaptıktan sonra 5 gün boyunca 200 mM NaCl ve %18 PEG kuraklık stresine maruz bırakmıştır. Yapılan uygulamalar sonucunda antioksidan enzim aktivitelerinde değişimi incelemişleridir. Tuz stresine toleranslı ve duyarlı olan iki çeşitte de tuz stresi altında APX ve GR aktivitesi artarken, CAT aktivitesi azalmış, SOD aktivitesinde ise önemli bir değişim ortaya çıkmamıştır. İki çeşitte de kuraklık ve tuz stresi prolin seviyesini önemli miktarda artırmıştır.

Çarpıcı vd. (2009), altı farklı mısır çeşidinde tuz toleransını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla altı farklı tuz konsantrasyonu kullanmışlardır. Araştırma sonucunda tuz konsantrasyonunda meydana gelen artışın çimlenme yüzdesi ve çimlenme indeksi üzerine etkisinin olumsuz olduğunu, çimlenme indeksi ve yüzdesi açısından en dayanıklı çeşidi C–955 olarak belirlemişlerdir. Sürgün ve kök kuru ağırlığı açısından ise Bora ve C–955 çeşitlerini tuza en dayanıklı çeşitler olarak belirlemişlerdir. Elde ettikleri bütün sonuçları değerlendirdiklerinde ise C–955 çeşidinin tuzlu topraklar için önerilebileceğini, Progen–1550 çeşidinin ise hassas olduğu ifade etmişlerdir.

Sevengör Tepe (2010), tuzluluk stresinin kabak genotiplerinde farklı tolerans mekanizmaları üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmanın birinci aşamasında yirmi altı kabak genotipini bazı temel büyüme parametreleri ve fizyolojik değişimler açışından değerlendirmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise hassas ve tolerant genotipler seçilerek, hidroponik kültürde yetiştirilen bitkiler kullanılarak analizler yapılmış, doku kültürü ve 50 mM NaCl içeren ortamda 21 günde yetiştirilen hipokotil dokulardaki enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Tuz stresine toleranslı genotiplerin, duyarlı genotiplere göre antioksidan enzim aktivitelerini daha aktif kullandıklarını, enzim aktivitesindeki bu

değişimin tuza tolerans seviyelerinin belirlenmesinde önemli bir kriter olduğunu vurgulamıştır.

Aslanyürek (2011), farklı tahıl cins ve türlerinin tuz konsantrasyonundaki değişimlere verdiği tepkileri ve fizyolojik mekanizmaları araştırmıştır. Tuz konsantrasyonundaki artışla birlikte tüm cinslerde protein içeriğinin azaldığını ve en belirgin azalmanın çavdarda olduğunu tespit etmiştir. İncelenen tahılların enzim aktiviteleri tuz dozunun artışı ile artış göstermiştir. En yüksek askorbat peroksidaz enzim aktivitesi çavdarda, en yüksek katalaz enzim aktivitesi ise yulafta belirlenmiştir.

Çaylak (2011), literatürdeki birçok çalışmanın, antioksidan içeriği yüksek besinlerin bu zararlı bileşiklere karşı koruyucu etki gösterdiğini ve çeşitli hastalıkların, özellikle de kanser türlerinin önlenmesinde önemli rol oynadığını vurgulamıştır. Antioksidanların, oksidatif stresin zararlı etkilerini birkaç farklı mekanizma ile azaltabileceğini belirtmiştir. Antioksidanların, lipit peroksidasyonunun zincirleme reaksiyonlarını durdurarak, reaktif oksijen türlerinin (ROS) miktarını doğrudan düşürerek, serbest radikal oluşumunun ilk aşamasındaki bileşiklerle etkileşime girerek veya geçiş metalleriyle şelat oluşturarak bu etkilerini ortaya koyduğu sonucunu elde etmiştir. Antioksidan enzimler ile enzimatik olmayan antioksidan bileşiklerin birlikte çalışması, serbest radikallerin ortadan kaldırılmasında sinerjik fayda sağlayabileceğini belirterek hem hayvansal hem de bitkisel organizmalardaki enzimatik ve enzimatik olmayan savunma sistemlerinin işleyişinin anlaşılmasının, oksidatif hasarı önlemeye yönelik gelecekte yapılacak araştırmalara güçlü bir temel sağlayacağı ifade etmiştir.

Çulha (2011), aspir çeşitlerinin tuzluluk toleranslarını fiziksel ve biyokimyasal parametreler üzerinden incelemiştir. Çalışma sonucunda çeşitlerin tuzluluk stresine karşı antioksidan enzim aktiviteleri ile savunma mekanizması oluşturduklarını ve bu enzim aktivitelerinin (SOD, POD, APX ve GR) tuz konsantrasyonundaki değişime ve çeşitlere göre farklılık gösterdiğini belirlemiştir. Dinçer çeşidinin diğer çeşitlere göre tuz stresine daha yüksek dayanım gösterdiğini vurgulamıştır.

Çulha ve Çakırlar (2011), tuzluluğun bitkilerde ozmotik ve iyon stresine neden olarak bitkilerin gelişimlerini olumsuz yönde etkilediğini ancak bu durumun tuzun çeşidi, stresin düzeyi ile süresi, stres altındaki bitkinin genotipi ve gelişim durumuna bağlı olarak değiştiğini ifade etmişlerdir

Yılmaz vd. (2011), tuzluluk toksisitesinin özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkisel üretimi sınırlayan en önemli sorunlardan bir tanesi olduğunu belirtmişlerdir Bitkilerin tuz stresinin olumsuz etkilerinden kendini koruyabilmek için karmaşık biyokimyasal ve moleküler bazı mekanizmaları devreye soktuğunu ifade etmişlerdir.

Büyük vd. (2012), bitkilerin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine maruz kaldıklarında ürün veriminde azalmalara neden olacağını belirtmiştir. Bitkiler bu durumun önüne geçmek amacıyla birtakım moleküler savunma mekanizmaları oluşturduklarını ancak biyoteknolojik yöntemlerle bitkilerdeki stres koşullarına karşı toleransın arttırılabileceğini bildirmiştir. Bitkilerin stres koşullarında verdiği moleküler cevapların moleküllerin ve iyonların homeostasisi, koruyucu molekül sentezi ve reaktif oksijen türlerinin ortaya çıkması ile detosifikasyonu olduğunu belirtmişlerdir.

Gabriel vd. (2012), nadas ve örtücü bitki fiğ ve arpa varlığında toprakta tuz birikimini ve tuz sızıntısının miktarını karşılaştırmışlardır. Araştırmaları 3.5 yıl sürmüş ve toprağın 1.3 m derinliğine kadar inceleme yapmışlardır. Elektriksel iletkenliği periyodik olarak ölçmüşler ve tuz sızıntısını drenajın toprak çözeltisindeki toplam çözünmüş tuzlarla çarpılması ve bir tuz dengesi elde etmek için kullanılması amacıyla hesaplamışlardır. 4 kış nadası dönemi boyunca toplam tuz sızıntısını 26 Mg/ha olarak, bitki örtüsü varlığında ise 18 Mg/ha olarak ölçmüşlerdir. Araştırmaları sonucunda bitki örtüsü varlığının nadas uygulamasına göre toprakta daha az tuz sızıntısına ve birikimine neden olduğu bu anlamda koruyucu olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Arslan vd. (2013), araştırmacılar tuzluluğun tarımsal faaliyetleri olumsuz yönde etkileyen ve üretimi kısıtlayan önemli bir abiyotik stress faktörü olduğunu ifade etmişlerdir. Küresel ısınmanın tuzluluğun olumsuz etkilerini daha çok artırdığını belirterek, tuz stresinin bitkilerinin farklı gelişim evrelerinde farklı zararlanmalara sebep olduğunu ve bitkilerin bu strese cevap olarak çeşitli savunma mekanizmaları geliştirdiğini vurgulamışlardır.

Sabra (2013), hidroponik ortamda yetiştirilen bazı ekinezya türlerinin tuza tolerans seviyesini belirlemek amacıyla 4 farklı tuz konsantrasyonunda fizyolojik biyokimsal özelliklerini değerlendirmişlerdir. Sürgün ve köklerin kuru ağırlıkları tuz seviyelerinden etkilenmemiştir. *Echinacea pallida* ve *Echinacea angustifolia* türlerine göre *Echinacea purpurea* türü daha yüksek tolerans gösterdiğini belirlemişlerdir.

Safi (2012), mürdümük bitkisinin değişik su ve tuz konsantrasyonlarındaki verim, gelişme, toprak tuzluluğu ve su tüketimi üzerine etkilerini beş farklı sulama suyu tuzluluğu ile dört farklı sulama rejiminde incelemiştir. Araştırmadan elde ettiği verilerde sulama rejimindeki değişim %30 oranında azalana kadar bitkide herhangi bir değişim olmadığını gözlemlemiş ve su stresi ile verimin ters orantılı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Sulama suyundaki tuzluluk artışı ile toprak tuzluluğunun da arttığını ancak su alımının azaldığını belirtmiştir.

Doğru (2014), tuz stresinin meydana getirdiği oksidatif stres sebebi ile süperoksit radikali, hidrojen peroksit, hidroksil radikali gibi serbest oksijen türlerinin birikimi ve oluşumunu hızlandırdığı belirtilmiştir. Bu durumun aksine ortaya çıkan bu hasarın engellenmesinden ve azaltılmasından sorumlu bir antioksidan sistemin olduğuna değinilmiştir. Bitkilerde bu görevi enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar üstlenmiş olup, tuz stresi altında antioksidan enzim aktivitesini artırabilen bitkilerin dayanıklı olduğu vurgulanmıştır.

Kurt (2014), üç buğday çeşidinin tuz, hidrojen peroksit ve tuz–hidrojen peroksit seviyelerine verdikleri tepkileri incelemiştir. Kullandığı çeşitlerde tuzluluk seviyesindeki artışa bağlı olarak klorofil seviyesi azalırken, CAT ve GR seviyesinde artış olduğunu gözlemlemiştir. Tuz stresine bağlı olarak MYB73, ASN1 SRG ve ERF1 gen miktarlarında artış olduğunu saptamışlardır.

Parihar vd. (2015), tuzluluk gibi diğer bütün abiyotik stres faktörlerinin bitkilerde biyokütle üretimini ve verimini olumsuz yönde etkilediğini ifade etmişlerdir.

Karakaş vd. (2017), farklı tuz konsantrasyonu içeren topraklarda *Salsola soda* L. and *Portulaca olerac*ea L. bitkileri ile yürüttükleri çalışma sonucunda toprakların EC değerlerinde önemli derecede azalmalar meydana geldiğini ve bu biyolojik yöntemin tuzlu toprakların ıslahında kimyasal yöntemlere alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.

Tolan vd. (2017), bazı çayır üçgülü genotiplerinin farklı tuz yoğunluklarında çimlenme ve fide gelişimi parametrelerinde meydana gelen değişimi incelemişlerdir. Çalışmalarında elde ettikleri sonuçlara göre artan tuz konsantrasyonlarının üç genotipte de benzer sonuçları ortaya çıkardığını ve üzerinde çalışılan parametrelerin tuz uygulamalarından olumsuz etkilendiğini ortaya koymuşlardır.

Arslan ve Aydınoğlu (2018), kurak bölgelerde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan mürdümüğün iki çeşidinin tuz toksisitesine çimlenme döneminde gösterdiği tepkiyi incelemişlerdir. Tuz toksisitesinin çimlenme parametreleri ve fide büyümesinin erken dönemi üzerine olumsuz etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Karaoğlu ve Yalçın (2018), çalışmalarında artan tuzluluk probleminin yanlış tarımsal uygulamalar sonucunda ortaya çıktığını ve kurak yarı kurak alanlarda daha büyük problemlere sebep olduğunu belirtmişlerdir. Gün geçtikçe artan nüfusun sınırlı kaynaklardan eşit şekilde faydalanması amacıyla toprakların korunması rehabilitasyonunun gerçekleştirilmesinin önemini vurgulamışlardır.

Kireçci (2018), araştırmacı canlı organizmaların, çevreden kaynaklanan stres faktörlerine karşı kendilerini koruyabilmek adına çeşitli savunma mekanizmalarına sahip olduklarını belirtmiştir. Bu savunma mekanizmalarının, stresin organizma üzerindeki zararlı etkilerini en aza indirerek hayatta kalmayı sağladığını vurgulamıştır. Bitkilerin strese maruz kaldıklarında tepkilerinin ortaya çıkmasının karmaşık bir süreç olduğunu ve gelişen tepkilerin uyum derecesinin yaşamlarını sürdürebilme seviyelerini belirlediğini ifade etmiştir. Bu süreçte, biyolojik sistemlerde stresle başa çıkmada en etkili araçlardan birisinin antioksidan savunma sistemi olduğunu ve bitkilerde bu sistemin etkin olduğuna değinmiştir. Bitkilerin, çevresel stres koşullarının zararlı etkilerine karşı, bünyelerinde bulunan antioksidan savunma mekanizmaları sayesinde direnç gösterebildiklerini ve bu sistemlerin süperoksit dismutaz, katalaz, askorbat peroksidaz, glutatyon peroksidaz, glutatyon redüktaz, dehidroaskorbat redüktaz, monodehidroaskorbat redüktaz ve guaiakol peroksidaz gibi çeşitli enzimatik antioksidanlardan oluşan bir yapının yanı sıra; askorbik asit, glutatyon, α–tokoferol, karotenoidler ve fenolik bileşikler gibi enzimatik olmayan antioksidan bileşenleri de içerdiğine değinmiştir.

Tiryaki (2018), araştırmacı bitkilerin tuzluluk toksisitesi karşısında gösterdikleri tolerans mekanizmalarının incelenmesi amacıyla çalışmasını yürütmüştür. Bitkiler maruz kaldıkları tuz seviyelerine göre bazen bitki türüne göre değişmekle birlikte farklı tolerans mekanizmaları geliştirdiklerini belirtmiştir. Bitkilerin hangi tuz seviyesinde ne kadar stres yaşadığı ve nasıl tolerans geliştirdiğinin tuzluluğa dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi açısından gerekli olduğunu savunmuştur.

Çakmakçı ve Dallar (2019), çalışmalarında üç farklı silajlık mısır çeşidinin (Göcem, Burak, Batem efe) değişik tuz konsantrasyonları ve farklı sıcaklık seviyelerine karşı gösterdikleri tepkilerini belirlenmeyi amaçlamışlardır. Dokuz farklı tuz dozu ve üç farklı sıcaklık seviyesini araştırmalarında tolerans seviyelerinin belirlenmesi amacı ile kullanmışlardır. Belirlenen koşullar altında mısır çeşitlerinin yaş sap ağırlıkları, çimlenme oranları, kuru sap ağırlıkları, yaş kök ağırlıkları ve kuru kök ağırlıklarındaki değişimi incelemişlerdir. Araştırma sonucunda Gözdem çeşidinin tolerans seviyesinin daha yüksek olduğunu ve tüm çeşitlerde belirlenen parametreler üzerinde 24°C sıcaklığın ve saf su koşullarının olumlu etkisi olduğunu belirlemişlerdir.

Doğru (2019), Tuz stresinin, tarımda verimliliği sınırlayan önemli abiyotik stres faktörlerinden olduğu ve bu durumun, bitkilerde süperoksit radikali, hidrojen peroksit, hidroksil radikali ve tekil oksijen gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşum süreçlerini hızlandırdığı ayrıca birikimlerini artırarak oksidatif strese yol açtığına ifade etmiştir. Ancak bitkilerin, bu olumsuz durumun tersine çevrilebilmesi için bazı mekanizmalara sahip olduğu da vurgulanmıştır. Bu mekanizmalar antioksidan sistem olarak adlandırılmakta olup, reaktif oksijen türlerinin üretimini engellemek veya var olan oksijen türlerini detoksifiye etmek gibi koruyucu bir role sahip olduğunu belirtmiştir. Bu koruma mekanizmasının, enzimatik ve enzimatik olmayan bileşenlerden oluştuğu ve bitkileri oksidatif hasarlardan koruduğu bildirilmiştir. Süperoksit dismutaz, askorbat peroksidaz, glutatyon redüktaz, dehidroaskorbat redüktaz, monodehidroaskorbat redüktaz, katalaz ve guaiakol peroksidaz gibi enzimlerin enzimatik antioksidan savunma sistemini oluşturuken (Czarnocka ve Karpinski, 2018); karotenoidler, askorbik asit, α–tokoferol ve glutatyon ise enzimatik olmayan antioksidan savunma sisteminin birer parçası olduğunu (Agati vd., 2012) ifade etmiştir. Stres koşulları altında antioksidan enzim aktivitesi seviyesinin etkinliğini artıran bitkilerin genel olarak stres koşullarına daha dayanıklı bitkiler olduğu (Khan ve Singh, 2008) vurgulamıştır.

Isayenkov ve Maathuis (2019), tuzluluk stresinin bitki yaşamını sürdürmesini sağlayan engellerden en önemlisi olduğunu vurgulamışlardır. Yaptıkları derlemede tuzlulukla ilgili Na^+ ve Cl^- iyonlarının alınması, tutulması ve taşınması mekanizmasının anlaşılmasının önemini vurgulamışlardır. Mevcut anlayışın aksine iyon toksisitesinin vakuolde sitozolden daha yaygın olduğunu belirtmişlerdir.

Kunt ve Taş (2019), Cumhuriyet ve İnce iki sıralı arpa çeşitlerinin tuzlu sulama suyu ile çimlendirme parametrelerinde meydana gelen değişimi incelemişlerdir. 0, 2, 4, 6, 8, 12 ve 19 dS/m elektrik iletkenlik değerine sahip sulama suyu kullanmışlardır. Araştırma sonucunda; tuzluluk toksistesinin artmasının çimlenme gücü ve çimlenme hızı üzerine olumsuz etki yaptığını ve her iki çeşidin de farklı tuzluluk seviyelerinde tolerans gösterdiğini gözlemlemişleridir.

Safdar vd. (2019), araştırmacılar çevresel streslerden özellikle tuzluluk stresinin bitki gelişimini etkileyerek ürün verimini de önemli ölçüde azalttığını ve arazi kullanımını kısıtladığını belirtmişlerdir. Bu duruma ek olarak sanayileşme ve habitat kullanımı sebebi ile tarım arazilerinin gün geçtikçe küçüldüğünden, tuzdan etkilenen arazilerin tarımsal üretime katılmasının gerekliliğini vurgulamışlardır. Bitkilerin tuzluluk stresinden iki ana yolla etkilendiğini bunların birinin ozmotik stres diğerinin ise iyonik toksisite olduğunu belirtmişlerdir. Bu streslerin bitkinin birçok gelişim sürecine etki ettiğini ve bitkilerin tuz stresine karşı verdikleri tepkilere göre glikofitler ve halofitler ikiye ayrıldığını belirtmişlerdir. Glikofitlerin toprak tuzluluğuna karşı son derece duyarlı olduğunu halofitlerin ise daha toleranslı olduğunu ve bu tür bitkilerin genellikle tuzlu ortamlarda yetiştiğini vurgulamışlardır. Ancak önemli tarımsal ürünlerin büyük çoğunluğunu glikofitler oluşturduğu için toprak tuzluluğunun endişe verici olduğunu belirtmişlerdir.

Srivastava vd. (2019), araştırmacılar toprak tuzluluğunun oluşum nedenlerini ve mevcut durumu ile ilgili değerlendirmelerde bulunmuşlar ve yüksek tuz konsantrasyonlarının bitkilerde meydana getirdiği olumsuz değişiklikler ile durumun önlenememesi halinde tarım alanlarını, ürünleri ve insanların geçimlerini olumsuz olarak etkilediğini vurgulamışlardır. Tuzlu topraklarının geri dönüşümünün sağlanabilmesi için geliştirilen tekniklerin gerekliliğini belirterek, mevcut tuzluluk probleminin azaltılması ve tuzluluk toksisite problemi olan toprakların daha etkin kullanılması amacıyla gerekli yöntemlerin iyi anlaşılmasının önemini vurgulamışlardır.

Doğru ve Canavar (2020), tuzluluk stresinin bitkiler üzerinde fotosentetik aktiviteyi olumsuz yönde etkileyerek büyüme ve gelişmeyi yavaşlattığını, oksidatif strese sebep olduğunu ve bu durumda bitkilerin iyi bir antioksidan sisteme sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu duruma ek olarak tuzluluk stresine dayanıklı bitkiler çözünür karbohidratlar, çözünebilen proteinler, çeşitli amino asitler, kuaterner amonyum

bileşikleri ve polioller gibi bazı organik bileşikleri yapılarında biriktirdiklerinde bitkilerde su kaybını en aza indirdiklerini vurgulamışlardır.

Van Zelm vd. (2020), tuzluluk tolerans mekanizmaları halofit olan bitkilerde glikofit olanlara benzer şekilde çalıştığını fakat tuz konsantrasyonunun yüksek olduğu durumlarda tolerans seviyelerini yükseltmek için özel anatomik, morfolojik ve kaçınma mekanizmalarını geliştirdiklerini bildirmektedir.

Noreen vd. (2021), arpa bitkisinin tuz toleransı ile ilgili çalışmasında tuzluluk toksisitesinin antioksidan enzim aktivite seviyelerinde artışlara neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Yılmaz vd. (2021), serin iklim çim buğdaygillerinden *Poa, Lolium, Festuca* ve *Agrostis* cinslerinin 10 farklı çeşidinde çimlenme aşamasında tuz stresine verdikleri tepkileri incelemişlerdir. Beş farklı tuz dozu kullanarak çimlenme oranı, sap uzunluğu, kök uzunluğu ve vigor indeksi parametrelerindeki değişimleri değerlendirmişlerdir. İncelenen parametreler değerlendirildiğinde tuzluluk stresinin özellikle çimlenme oranını tüm çeşitlerde azalttığını ancak bazı çeşitlerin ise bazı özellikler bakımından tuza daha toleranslı olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda *Festuca* türlerinin diğer türlere göre daha dayanıklı olduğu sonucunu elde etmişlerdir.

Cheng vd. (2022), biber çeşitlerinden Hongtianhu 101 ve Xinxiang 8'in çimlenme aşamasındaki tuz toleransını ve bu süreçteki fizyolojik mekanizmaları incelemek amacıyla, farklı tuz konsantrasyonları kullanılmıştır. Na_2CO_3, $NaHCO_3$, NaCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$, $MgSO_4$ ve Na_2SO_4'nin eşit molar oranlarıyla elde edilen 0, 3, 5, 10, 15 ve 20 g/L arasında değişen altı farklı karışık tuz çözeltisiyle bitkiler tuz stresine maruz bırakılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, tuz çözeltisi konsantrasyonu arttıkça, her iki çeşidin çimlenme potansiyeli, çimlenme indeksi, çimlenme oranı, tohum çimlenme canlılık indeksi, kök uzunluğu ve kök taze ağırlığında belirgin azalmalar gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, bitkilerin göreceli tuz oranı giderek arttığı belirlenmiştir. Hipokotil uzunluğu ve toprak üstü taze ağırlığı ise başlangıçta artmış, ardından azalmıştır. Ayrıca, malondialdehit (MDA) ve prolin birikimlerinin yanı sıra katalaz, peroksidaz ve süperoksit dismutaz aktivitelerinin ilk etapta düştüğü, ancak daha sonra önemli ölçüde arttığı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir.

Khan vd. (2022), *Pisum sativum* L. çeşitlerinin tuz stresine tepkilerini değerlendirebilmek için tuz stresi altında bazı bezelye çeşitlerinin çimlenme oranı, biyokütle verimi, bağıl su içeriği, fide canlılığını ve tuz tolerans indeksini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Sekiz farklı genotipe dört farklı tuz (0, 8, 12, 16 dS/m) konsantrasyonu uygulamışlardır. Tüm genotiplerin kök ve gövdeleri 12 ve 16 dS/m tuz seviyesinde zarar gördüğünü belirlemişlerdir. Sadece BD4175 ve BD4225 genotiplerinin 8 dS/m tuzluluk seviyesinde iyi performans gösterdiğini belirterek tuzlu alanlarda yetiştirilmesi için önerilebileceğine değinmişlerdir.

Hmissi vd. (2023), bazı makarnalık buğday çeşitlerinin çimlenme ve erken fide döneminde tuz stresine tepkilerinin incelemişlerdir. Her çeşitte değişkenlik göstermek üzere tuz stresi çimlenme kapasitesini düşürmüş ve çimlenmeyi geciktirmiştir. Düşük tuzluluk stresinde (2–4 g/L NaCl) ozmotik etki çimlenme inhibasyonunda ana neden iken, yüksek tuzluluk stresinde (6–10 g/L) toksik etki baskın konuma geçmiş ve çimlenmeyi geri dönülemez bir şekilde engellediği sonucunu kaydetmişlerdir. Seçilen durum buğdayı çeşitlerinin çimlenme aşamasında erken fide gelişim dönemine göre daha yüksek tolerans geliştirdiği sonucuna ulaşmışlar ve bu durumun dayanıklı çeşitlerin belirlenmesinde önem arz ettiğini savunmuşlardır.

Ramadan vd. (2023), dokuz tritikale genotipinde çimlenme ve erken fide aşamalarındaki tuzluluk stresinin etkileri değerlendirilmişlerdir. Her bir genotip, kontrol, 40, 80, 120, 160 ve 200 mM NaCl uygulamalarına tabi tutulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre artan NaCl konsantrasyonları çimlenmeyi ve fide özelliklerini olumsuz yönde etkilediği ifade etmişlerdir. diğer genotiplerle karşılaştırıldığında, Zhongsi 1084 en yüksek ortalama çimlenme oranına, çimlenme canlılık indeksine, çimlenme yüzdesine, ortalama günlük çimlenmeye ve çimlenme enerjisine sahip bulunmuştur. Çimlenme oranı, çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, fide canlılık indeksi ve kök uzunluğu arasında yüksek düzeyde anlamlı pozitif korelasyonlar gözlemlemişlerdir.

Sardar vd. (2023), marul bitkisinde artan tuz dozlarının antioksidan enzim aktivitelerinde artış meydana getirdiği bildirmişlerdir.

Sevgi ve Leblebici (2023), yoğun tuz toksisitesine maruz kalan bitkilerde turgor basıncında azalma, fotosentez ve stoma iletkenliğinde düşüş, besin maddesi dengesizliği,

bitki biokütlesinde düşüş ve bitki gelişim geriliği gibi yaygın etkiler görüldüğünü belirtmişlerdir.

Yavuz vd. (2023), farklı sulama suyu tuzluluk seviyelerinin ıspanağın ıspanakta etkilerinin araştırmışlardır. Sulama suyu tuzluluğunun yaş ve kuru ağırlık, yaprak alanı, zar hasarı, renk pigmentleri ve karotenoid değerleri üzerine etkilerini istatistiksel olarak önemli bulmuşlardır. Ayrıca CAT, SOD ve MDA gibi enzim aktivitelerinin yanı sıra protein ve prolin içeriği, farklı sulama seviyelerinden önemli ölçüde etkilendiğini belirtmişlerdir. Tuzlu sulama suyu olan bölgelerde ıspanakta sulama oranının %25 oranında düşürülmesi ile su kaynaklarının korunması ve tuzluluk kontrolü için önemli bir strateji olduğunu belirtmişlerdir.

Aslan (2024), yetmiş iki adet saksıda üç tekerrürlü olarak altı farklı dozda sulama suyu tuzluluğunun kırmızı marulda ortaya çıkaracağı etkinin salisilik asit, prolin ve melatonin gibi dışsa uygulamalar ile azaltılabileceği araştırmıştır. Araştırmacı bitki büyüme parametrelerini, fotosentezin ilişkili olduğu pigment içeriklerini, antioksidan enzim aktivitelerini incelemiş ve melatoninin tuzluluk stresinin etkilerinin azaltılması açısından en etkili uygulama olduğu sonucunu elde etmiştir. Melatonin uygulaması bitkide meydana gelen yaş ve kuru ağırlıkta ortaya çıkan azalmaları düşürmüş, bitkinin su dengesinin sağlanmasına yardımcı olmuş, iyon birikiminin azalmasını sağladığını belirlemiştir.

Başak (2024), araştırmacı tuz konsantrasyonlarında meydana gelen artış sonucunda biber bitkisinde antioksidan enzim aktivitelerinde ortaya çıkan değişimleri ve oksidatif stres göstergelerini incelemiştir. Yüzeyleri sterilize edilen biber tohumlarını torf ve perlit karışımında çimlendirmiş, çimlenmeden 10 gün sonra fideleri yalnızca perlit içeren saksılara almıştır. Fideleri, sırasıyla 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM tuz konsntrasyonuna sahip sulama suyu ile sulamıştır. Sekiz haftalık gelişme süreci sonucunda, NaCl seviyesindeki artışa bağlı olarak bitkilerin gövde ve kök uzunluklarında, ayrıca gövde ve kök kuru ağırlıklarında belirgin düşüşler olduğunu belirlemiştir. Bununla birlikte, yüksek tuz seviyesi fotosentetik pigment içeriklerini ve maksimum kuantum verimliliğini (Fv/Fm) olumsuz yönde etkilediğini ve yaprakların bağıl su miktarında azalma gözlerken, prolin birikiminde artış saptanmıştır. Tuzun neden olduğu stres altında, yapraklardaki H_2O_2, MDA içerikleri ile elektrolit sızıntısı düzeylerinin yükseldiğini tespit etmiştir.

Antioksidan savunma sisteminin bir parçası olan APX, CAT, SOD ve POD enzimlerinin aktivitelerinde ise belirli bir tuz konsantrasyonuna kadar artış gözlemiş, ancak daha yüksek tuzluluk seviyelerde bu aktivitelerde azalma eğilimi belirlemiştir. Çalışma sonucunda, tuzun biber bitkilerinde hem fizyolojik hem de biyokimyasal düzeyde olumsuz etkilere neden olduğunu ve buna karşılık bitkilerin çeşitli savunma stratejileri geliştirerek bu stresle mücadele etmeye çalıştıklarını ifade etmiştir.

Yüksel (2024), arjininin bitkilerde stres metabolizmasında çok yönlü bir rol oynadığını, çeşitli metabolitlerin öncüsü olduğunu ve bitkilerin çevresel streslere karşı verdiği yanıtları düzenleyebilen bir sinyal molekülü olarak işlev gördüğü ifade etmiştir. Tuzluluk stresinin özellikle msır yetiştiriciliği konusunda kısıtlayıcı bir etken olduğuna değinmiştir. Araştırmacı çalışmasında, L–arjinin'in (L–arg) tuz kaynaklı oksidatif hasarı, lipid peroksidasyonu, antioksidan enzim aktivitesi ve antioksidan enzimlerin gen ifade düzeylerini inceleyerek tuz stresinden dolayı meydana gelen zararın azaltılmasındaki kabiliyetini irdelemiş ve 200 mM tuz stresi uygulamasında H_2O_2 ve MDA seviyelerinin arttığını, fakat 1.5 ve 3 mM L–arg uygulamalarının bu artış seviyesini azalttığını gözlemlemiştir. Bu duruma ek olarak çalışmasına, SOD, POD ve APX aktiviteleri ile ZmSOD, ZmPOD ve ZmAPX gen ifade seviyelerinin artan tuz dozları ile birlikte arttığını ve arjininin bu parametrelerin artmasında daha fazla etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. En fazla artış seviyesinin ise SOD enzim aktivitesinde ve ZmSOD gen ifadesinde gözlendiği sonucunu bildirmiştir.

1.3. Tuz Stresinin Fiğ Türleri Üzerine Etkileri

Akhtar ve Hussain (2009), hayvanlar için yüksek besleme değerlerine sahip olan yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) tuzlu koşullarda yetiştirilebilmesi imkanını incelemişlerdir. Laboratuvar ve saksı denemelerinde 3 farklı tuzluluk (5, 10, 15 dS/m) seviyesi kullanmışlardır. Tuzluluk seviyesindeki artışın fidelerin hayatta kalmasını ciddi oranda etkilendiğini, ek olarak belirlenen diğer parametrelerin de tuzluluktan etkilendiğini belirten araştırmacılar yaygın fiğin orta düzeyde tuzluluğa dayanımı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bilgili vd. (2011), araştırmacılar yaygın fiğ, yem bezelyesi ve kanola çeşitlerinin tuzluluk stresine karşı tolerans seviyelerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Fideler 45 gün boyunca tuz stresine maruz bırakılmış ve fide boyu, kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru ağırlığı,

fide başına yaprak sayısı, fide başına yaprak alanı, sürgün ve köklerin Na, K, ve Ca içeriği ayrıca K/Na ile Ca/Na oranlarını belirlemişlerdir. Tuz konsantrasyonundaki değişimin belirlenen parametreleri önemli ölçüde değiştirdiğini; örneğin kök ve sürgünlerin Na içeriğinin tuz artışı ile birlikte arttığını belirlemişleridir. Bu durumun aksine tuz konsantrasyonundaki artışla birlikte kök ve sürgünlerin K ve Ca içeriklerinin azaldığını saptamışlardır. Yem bezelyesinin tuz stresine karşı diğer çeşitlere göre daha dayanıklı olduğunu ve 100 mM' den az NaCl içeren topraklarda kültüre alınabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Çöçü ve Uzun (2011), bazı burçak hatlarında artan NaCl konsantrasyonlarının çimlenme, fide gelişimi ve iyon birikimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmaları neticesinde NaCl konsantrasyonlarında meydana gelen artışın çimlenme süresi ve çimlenme yüzdesi üzerine olumsuz etkileri olduğunu belirlemişlerdir. Aynı zamanda NaCl konsantrasyonlarındaki artış ile fide gelişiminin de azaldığını ancak bu azalmanın sürgün oluşumunda daha belirgin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Tuz konsantrasyonundaki artışın sürgün ve köklerde önemli oranda iyon birikimine sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Ventorino vd. (2012), sulama suyundan gelen tuzluluğun yarattığı toksisitenin bakla yaygın fiğ ve *rhizobium* bakterileri üzerine etkilerini incelemişleridir. Tohumları ekimden önce tuza dayanıklı ve dayanıksız bakteriler ile aşılamışlardır. Toprak elektriksel iletkenliğinin 2.0 dS/m'den 6.0 dS/m'ye artması baklanın biyokütlesinde azalışa sebep olduğunu, ancak bu değişimin yaygın fiğde herhangi bir değişime sebep olmadığını belirlemişlerdir. Örtü bitkisi olarak da kullanılabilen yaygın fiğin tuzlu topraklarda bile nitrojen varlığını baklaya göre daha çok artırdığını ortaya koymuşlardır.

Geren vd. (2013), çalışmada yedi farklı *Vicia* türünü (*Vicia sativa, Vicia villosa, Vicia pannonica, Vicia ervilia, Vicia narbonensis, Vicia faba var. minör ve Vicia faba var. majör*) yedi farklı tuz konsantrasyonu ile muamele etmişlerdir. Araştırmada farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenme ve erken fide gelişim döneminde *Vicia* türlerinin verdikleri tepkileri incelemişleridir. Sonuç olarak tuz stresinin hipokotil büyümesini radikulaya göre daha çok baskıladığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu duruma ek olarak hipokotil ve radikula biokütlelerinin artan tuz konsantrasyonları ile birlikte azaldığını belirtmişlerdir. *V. sativa, V. villosa* veya *V. faba* türlerinin 150 mMol tuz

konsantrasyonunda incelenen özellikleri bakımından daha üstün olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Mezni vd. (2013), bitki gelişim sürecinde metabolik ve fizyolojik süreçleri değiştiren tuzluluk toksisitesinin koca fiğde (*Vicia narbonensis* L.) büyüme üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda tuz stresinin sürgün ve kökün kuru maddesini, bitki boyunu ve yaprak alanını azalttığını bildirmişlerdir. Araştırma sonucunda verileri değerlendiren araştırmacılar koca fiğin tuzluluğa çok hassas olduğu ve 2.5 g/L'den fazla NaCl konsantrasyonlarına tolerans göstermediğini gösterdiğini belirtmişlerdir.

Kuşvuran (2015), tuz stresi altında Macar fiği tohumlarının çimlenme oranları, sürgün ve kök uzunlukları, sürgün ve kök yaş ağırlıkları, sürgün/kök oranları, lipid peroksidasyon, süperoksit dismutaz, katalaz, askorbat peroksidaz ve glutatyon redüktaz aktivitelerini incelemişlerdir. NaCl oranlarının artması erken fide gelişiminin azalmasına neden olmuştur. Stres koşulları altında, toleranslı çeşitlerde MDA içeriğinin daha az artığını ve toleranssız çeşitlere kıyasla SOD, CAT, APX ve GR'de daha fazla artış olduğunu, tuz stresinin reaktif oksijen radikallerinin üretimini tetiklediğini ve bunun da çeşitlerde MDA ve oksidatif stres artışına yol açtığını ifade etmişlerdir.

Esringü vd. (2016), tuzluluk stresi altında Macar fiği çeşitlerinde hümik asit ve bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin amino asitler, enzimler, mineraller, organik asitler ve hormonlar üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. 0, 10, 30 ve 60 mM NaCl içeren tuzlu yetiştirme ortamlarında uygulanan hümik asit ve bitki gelişimini teşvik eden kök bakterilerin (PGPR) mineraller, organik asitleri, hormonları ve enzim aktiviteleri üzerinde olumlu etki gösterdiğini vurgulamışlardır. Çalışmaları sonucunda PGPR uygulamalarının tuz stresinin Macar fiğ bitkileri üzerindeki zararlı etkilerini iyileştirmiş olabileceğini vurgulamışlardır.

Önal ve Üney (2016), Ege Beyazı–79 Macar fiği ile yaptıkları çalışmada farklı tuz yoğunluklarının çimlenme ve bitki gelişimi üzerine etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Denemeyi iki aşamalı olarak kurmuşlardır. Çimlenme denemesinde 13 farklı tuz dozu; saksı denemesinde ise 7 farklı tuz dozu uygulamışlardır. Yaptıkları değerlendirme sonucunda tuz yoğunluğu arttıkça çimlenme süresinin uzadığını ve çimlenme oranının azaldığını belirlemişlerdir. Bu duruma ek olarak 25 mM NaCl uygulamasının toprak üstü yaş ağırlığını, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve kök

uzunluğunu arttırdığını ortaya koymuşlardır. Bu durumdan farklı olarak 50 mM NaCl uygulamasından sonraki diğer tuz konsantrasyonları büyük oranda olumsuz etkiye sahip olduğunu ve 100 mM ve üzeri tuz konsantrasyonlarının incelenen birçok parametrede en fazla zararlanmaya neden olduğunu saptamışlardır.

Ertekin vd. (2017), Selçuk–99, Jade, Yücel ve Özveren yaygın fiğin (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin tuz toksisitesine karşı tepkilerinin belirlenmesi amacıyla 5 farklı tuz konsantrasyonunda çimlenme parametreleri ve fide büyüme karakterleri incelemişlerdir. Tuz dozlarında meydana gelen artış ile incelenen tüm parametreler düşerken, ortalama çimlenme süresinin arttığını bildirmişlerdir. Selçuk–99 çeşidinin çimlenme oranı ve çimlenme indeksinin diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğunu, yine Selçuk–99 ve Jade çeşitlerinin çimlenme süresinin daha kısa olduğu sonucunu elde etmişlerdir.

Hernández vd. (2018), sera ortamında yürüttükleri çalışmada *Vicia sativa* L. türünün tuzlu toprakların rehabilitasyonu açısından kullanılabilme yeteneğini araştırmışlardır. Toprakta elektriksel iletkenlik, çözünebilir ve değişebilir katyonlar açısından analiz edilerek 90 gün boyunca toprağı iyileştirme potansiyeli değerlendirmişlerdir. Araştırma sonucunda *Vicia sativa* L. türünün orta derecede tuzlu topraklarda hem gövdesinde hem de yapraklarında yüksek oranda Na^+ konsantrasyonlarına rastlanması sebebiyle rehabilitasyon amaçlı olarak kullanılabileceklerini ortaya koymuşlardır.

Avcı (2019), Tarm beyazı 98, Kansur, Beta, Altınova 2002, Budak ve Anadolu Pembesi–2002 Macar fiği çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişim döneminde tuz stresine (0, 5, 10 and 15 dS/m NaCl) tepkilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda artan tuz dozlarına bağlı olarak tüm çeşitlerin çimlenme oranı, kök ve sap uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığı düşerken, ortalama çimlenme süresinin ise uzadığını belirlemiştir. En yüksek çimlenme oranı Tarm beyazı–98 çeşidinde en düşük çimlenme oranı ise Budak çeşidinde elde edilmiştir. Sonuç olarak, Beta ve Kansur çeşitlerinin tuz stresine daha toleranslı olduğu ifade etmiştir.

Aydınoğlu vd. (2019), araştırmacılar çalışmalarında artan tuzluluk sorunu nedeni ile ortaya çıkan bitki gelişme problemlerinin azaltılmasında umut verici olarak nitelendirdikleri priming yöntemini yaygın fiğ tohumları üzerinde denemişlerdir. Tuz stresi atlında yaygın fiğde (*Vicia sativa* L.) polietilen glikol 6000 (PEG–6000) ile osmopriming işleminin tohum çimlenmesi, fide büyümesi gen ekspresyonu üzerindeki

etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Yaygın fiğ tohumları farklı ozmotik potansiyellere sahip (0.00, –0.50, –0.75, –1.00, –1.25 ve –1.50 MPa) PEG–6000 solüsyonları ile 12 saat süreyle muamele etmişler, kontrol ve osmopriming yapılan tohumları çimlendirilmişler ve fideleri farklı tuz (Kontrol, 4, 8 ve 16 dS/m) konsantrasyonuna maruz bırakmışlardır. Bu duruma ek olarak priming yapılmış fidelerde gen ekspresyonunu mikrodizi teknolojisi ile iki farklı ozmotik potansiyelde (0,00 ve –1,50 MPa) karşılaştırmışlardır. Yaygın fiğ tohumlarının çimlenme yüzdesinin ve fide büyümesinin yüksek tuzluluk nedeniyle azaldığı, ancak yapılan çeşitli priming uygulamalarının yüksek tuzluluğun yaygın fiğde çimlenme ve erken fide büyümesi üzerindeki olumsuz etkilerini azalttığı ve birçok genin hem stres hem de normal koşullarda ifadesinin önemli ölçüde farklı olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Uslu ve Gedik (2020), yaptıkları çalışmada farklı tuz yoğunluklarında Kansur ve Zemheri–08 çeşitlerinin fide gelişimi ve çimlenme parametrelerini incelemişlerdir. Bu çeşitleri (0, 250, 750, 2250, 5000, 10000 ppm) tuz seviyelerinde çimlendirmişler ve tuz konsantrasyonlarındaki artışa bağlı olarak çimlenme ve fide gelişim parametrelerini olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir. Çimlenme oranı, kök ve sürgün uzunluğu ile vigor indeksi değerleri açısından Kansur çeşidinin Zemheri–08 çeşidine göre daha üstün özelliklere sahip olduğunu belirlemişlerdir. İnceledikleri tüm özelliklerde en düşük değerleri 10000 ppm uygulamasından elde etmişlerdir.

Beyaz (2021), yaygın fiğ tohumlarını 100 mM NaCl içeren MS (Murashige ve Skoog) temel besi ortamında çimlenmeye bırakarak sonrasında sürgün ve köklerde biyokimyasal değişimleri incelemiştir. Çimlendikten 14 gün sonra sürgün ve kök dokularında tuz stresinin artmasıyla birlikte antioksidan enzim aktivitesinin de arttığı ve diğer taraftan morfolojik parametrelerin azaldığı sonucuna ulaşmıştır. Bu duruma ek olarak kök dokularında antioksidan enzim aktivitelerinin daha aktif olduğunu, ancak sürgün dokularında prolin birikiminin kök dokularına göre daha yüksek olduğunu, MDA içeriğinin ise sürgün dokularında kök dokularına göre daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Moghaddam vd. (2021), bitki gelişimini ve verimliliğini olumsuz yönde etkileyen tuz stresine maruz kalan burçağın (*Vicia ervilia* L.) salisilik asitle muamele edilmesi neticesinde büyüme, çimlenme ve bazı fizyolojik özellikleri üzerine etkilerini

incelemişlerdir. 0, 50 ve 100 mM'lik üç tuz dozu ve 0, 0.1 ve 0.,2 mM'lik üç salisilik asit dozu belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda tuz dozunda meydana gelen artışın belirlenen parametrelerde azalmaya sebep olduğu ancak SA uygulamasının farklı tuzluluk seviyelerinde çimlenme parametrelerini, fide gelişimini ve fizyolojik özelliklerini iyileştirmek amacı ile kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Odat vd. (2021), araştırmacılar 3 farklı doz (2, 4, and 8 g/l) kitosanla muamele ettikleri yaygın fiğ tohumlarını 4 farklı tuz (50, 100, 200, and 300 mM) konsantrasyonuna maruz bırakmışlardır. Tuz konsantrasyonundaki artış ile çimlenme yüzdesinin azaldığını belirtmişlerdir. Ancak kitosanın farklı seviyelerinde tuzluluk oranı artmasına rağmen çimlenme yüzdesinin arttığını, yüksek tuz konsantrasyonlarında ise kök uzunluğu, sap uzunluğu, kök kuru ağırlığı ve sap kuru ağırlığı parametrelerinin gerilemesine sebep olsa da kitosan uygulaması tuzluluk stresinden bağımsız olarak bitki büyüme parametrelerinin iyileşmesine sebep olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Araştırma sonucunda yetiştirilecek olan fiğlerin kitosanla ön muamele edilip ekilmesi ile tuzluluk toksisitesine daha yüksek tolerans sağlayabilecekleri sonucuna ulaşmışlardır.

Tlahig vd. (2021), dünya üzerindeki tuzlu su kaynaklarındaki baskınlık sebebi ile tuzlu alanlarda artış meydana geleceğini vurgulayarak bu durumun bitkiler için en önemli abiyotik stres koşullarından biri olduğunu ve toleranslı ya da dayanıklı bitkiler elde etmenin gerekliliği konusunu ele almışlardır. Çalışmalarında baklagil türlerinde (*Lathyrus sativus, Vicia sativa, Vigna radiata* ve *Vigna unguiculata*) çimlenen tohumları üzerinde fizyolojik, biyokimyasal, biyoistatiksel ve yapısal analizleri birleştirerek tuzluluğun etkilerini araştırmışlardır. Çimlenmenin yüksek tuz konsantrasyonlarından etkilenmediğini ancak fide büyümesinin muhtemelen su alımındaki ve organik madde biyosentezindeki değişiklikler nedeniyle düşük tuz konsantrasyonlarında bile daha yüksek oranda etkilendiğini ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte, artan tuz stresiyle başa çıkma eğiliminde olan tüm türlerde sitoplazma detoksifikasyonu ve hücresel turgor bakımı gibi bir yanıt mekanizmasına izin veren antioksidan enzimler, fenolik asitler ve flavonoidlerin sentezlendiğini kaydetmişlerdir. Tüm fizyolojik ve biyokimyasal parametreleri birlik te değerlendirildiğinde tuz stresine dayanıklılık sıralaması *Lathyrus sativus, Vigna radiata, Vicia sativa* ve *Vigna unguicula* olarak bildirilmiştir.

Hejing vd. (2022), beş farklı tuz (%0.3, 0.6, 0.9, 1.2 ve 1.5% v:v karma çift tuz çözeltisi) konsantrasyonuna maruz bırakılan beş *Vicia sativa* (22216, 333A, 1586, 7504 ve Sujian 3) genotipinin tuz stresine tepkilerini çimlenme potansiyeli, çimlenme oranı, bağıl çimlenme oranı, tohum çimlenme indeksi, radikula ve plumula uzunlukları ve ağırlıkları üzerinden incelemişlerdir. Araştırma sonucunda genotiplerin çimlenme potansiyellerinin %0.9 tuz konsantrasyonunda önemli oranda azaldığını kaydetmişlerdir. Sonuç olarak, çimlenme aşamasında 22216 genotipinin tuz stresine toleransı en yüksek 333A genotipinin ise en düşük olarak bildirilmiştir.

Karimzadeh Negari (2022), bazı *Vicia ervilia* L. ekotiplerinin çimlenme aşamasında tuzluluk stresine olan tepkilerini incelemiştir. Araştırmada sekiz *Vicia ervilia* L. ekotipi ve 4 farklı tuz konsantrasyonu kullanılmıştır. Araştırmada canlılık indeksi, çimlenme oranı, kök yaş ve kuru ağırlığı, sürgün yaş ve kuru ağırlığı ile sürgün ve kök uzunluğu parametreleri incelenmiştir. Tuzluluk seviyesinin 30 mM dozunun üstüne çıkması ile tüm parametrelerde önemli oranda düşüşler meydana geldiğini vurgulamıştır. Biplot ve kümeleme analizi açısından Dashbolagh ekotipinin farklı tuzluluk seviyelerinde strese tolerans açısından bu denemedeki diğer ekotiplerden üstün olduğu ve ıslah programlarında kullanılabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Lin vd. (2022), çimlenme döneminde tuzluluğa hassasiyeti ile bilinen yaygın fiğin tuzluluk stresi altında moleküler düzeyde tepkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Yaygın fiğ tohumlarında yaprak ve köklerinde toplamda 6361 farklı şekilde eksprese edilen gen tanımlaması olduğunu ortaya koymuşlardır. Yaprak ve köklerdeki gen ekspresyonlarının yönelimlerinin farklılık gösterdiği, köklerde peroksidaz aktive eden genler, yapraklarda ise Ca^{+2} taşınmasında görev alan genlerin hakim konumda olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca köklerin yaygın fiğde tuzluluk stresine daha duyarlı olduğu bildirilmiştir.

Sun vd. (2022), bazı yaygın fiğ çeşitlerinde tuz toleransını incelemişlerdir. Nispi fide büyümesi ve nispi çimlenme oranı tuzluluk toksisitesi sebebi ile önemli farklılıklar göstermiştir. Tuz toleransı yüksek olan çeşitlerde sürgün ve köklerde tuza hassasiyeti yüksek olan çeşitlere göre daha az iyon birikiminin meydana geldiğini belirtmişlerdir. Tuz uygulamaları neticesinde P5CS1 geninin transkript seviyelerinin arttığını ve tuza duyarlı çeşitlerle karşılaştırıldığında tuza toleranslı çeşitlerde daha yüksek seviyelerin

olduğunu gözlemlemişlerdir. SOD ve KAT enzim aktivitelerinin tuza tepki olarak değişiklik gösterdiği ve tuza duyarlı çeşitlerle karşılaştırıldığında tuza toleranslı çeşitlerde daha yüksek seviyelerin olduğunu belirtmişlerdir. Yaygın fiğde tuz toleransının iyon dengesinin korunması ve ilgili gen ekspresyonu ile prolin birikiminin ve antioksidan savunma sisteminin desteklenmesiyle ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Tiryaki ve İşidoğru (2022), 12 farklı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşidin 250 mM NaCl tuz stresine maruz bırakmışlardır. Çimlenme aşamasındaki tuz tolerans seviyelerini belirlemeyi ve tuz toleransı ile ilişkili gen hedefli fonksiyonel markörler kullanarak genetik ilişkileri ortaya koymayı amaçlamışlardır. Çeşitler arasında anlamlı genetik farklılıklar olduğunu, ancak tuz stresinin tüm çimlenme parametrelerini önemli ölçüde azalttığı sonuçlarını ortaya koymuştur. Özveren çeşidinin, kontrol tohumlarına kıyasla çimlenme oranında %20.1'lik bir azalma ile en yüksek tuz toleransına sahip olduğunu, Alınoglu, Ayaz ve Bakır çeşitlerinin ise hiç çimlenmediğini ifade etmişlerdir.

Sun vd. (2024), yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) önemli bir yıllık diploid baklagil yem bitkisi olduğundan tuz stresine yanıt olarak transkriptom profillemesini, tuza toleranslı bir hat (460) ve tuza duyarlı bir hat (429) kullanarak araştırmışlardır. Araştırmacılar yaygın fiğde tuz toleransına verdikleri genel cevapları ve 460 numaralı hat ile tuz toleransına özgü cevapları analiz etmişlerdir. 460 numaralı hattın köklerinde 429 numaralı hattan daha yüksek lignin seviyeleri olduğunu gözlemlemişlerdir. α–linolenik asit metabolizması, karotenoid biyosentezi, nişasta ve sukroz metabolizması, tuz toleranslı 460 numaralı hattın özellikleri arasında özel olarak zenginleşmiştir. Yapraklarda daha yüksek düzeyde çözünebilen şeker birikimi olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca, tuz stresine yanıt olarak iyon homeostazı ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) temizlenmesinde görev alan genlerin transkript seviyelerinin 460 numaralı hatta, 429 numaralı hatta kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bougrine vd. (2025), marjinal toprakları ıslah etme potansiyeliyle tanınan bir baklagil yem bitkisi türü olan *Vicia narbonensis* L.'de farklı çeşitlerin tuz stresine toleransını araştırmışlardır. Üç ekotiptin (eko2, eko9 ve eko10) farklı tuzluluk seviyelerine (düşük, orta ve şiddetli) tepkileri morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal olarak incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre ekotiplerin yaprak alanı, büyüme hızı, bitki boyu ve çözünür şeker içeriği gibi özelliklerinin önemli ölçüde farklılık gösterdiğini ve bu özelliklerin tuza

dayanıklı genotipleri belirlemede temel göstergeler olarak potansiyel taşıdığını ifade etmişlerdir. Özellikle, Ekotip 10, yüksek NaCl konsantrasyonları altında büyümeyi sürdürerek tuz stresine adaptasyon açısından önemli bir potansiyel göstermiştir. Ancak, ıslah programlarına entegrasyonu, adaptasyon modelinin ek deneysel denemelerle doğrulamasından sonra mümkün olabileceği ifade edilmiştir.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Araştırmada 3 farklı fiğ türüne ait 17 farklı çeşit kullanılmıştır. Beş adet Macar fiği (*Vicia pannonica*), beş adet koca fiğ (*Vicia narbonensis*) ve yedi adet yaygın fiğ (*Vicia sativa*) çeşidi ile deneme yürütülmüştür. Denemede kullanılan çeşitler ile ilgili bilgiler Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Denemede kullanılan çeşitler, kurum bilgileri ve tescil yılları

Çeşitler*	**Kurum Bilgileri**	**Tescil Yılı**
Macar Fiği		
Altınova–2002	Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü	2007
Atom	Yonca Tarım Ürünleri Müh.ve İh. Mad. Tic. Ltd. Şti.	2020
Enes	Ege Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü	2017
Oğuz–2002	Ege Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü	2018
Akçalar	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma	2019
Yaygın fiğ		
Kıralkızı	Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi	2007
Cumhuriyet–99	Ege Tarımsal Araştırma Genel Müdürlüğü	1999
Selçuk–99	Ege Tarımsal Araştırma Genel Müdürlüğü	1999
Alper	Ege Tarımsal Araştırma Genel Müdürlüğü	2010
Ürkmez	Ege Tarımsal Araştırma Genel Müdürlüğü	2013
Şahinbey	Yonca Tarım Ürünleri Müh. Ve İh. Mad. Tic. Ltd. Şti.	2020
Görkem	Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi	2008
Koca fiğ		
Bozdağ	Ege Tarımsal Araştırma Müdürlüğü	2005
Tarman–2002	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitü Müdürlüğü	2002
Balkan	Geçit Kuşağı Tarımsa Araştırma Enstitü Müdürlüğü	2011
Karakaya	Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi	2009
Özgen	Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi	2009

*BUGEM, 2024. https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=85

2.2. Yöntem

2.2.1. Çimlendirme Denemeleri

Denemeler tesadüf parselleri deneme planına göre iki faktörlü 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Birinci faktör çeşit, ikinci faktör tuz dozu (0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m) olarak belirlenmiştir. Denemelerde kontrol (0 dozu) olarak saf su kullanılmıştır. Tuz seviyeleri NaCl kullanılarak oluşturulmuştur. İstenen tuz seviyesi için gerekli NaCl miktarı hassas terazide tartıldıktan sonra saf suya karıştırılmış ve elektriksel iletkenlikleri EC metre ile ölçülmüştür. Çimlendirme denemelerinde kağıt arası çimlendirme yöntemi kullanılmıştır. Filtre kağıtları 20x20 ebadında kesilmiş, her filtre kağıdına 7 ml saf su (kontrol), 5 (5 EC), 10 (10 EC), 15 (15 EC) veya 20 (20 EC) dS/m NaCl uygulanmış ve iki kağıt üzerine yaygın fiğ ve Macar fiği çeşitlerinde 50 adet, koca fiğ çeşitlerinde ise 25 adet tohum yerleştirildikten sonra üzeri üçüncü filtre kâğıdı ile kapatılmış ve rulo yapılmış kilitli poşetlere yerleştirilmiştir. Ayrıca herhangi bir fungus gelişimini engellemek amacıyla fungusit (MANCO 80 WP) kullanılmış olup deneme kurulurken sulama suyuna karıştırılarak uygulanmıştır. Tohumlar 20 ºC sıcaklıkta tamamen karanlık ortamda 4 tekerrürlü olarak çimlendirmeye bırakılmıştır. Her gün çimlenen tohumlar sayılmış (kökçük uzunluğu 2 mm olan tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir) ve denemelerde 14. günde 10 fide de sürgün ve kök uzunluğu ile fide yaş ağırlıkları alındıktan sonra fideler 65 ºC'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak fide kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 2.1.).

2.2.2. Çimlendirme Denemelerinde Verilerin Elde Edilmesi ve İncelenen Özellikler

Çimlenme yüzdesi (%): Denemenin 14. gününde toplam çimlenen tohum sayısı belirlenmiş ve yüzde olarak hesaplanmıştır.

Çimlenme indeksi (GI): Çimlenme indeksi hem çimlenme yüzdesi hemde çimlenme hızı hakkında bilgi vermektedir (Al–Mudaris, 1998). Aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır. GI=(14×N1)+(13×N2)+(12×N3)+….(1×N14,) formülde N1, N2… denemenin yürütüldüğü sürede her gün çimlenen tohum sayısını göstermektedir.

Çimlenme Oranı İndeksi (%/gün): Çimlenme periyodunun her gündeki çimlenme yüzdesini yansıtır. G1/1+G2/2+Gx/x formülü ile elde edilmiştir (Esechie, 1994). G1, G2..… denemenin yürütüldüğü sürede her gün çimlenen tohum yüzdesini göstermektedir.

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

$$OÇS = \Sigma(fx) / \Sigma f$$

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

Sürgün uzunluğu (cm): Deneme başlangıcından 14 gün sonra tesadüfen alınan 10 adet fidenin sürgün uzunlukları milimetrik cetvel kullanılarak ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

Kök uzunluğu (cm): Deneme başlangıcından 14 gün sonra tesadüfen alınan 10 adet fidenin kök uzunlukları milimetrik cetvel kullanılarak ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

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

Fide kuru ağırlığı (mg/fide): Tesadüfen alınan ve yaş ağırlıkları alınan 10 adet fide 65 ºC'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kuruttuktan sonra hassas terazi ile ölçümleri yapılmış ve ortalaması alınmıştır.



Şekil 2.1. Çimlendirme denemesinde verilerin elde edilişi

2.2.3. Biyokimyasal Analizler ve İncelenen Özellikler

Hidrojen Peroksit (H_2O_2) Miktarı: Örneklerden 0.5 gram yaprak alınarak 5 ml soğuk %0.1 TCA içinde homojenize edildikten sonra homojenat 10.000 x g'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. 0.5 ml süpernatant alınarak üzerine 0.5 ml 10 mM KH2PO4 (pH: 7.0) tamponu ve 1 ml KI ilave edilerek ve karıştırılmıştır. Karışımın absorbansı 390 nm'de ölçülmüştür. Hidrojen peroksitten standart grafik oluşturulmuş ve H_2O_2 miktarı µmol/g yaş doku olarak hesaplanmıştır (Velikova vd., 2000).

Membran Lipid Peraksidasyonu (Malondialdehit, MDA miktarı belirleme): MDA miktarını belirlemek için Sreenivasulu vd. (1999) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. 0.5 g yaş örnek 5 ml %5'lik trikloroasetik asit (TCA) çözeltisi içinde homojenize edilmiş ve homojenat, 10.000 x g hızda 15 dakika santrifüj edilmiştir. 4 ml süpernatant alınarak, üzerine 1 ml %0.5'lik TBA çözeltisi eklenmiş ve reaksiyon karışımı, 95°C'de 30 dakika su banyosunda inkübe edilmiştir. Reaksiyon, tüpler buz banyosuna alınarak durdurulmuştur. Daha sonra örnekler 10.000 x g'de 10 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatantın absorbans değerleri sırasıyla 600 nm ve 532 nm'de okunmuştur. MDA miktarı 155 mM^{-1} cm^{-1} ekstinksiyon katsayısı kullanılarak hesaplanmıştır. Nonspesifik turbidite düzeltmesi için 600 nm'deki absorbans değerinden 532 nm'deki değeri çıkarılmıştır.

Ekstrakt Hazırlama Yöntemi: Fosfomolibden yöntemi ile antioksidan kapasite, DPPH serbest radikal giderim aktivitesi, toplam fenolik madde miktarı ve toplam flavonoid madde miktarının belirlenmesi için ekstrakt Martins vd. (2015) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek hazırlanmıştır. Kurutulmuş örnekler 0.5 gram tartılmış üzerine 10 ml etanol/su (70:30 v/v) karışımı ilave edilmiş ve 25°C'de 150 rpm hızda 1 gece çalkalanarak homojen hale getirilmiş, santrifüj edilip süpernatant tüplere alınmıştır.

Fosfomolibden yöntemi ile antioksidan kapasitenin belirlenmesi: Prieto vd., (1999) tarafından önerilen yöntem bazı modifikasyonlar yapılarak uygulanmıştır. Öncelikle taze olarak reaktif çözeltisi (RÇ) hazırlamak için 30 ml 0.6 M sülfirik asit, 28 ml 28 mM sodyum fosfat ve 40 ml 4 mM amonyum molibdat karıştırılmış, 100 ml'ye su ile tamamanmıştır. bitki örneklerinden hazırlanan ekstrakttan 0.4 ml alınarak, 4 ml RÇ ile karıştırılarak vortekslenmiş ve su banyosunda 95 °C'de 90 dakika inkübe edildikten sonra hızlı bir şekilde soğutularak örneklerin absorbans değerleri UV–vis spektrofotometre ile

695 nm'de ölçülmüştür. Askorbik asit standardı kullanılarak (25–50–75–100–200–500 ppm konsantrasyonlarında) kalibrasyon eğrisi hazırlanmış ve antioksidan aktivite kalibrasyon eğrisi kullanılarak mg askorbik asit eşdeğeri (mg AAE/g) kuru örnek olarak hesaplanmıştır.

DPPH radikali süpürme aktivitesi: Faller ve Fialho (2009) tarafından önerilen yöntem bazı modifikasyonlar yapılarak uygulanmıştır. Bitki örneklerinden hazırlanan 0.1 ml ekstrakt deney tüplerine alınarak ve üzerine 3.9 ml 0.1 mM DPPH (Sigma, ABD) solüsyonu (metanolde hazırlanmış) eklenmiştir. Alüminyum folyo ile kapatılarak karanlık ortamda 30 dakika bekletilmiş ve deney tüplerinin absorbans değerleri, etanol ile sıfırlanmış UV–Vis spektrofotometre cihazında 517 nm'de ölçülmüştür. Örneklerin DPPH radikalini yakalama aktivitesi, aşağıdaki formül ile % inhibisyon olarak hesaplanmıştır:

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(\text{Abscontrol} - \text{Absekstrakt}) / \text{Abscontrol}] \times 100$$

Toplam Fenolik Madde Miktarı: Singleton ve Rossi (1965) tarafından önerilen yönteme bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. Bitki örneklerinden hazırlanan ekstraktan 0.2 ml örnek alınarak üzerine 1.8 ml saf su ve 1 ml seyreltilmiş (1:10) Folin–Ciocalteu reaktifi eklenmiştir. Beş dakika bekletildikten sonra 2 ml %2'lik Na_2CO_3 çözeltisi ilave edilerek vortekslenmiş ve karanlıkta 2 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından, örneklerin absorbansları spektrofotometre (UV–1700, Shimadzu, Japonya) ile 765 nm'de ölçülmüştür. Fenolik madde miktarı, hazırlanan gallik asit standart eğrisi kullanılarak (20, 40, 60, 80, 100, 250, 500 ppm arasında 7 farklı konsantrasyonla) mg askorbik asit eşdeğeri (mg GAE/g) kuru örnek cinsinden hesaplanmıştır.

Toplam Flavonoid Madde Miktarı: Zhinsen vd. (1999) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bitki örneklerinden hazırlanan ekstraktan 0.5 ml alınmış üzerine 2 ml su eklendikten sonra sırasıyla 0.15 ml %5 sodyum nitrit (Merck, Almanya), beşinci dakikada 0.15 ml %10 alüminyum klorür (Merck, Almanya) ve onbirinci dakikada 1 ml 1 M sodyum hidroksit (Merck, Almanya) ilave edilmiştir. Son olarak tüplerin toplam hacim 5 ml olacak saf su ilave edilmiştir. Meydana gelen bu karışımın absorbansı, UV–Vis spektrofotometrede 510 nm'de, köre karşı okunmuştur. Toplam flavonoid miktarı, hazırlanan kateşin (Sigma, ABD; 7 farklı konsantrasyonda 20, 40, 60, 80, 100, 250, 500

ppm) kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak mg kateşin eşdeğeri (mg CE/g) kuru örnek cinsinden hesaplanmıştır.

Prolin miktarı: Prolin miktarı Karabal vd. (2003) tarafından önerilen yönteme bazı modifikasyonlar yapılarak kullanılmıştır. Kurtulmuş örnekler 0.05 gram tartılarak %3'lük 5 ml sülfosalisilik asit çözeltisi ile havan içinde ezilmiştir. Elde edilen sıvı karışım oda sıcaklığında 10 dakika süreyle santrifüj edilip (15000xg hızda), süpernatanttan 2 ml bir tüpe alınmıştır. Daha sonra, tüplere 2 ml glasiyal asetik asit ve 2 ml asetik asit, fosforik asit ve ninhidrin çözeltisi eklenip karıştırılmıştır. Bu karışım 1 saat süreyle kaynatılmış ve hızlı bir şekilde soğutulmuştur. Ardından örneklerin üzerine 4 ml tolüen eklenerek karıştırılmıştır. Toluene çözünmüş faz, cam bir küvete alınarak spektrofotometrede 520 nm'de ölçüm alınmıştır. Prolin standardı hazırlanmış, oluşturulan referans grafiği kullanılarak, eğrinin denklemi ile konsantrasyon hesaplaması yapılmıştır.

2.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Çimlendirme denemeleri tesadüf parselleri deneme planında iki faktörlü ve 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırma sonucunda elde edilen değerler bilgisayarda "SPSS–16" paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuştur. Muamele ortalamaları DUNCAN çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (Snedecor ve Cochran, 1967).



Şekil 2.2. Biyokimyasal analizlerin yapılışı

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Yaygın fiğ

3.1.1. Çimlenme ve erken fide gelişimi

Tuz stresi altında çimlendirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerine ait çimlenme yüzdesi (ÇY), ortalama çimlenme süresi (OÇS), çimlenme oranı indeksi (ÇOİ), çimlenme indeksi (Çİ), sürgün uzunluğu (SU), kök uzunluğu (KU), fide yaş ağırlığı (FYA) ve fide kuru ağırlığına (FKA) ait varyans analiz tablosu Tablo 3.1'de verilmiştir. Varyans analiz tablosuna göre çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı indeksi, çimlenme indeksi, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığında çeşit, tuz dozları ve çeşit × tuz interaksiyonları istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.01$; Tablo 3.1.)

Tablo 3.1. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerinde incelenen bazı çimlenme ve fide gelişimi karakterlerine ait varyans analizi tablosu

	Varyasyon Kaynakları				**VK**
İncelenen Karakterler	**Çeşit**	**Tuz**	**Çeşit× Tuz**	**Hata**	
Çimlenme Yüzdesi (ÇY)	60.51**	69.67**	20.95**	2.057	%1.45
Ortalama Çimlenme Süresi (OÇS)	6.239**	6.568**	0.129**	0.027	%7.66
Çimlenme Oranı İndeksi (ÇOİ)	6030.58**	5272.91**	218.03**	17.78	%7.11
Çimlenme İndeksi (Çİ)	24833.318**	30748.83**	994.290**	181.23	%2.12
Sürgün Uzunluğu (SU)	4.356**	149.37**	2.109**	0.412	%9.82
Kök Uzunluğu (KU)	14.2838**	197.67**	0.952**	0.455	%11.4
Fide Yaş Ağırlığı FYA)	2564.24**	69839.14**	568.62**	162.13	%9.83
Fide Kuru Ağırlığı (FKA)	17.42**	390.99**	3.280**	1.313	%9.60
Serbestlik Derecesi	**6**	**4**	**24**	**105**	

** %1 düzeyinde önemli (F değerinin önem düzeyini gösterir); verilen değerler kareler ortalamalarıdır

Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerinde çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı indeksi ve çimlenme indekslerine ait ortalamalar Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı adi fiğ çeşitlerinden elde edilen ÇY, OÇS, ÇOİ ve Çİ'ya ait ortalamalar

Çeşitler	Çimlenme Yüzdesi (%)					
	NaCl dozları (dS/m)					
	0	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Alper	100.0 a A	99.0 ab A	100.0 a A	99.0 ab A	97.5 b BC	**99.10 A**
Cumhuriyet	100.0 a A	100.0 a A	100.0 a A	99.0 a A	96.5 b C	**99.10 A**
Görkem	100.0 a A	99.0 a A	98.0 a A	94.0 b B	84.0 c D	**95.00 C**
Kıralkızı	99.5 a A	98.0 a A	98.5 a A	98.0 a A	95.5 b C	**97.90 B**
Selçuk	100.0 a A	100.0 a A	99.5 a A	99.00 a A	99.0 a AB	**99.50 A**
Şahinbey	100.0 a A	100.0 a A	100.0 a A	100.0 a A	100.0 a A	**100.00 A**
Ürkmez	100.0 a A	100.0 a A	100.0 a A	99.5 a A	99.5 a AB	**99.80 A**
Ortalama	**99.93 a**	**99.43 a**	**99.43 a**	**98.36 b**	**96.00 c**	
Ortalama Çimlenme Süresi (gün)						
Alper	1.26 c D	1.39 c C	1.47 c D	1.72 b D	2.52 a CD	**1.67 D**
Cumhuriyet	1.24 c D	1.17 c C	1.35 bc D	1.53 b D	2.31 a D	**1.52 E**
Görkem	2.54 d A	2.85 c A	2.88 c A	3.51 b A	3.91 a A	**3.14 A**
Kıralkızı	2.02 c B	2.05 c B	2.15 bc C	2.33 b C	2.61 a C	**2.23 C**
Selçuk	1.26 c D	1.34 c C	1.33 c D	2.19 b C	2.47 a CD	**1.72 D**
Şahinbey	1.60 d C	1.82 d B	2.28 c BC	2.76 b B	3.11 a B	**2.31 BC**
Ürkmez	1.84 c B	1.86 c B	2.45 b B	2.63 b B	3.07 a B	**2.37 B**
Ortalama	**1.68 e**	**1.78 d**	**1.99 c**	**2.38 b**	**2.86 a**	
Çimlenme Oranı İndeksi (%/gün)						
Alper	90.79 a B	84.09 b B	81.45 b A	71.31 c B	43.87 d BC	**74.30 B**
Cumhuriyet	90.84 a A	93.08 a A	84.75 b A	78.39 c A	58.18 d A	**81.05 A**
Görkem	44.96 a E	37.14 b E	36.42 b C	28.22 c E	23.44 c F	**34.04 E**
Kıralkızı	49.50 a E	48.34 a D	47.00 a B	44.11 ab D	39.43 b CD	**45.67 D**
Selçuk	91.48 a B	86.56 a B	87.24 a A	56.81 b C	46.30 c B	**73.68 C**
Şahinbey	76.67 a C	70.10 b C	50.17 c B	38.42 d D	33.23 d DE	**53.72 C**
Ürkmez	67.96 a D	67.66 a C	49.58 b B	42.66 c D	33.49 d E	**52.27 C**
Ortalama	**73.17 a**	**69.57 b**	**62.37 c**	**51.42 d**	**39.71 e**	
Çimlenme İndeksi						
Alper	687 a A	674 ab AB	676 ab A	657 b A	608 c AB	**661 A**
Cumhuriyet	688 a A	692 a A	683 ab A	667 b A	612 c AB	**668 A**
Görkem	623 a D	601 b D	594 b C	540 c D	466 d C	**565 D**
Kıralkızı	646 a C	635 ab C	633 ab B	621 b BC	592 c B	**625 C**
Selçuk	687 a A	683 a A	680 a A	634 b B	620 b A	**661 A**
Şahinbey	670 a AB	659 a B	636 b B	612 c C	594 c B	**634 B**
Ürkmez	658 a BC	657 a B	627 b B	616 b BC	594 c B	**630 BC**
Ortalama	**666 a**	**657 b**	**647 c**	**621 d**	**584 e**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

Çeşitlerin çimlenme yüzdesi %95.00 ile %100.00 arasında değişim göstermiş ve en yüksek çimlenme yüzdesi Şahinbey çeşidinden elde edilirken, en düşük çimlenme yüzdesi Görkem çeşidinden elde edilmiştir. Alper Cumhuriyet, Selçuk, Şahinbey ve Ürkmez çeşitleri aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Ortalama çimlenme süresi çeşitlere göre farklılık göstermiş olup en yüksek 3.14 gün ile Görkem çeşidinde, en düşük 1.52 gün ile Cumhuriyet çeşidinde belirlenmiştir. En yüksek çimlenme oranı indeksi ise günde %81.05 ile Cumhuriyet çeşidinde, en düşük günde %34.04 ile Görkem çeşidinde tespit edilmiştir. Çimlenme indeksinde en yüksek değer 668 ile Cumhuriyet çeşidinde belirlenmiş olup, Alper ve Selçuk çeşitleri ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. En düşük ise 565 ile Görkem çeşidinde belirlenmiştir.

Farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme yüzdesi %96.00 ile %99.93 arasında değişim göstermiştir. Kontrolde çimlenme yüzdesi %99.93 olarak belirlenmiş olup, 5 EC ve 10 EC uygulamaları istatistiki açıdan kontrol ile aynı grupta yer almıştır. En düşük çimlenme yüzdesi %96.00 ile 20 EC uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol uygulamasının ortalama çimlenme süresi 1.68 gün olarak belirlenmiş olup diğer uygulamalar istatistiki açıdan kontrol ile farklı grupta yer almıştır. En yüksek ortalama çimlenme süresi 2.86 gün ile 20 EC uygulamasından elde edilmiştir. Çimlenme oranı indeksi ve çimlenme indeksi değerleri artan tuz dozlarına bağlı olarak düşmüştür. En yüksek çimlenme oranı indeksi ve çimlenme oranı değerleri günde %73.17 ve 666 ile kontrol uygulamasında tespit edilirken, en düşük günde % 39.71 ve 584 ile 20 EC uygulamasında tespit edilmiştir.

Tablo 3.2.'te çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde Selçuk, Şahinbey ve Ürkmez çeşitlerinde en yüksek çimlenme yüzdesi (%100) kontrol uygulamasından elde edilmiş olup uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılık bulunamamıştır. Alper, Cumhuriyet, Kıralkızı çeşitlerinde de en yüksek çimlenme yüzdesi kontrol uygulamasından elde edilirken, 5 EC, 10 EC ve 15 EC ile aynı istatistiksel grupta yer almışlarıdır.

Ortalama çimlenme süresinde çeşit × tuz interaksiyonu değerleri incelendiğinde 1.17–3.91 gün arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En düşük ortalama çimlenme süresi Cumhuriyet çeşidinde 5 EC uygulamasından, en yüksek ise Görkem çeşidinde 20 EC uygulamasından elde edilmiştir. Genel olarak tüm çeşitlerde en düşük ortalama çimlenme süresi kontrol uygulamasından elde edilirken en yüksek 20 EC uygulamasından elde edilmiştir. Bu durum farklı konsantrasyonlardaki tuz uygulamalarının ortalama çimlenme

süresi üzerindeki etkisinin negatif yönde olduğunu ve çimlenmede gecikmeye neden olduğunu yani çimlenmenin daha yavaş seyrettiğini göstermektedir. Tuz stresine bağlı olarak OÇS'de en düşük artış oranı Kıralkızı çeşidinde (%1–30), en yüksek ise Şahinbey çeşidinde (%14–94) belirlenmiştir (Şekil 3.1.). Selçuk çeşidinde ise 15 ve 20 EC'de OÇS kontrole göre %72 ve % 97 artmıştır.

Çeşit × tuz interaksiyonunda çimlenme oranı indeksi günde %23.44 ile 93.08 arasında değişim göstermiş olup en yüksek Cumhuriyet çeşidinin 5 EC ve en düşük ise Görkem çeşidinin 20 EC tuz uygulamasında tespit edilmiştir. Alper, Görkem ve Şahinbey çeşitlerinde tuz uygulamaları çimlenme oranı indeksi üzerinde negatif etkiye sahip olup kontrole göre önemli oranda azalmalara sebep olmuştur. Çimlenme oranı indeksi Alper kontrol grubunda günde %90.79 iken, 20 EC uygulamasında %43.87 değerine kadar (%52) gerilemiştir. Görkem ve Şahinbey çeşitlerinde de yine benzer şekilde %48 ve %57'lik bir düşüş ortaya çıkmıştır. Kıralkızı çeşidinde kontrol ile 5 EC, 10 EC ve 15 EC uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Çimlenme oranı indeksi açısından olumsuz etkisi olmamıştır. 20 EC uygulaması ise çimlenme oranı indeksini %20 azaltmıştır. Selçuk çeşidinde çimlenme oranı indeksi kontrol uygulamasında günde %91.48 olarak elde edilmiştir. 5 ile 10 EC uygulamaları istatistiki olarak kontrol ile aynı grupta yer almıştır. Kontrol uygulamasına göre 5 ve 10 EC uygulamaları çimlenme oranı indeksini %5 azalttığı belirlenmiştir. Diğer uygulamaların ise ortalama çimlenme indeksini kontrole göre önemli oranda azalttığı 15 EC uygulamasında %38 ve 20 EC uygulamasında %49 azalma olduğu görülmüştür. Cumhuriyet ve Ürkmez çeşitlerinde kontrol ve 5 EC uygulaması istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. 5 EC uygulamasında Görkem ve Şahinbey çeşitleri hariç diğer çeşitlerde kontrole göre çimlenme oranı indeksinde azalma %10'nun altında kalmış; 10 EC uygulamasında Şahinbey ve Ürkmez %25'in (%35 ve %27) üzerine çıkmıştır. 15 EC uygulamasında ise kontrole göre çimlenme oranı indeksinde görülen azalma Görkem, Selçuk, Şahinbey ve Ürkmez çeşitlerinde % 30'un üzerine çıkarken, 20 EC' de Kıralkızı ve Cumhuriyet çeşitleri hariç tüm çeşitlerde %40'ın üzerine çıkmıştır.

Çimlenme indeksinde çeşit × tuz interaksiyonu incelendiğinden en yüksek değer 692 ile Cumhuriyet çeşidinde 5 EC tuz uygulamasında elde edilirken en düşük değer 466 ile Görkem çeşidinde 20 EC tuz uygulamasında elde edilmiştir. En yüksek çimlenme indeksi değeri Alper, Görkem, Kıralkızı, Selçuk, Şahinbey ve Ürkmez çeşitlerinde kontrol

uygulamasında tespit edilmiştir. Alper, Kıralkızı ve Selçuk çeşitlerinde 5 ve 10 EC uygulamaları istatistiksel olarak kontrol ile aynı grupta yer alırken, Şahinbey ve Ürkmez çeşitlerinde ise sadece 5 EC kontrol uygulaması ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Cumhuriyet çeşidinde ise en yüksek değer 5 EC uygulamasında belirlenmiştir. 15 ve 20 EC tuz konsantrasyonlarında kontrole göre en yüksek çimlenme indeksi azalışı Görkem çeşidinde tespit edilmiştir.

Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerinde sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlığı ortalamaları Tablo 3.3' te verilmiştir. Çeşitlerin sürgün uzunluğu 5.93 ile 7.19 cm arasında değişim göstermiş olup, en yüksek sürgün uzunluğu Selçuk çeşidinden elde edilirken, en düşük sürgün uzunluğu Görkem çeşidinden elde edilmiştir. Selçuk ve Kıralkızı çeşitlerinin sürgün uzunluğu değerleri istatistiki açıdan aynı grupta yer almıştır. Kök uzunluğu çeşitlere göre farklılık göstermiş olup, kök uzunluğu 4.92 ile 7.56 cm arasında değişim göstermiştir. En yüksek kök uzunluğu Kıralkızı çeşidinden, en düşük kök uzunluğu ise Ürkmez çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitlerin fide yaş ağırlığı 98.62 ile 132.99 mg arasında değişim göstermiştir. En yüksek fide yaş ağırlığı Alper çeşidinden, en düşük fide yaş ağırlığı Görkem çeşidinden elde edilmiştir. Alper, Selçuk, Ürkmez ve Şahinbey çeşitlerinin fide yaş ağırlığı değerleri istatistiki açıdan aynı grupta yer almıştır. Çeşitlerin fide kuru ağırlığını 9.95 ile 12.56 mg arasında değiştirmiştir. En yüksek fide kuru ağırlığı Ürkmez ve Alper çeşitlerinden elde edilirken, en düşük fide kuru ağırlığı ise Görkem çeşidinden elde edilmiştir. Alper, Cumhuriyet, Kıralkızı, Selçuk, Şahinbey ve Ürkmez çeşitlerinin fide kuru ağırlığı değerleri istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.

Farklı tuz konsantrasyonlarında sürgün uzunluğunu 8.81 cm ile 3.29 cm arasında, kök 9.33 cm ile 2.53 cm arasında; fide yaş ağırlığını 176.93 mg ile 58.42 mg arasında ve fide kuru ağırlığı 16.01 ile 7.007 mg arasında değişim göstermiş olup en yüksek değerler kontrol uygulamasından, en değerler ise 20 EC uygulamasından elde edilmiştir. Artan tuz dozları fide büyüme karakterlerinde önemli azalışa neden olmuştur.

Tablo 3.3. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerinden elde edilen SU, KU, FYA ve FKA'ya ait ortalamalar

Çeşitler	Sürgün Uzunluğu (cm)					
	NaCl dozları (dS/m)					
	0	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Alper	8.04 a C	8.51 a B	7.11 b AB	5.43 c A	3.81 d A	**6.58 B**
Cumhuriyet	7.89 a C	7.50 a C	6.43 b B	5.47 c A	3.16 d AB	**6.09 C**
Görkem	8.42 a C	7.11 b C	6.46 b B	5.00 c A	2.65 d B	**5.93 C**
Kıralkızı	10.95 a A	9.88 b A	7.03 c AB	4.75 d A	2.58 e B	**7.04 A**
Selçuk	9.46 a B	10.09 a A	7.59 b A	5.38 c A	3.45 d AB	**7.19 A**
Şahinbey	8.63 a BC	8.52 a B	7.61 b A	5.11 c A	3.27 d AB	**6.63 B**
Ürkmez	8.29 a C	7.50 a C	6.48 b B	5.20 c A	4.14 d A	**6.32 BC**
Ortalama	**8.81 a**	**8.45 b**	**6.96 c**	**5.19 d**	**3.29 e**	
Kök Uzunluğu (cm)						
Alper	10.06 a A	7.96 b B	6.60 c AB	4.28 d B	2.40 e B	**6.26 B**
Cumhuriyet	9.37 a BC	7.49 b BC	6.21 c ABC	4.58 d B	2.07 e B	**5.95 BC**
Görkem	8.75 a CD	6.19 b DE	5.25 b CD	3.91 c B	2.43 d B	**5.31 DE**
Kıralkızı	11.29 a A	10.04 b A	7.13 c A	5.78 d A	3.56 e A	**7.56 A**
Selçuk	9.11 a BC	7.97 b B	6.33 c AB	4.11 d B	2.09 e B	**5.93 BC**
Şahinbey	8.77 a CD	6.86 b CD	5.78 c BCD	3.86 d B	2.82 e AB	**5.62 CD**
Ürkmez	7.99 a D	5.86 b E	4.82 c D	3.58 d B	2.32 e B	**4.92 E**
Ortalama	**9.33 a**	**7.48 b**	**6.02 c**	**4.30 d**	**2.53 e**	
Fide Yaş Ağırlığı (mg/fide)						
Alper	173.0 a BC	180.05 a AB	144.02 b A	97.55 c A	70.30 d A	**132.99 A**
Cumhuriyet	180.42a ABC	157.02 b C	127.62 c A	90.75 d A	52.72e B	**121.71 B**
Görkem	161.57 a C	115.77 b D	92.20 c B	77.20 c A	46.32 d B	**98.62 C**
Kıralkızı	192.85 a A	164.85 b BC	103.92 c B	84.10 d A	61.65 e B	**121.47 B**
Selçuk	166.62 a C	175.35 a ABC	142.95 b A	87.47 c A	55.02 d B	**125.48AB**
Şahinbey	191.67 a AB	170.00 b ABC	137.1 c A	83.77 d A	55.27e B	**127.57AB**
Ürkmez	172.30 a BC	185.75 a A	125.90 b A	97.07 c A	67.65 d A	**129.73 AB**
Ortalama	**176.93 a**	**164.11 b**	**124.82 c**	**88.27 d**	**58.42 e**	
Fide Kuru Ağırlığı (mg/fide)						
Alper	15.80 a B	16.20 a AB	13.20 b A	9.82 c A	7.80 d A	**12.56 A**
Cumhuriyet	15.60 a B	14.75 a B	12.50 b AB	10.02 c A	6.53 d A	**11.88 A**
Görkem	13.37 a C	11.20 b C	10.08 bc C	8.82 c A	6.30 d A	**9.95 B**
Kıralkızı	17.77 a A	15.85 b AB	11.08 c C	9.48 cd A	8.12 d A	**12.46 A**
Selçuk	17.25 a AB	15.65 a AB	13.10 b A	9.45 c A	6.47 d A	**12.40 A**
Şahinbey	15.77 a B	14.95 a AB	12.77 b AB	8.95 c A	7.72 c A	**11.78 A**
Ürkmez	16.50 a AB	16.82 a B	11.62 b BC	10.12 b A	7.80 c A	**12.56 A**
Ortalama	**16.01 a**	**15.06 b A**	**12.05 c**	**9.52 d A**	**7.07 e**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

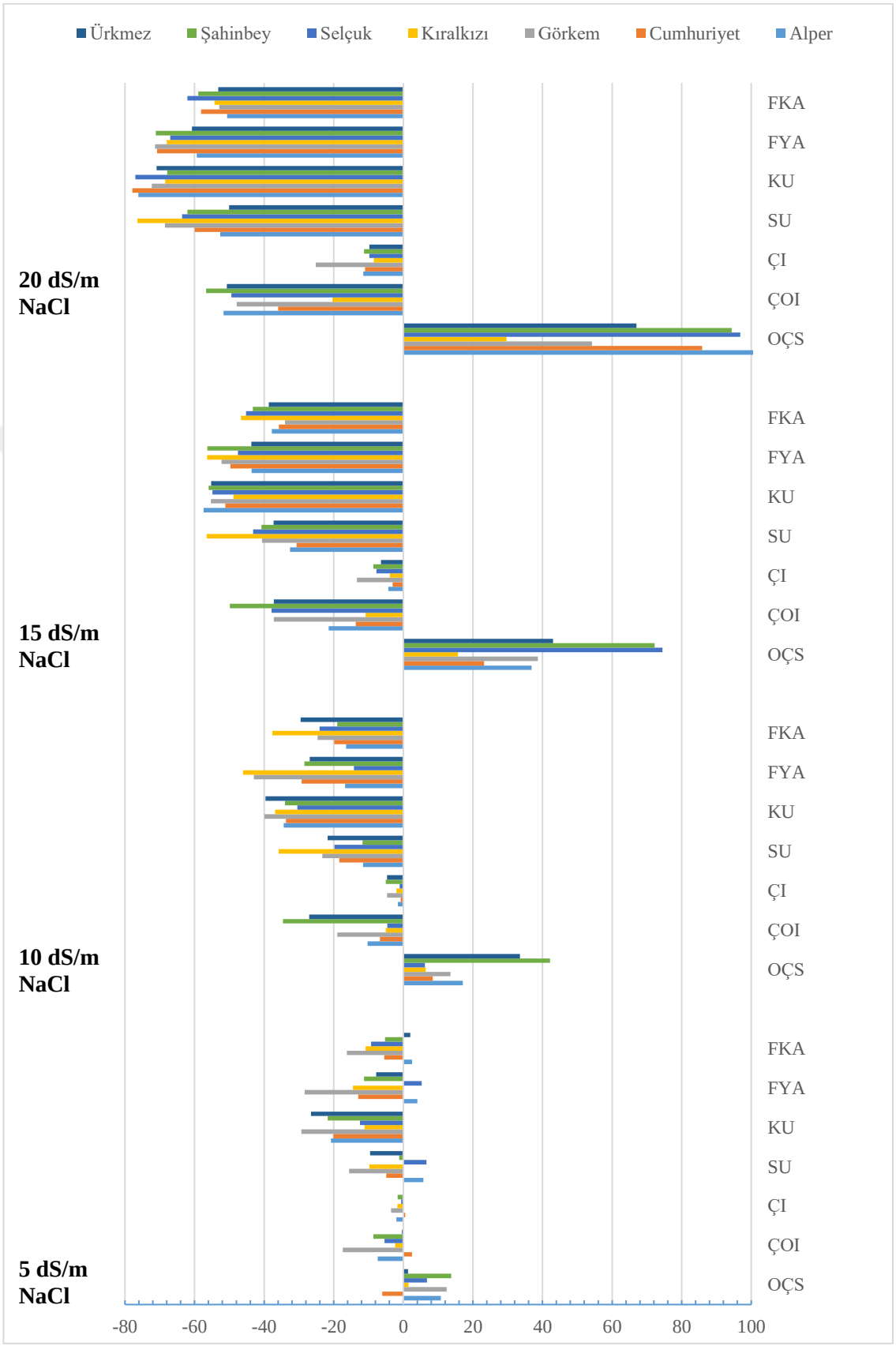
Tablo 3.3.'te sürgün uzunluğuna ilişkin çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde Alper ve Selçuk çeşitleri hariç en yüksek değerler kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Alper, Cumhuriyet, Şahinbey ve Ürkmez çeşitlerinde kontrol uygulaması 5 EC uygulaması istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Artan tuz dozları ile birlikte sürgün uzunluğu da azalmıştır. 15 ve 20 EC uygulamaları ile kontrol uygulaması arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli olmuştur. Sürgün uzunluğunda tuz stresine bağlı olarak azalma miktarı 5 EC tuz dozunda tüm çeşitlerde kontrole göre %20'nin altında; 10 EC'de Alper, Cumhuriyet, Selçuk ve Şahinbey çeşitlerinde %10–20 arasında diğer çeşitlerde %20–40 arasında; 15 EC'de Alper, Cumhuriyet ve Ürkmez çeşitlerinde %30–40 arasında Görkem, Selçuk ve Şahinbey çeşitlerinde %40–50 arasında Kıralkızında ise %50–60 arasında; 20 EC'de ise Alper, Cumhuriyet ve Ürkmez çeşitlerinde %50–60 arasında Görkem, Selçuk ve Şahinbey çeşitlerinde %60–70 arasında Kıralkızında ise %70–80 arasında bulunmuştur. Sürgün uzunluğunda 15 ve 20 EC'de en düşük azalış miktarı Alper, Cumhuriyet ve Ürkmez çeşitlerinde tespit edilmiştir (Şekil 3.1).

Kök uzunluğunda çeşit x tuz interaksiyonları incelendiğinde tüm çeşitlerde en yüksek değerler kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Artan tuz konsantrasyonlarında kök uzunluğunda kontrole göre önemli azalmaların meydana geldiği Tablo 3.3'de görülmektedir. Tuz konsantrasyonlarında meydana gelen artışın kök büyümesini üzerindeki negatif etkisi tüm çeşitler de gözlenmiş olup, kök uzunluğunu 2.32 ile 11.29 arasında değişim göstermiştir. En düşük kök uzunluğu Ürkmez çeşidinin 20 EC uygulamasından elde edilirken, en yüksek kök uzunluğu ise Kıralkızı çeşidinin kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Tüm çeşitlerde en düşük kök uzunluğu değerleri 20 EC uygulamasında tespit edilmiştir. 20 EC uygulaması kontrole göre kök büyümesini Alper, Cumhuriyet ve Selçuk çeşitlerinde %75–80, Ürkmez ve Görkem çeşitlerinde %70–75, Şahinbey ve Kıralkızı çeşitlerinde %65–70 oranında engellemiştir.

Çeşit x tuz interaksiyonları incelendiğinde en düşük fide yaş ağırlığı Görkem çeşidinde 20 EC uygulamasından 46.32 mg olarak, en yüksek fide yaş ağırlığı ise Kıralkızı çeşidinde kontrol uygulamasından 192.85 mg olarak belirlenmiştir. Alper, Selçuk ve Ürkmez çeşitlerinde 5 EC uygulamasında kontrol uygulamasına göre fide yaş ağırlığında meydana gelen azalış %10'un altında gerçekleşmiştir. 5 EC uygulaması kontrole göre Görkem çeşidinde %28.35, Şahinbey, Kıralkızı ve Cumhuriyet çeşitlerinde %10–15 azalmaya neden olmuştur. 20 EC uygulaması ise Görkem, Şahinbey ve Cumhuriyet

çeşitlerinde fide yaş ağırlığının %70'in üzerinde azalmasına neden olmuştur. Kontrole göre 15 ve 20 EC tuz uygulamalarında en düşük azalış miktarları Alper çeşidinde %43 ve 59, Selçuk çeşidinde %48 ve 67 ve Ürkmez çeşidinde %44 ve 60 olarak belirlenmiştir.

Çeşit x tuz interaksiyonları incelendiğinde en yüksek fide kuru ağırlığı 17.77 mg ile Kıralkızı çeşidinde kontrol uygulamasından, en düşük fide kuru ağırlığı ise 6.30 mg ile Görkem çeşidinde 20 EC uygulamasından elde edilmiştir. Alper, Cumhuriyet, Selçuk, Şahinbey ve Ürkmez çeşitlerinde 5 EC ve kontrol aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Kontrole göre Görkem, Kıralkızı, Selçuk ve Ürkmez çeşitlerinde 10 EC tuz konsantrasyonunda %20'nin, Selçuk, Şahinbey ve Kıralkızı çeşitlerinde 15 EC'de %40'ın ve Selçuk çeşidinde 20 EC'de %60'ın üzerinde fide kuru ağırlığında azalış meydana gelmiştir. Fide kuru ağırlığında kontrole göre 15 ve 20 EC tuz uygulamalarında Alper çeşidinde %37 ve 51, Cumhuriyet çeşidinde % 47 ve 54, Görkem çeşidinde %34 ve 58 ve Ürkmez çeşidinde ise %39 ve 53 düşüş görülmüştür.



Şekil 3.1. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerinde elde edilen OÇS, ÇOİ, Çİ, SU, KU, FYA ve FKA'larının kontrole göre artış ve azalış yüzdeleri (%)

3.1.2. Hidrojen Peroksit (H_2O_2) ve Lipid Peroksidasyon Miktarı

Bazı yaygın fiğ çeşitlerinde kök ve sürgünlerinde hidrojen peroksit ve membran lipid peroksidasyon (malondialdehit, MDA) miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.4'de verilmiştir. Varyans analiz tablosuna göre sürgünlerde ve köklerde hidrojen peroksit ve membran lipid peroksidasyon miktarında çeşit, tuz dozları ve çeşit × tuz interaksiyonları istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.01$; Tablo 3.4.)

Tablo 3.4. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yaygın fiğ çeşitlerinde sürgün ve köklerde hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait varyans analizi tablosu

	Varyasyon Kaynakları				**VK**
İncelenen Karakterler	**Çeşit**	**Tuz**	**Çeşit× Tuz**	**Hata**	
Sürgünlerde Hidrojen Peroksit	5.040**	7.959**	0.919**	0.001	%0.53
Sürgünlerde Lipid Peroksidasyonu	4.707**	8.763**	0.173**	0.002	%1.40
Köklerde Hidrojen Peroksit	1.238**	1.062**	0.031**	0.0005	%0.42
Köklerde Lipid Peroksidasyonu	2.972**	14.94**	0.380**	0.003	%1.54
Serbestlik Derecesi	**6**	**4**	**24**	**70**	

** %1 düzeyinde önemli (F değerinin önem düzeyini gösterir); verilen değerler kareler ortalamalarıdır.

Farklı tuz dozlarında yetiştirilen yaygın fiğ çeşitlerinin sürgün ve köklerinden elde edilen hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait ortalamalar Tablo 3.5'de verilmiştir. Çeşitlere ait sürgünlerde ve köklerde hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarı istatistiksel olarak yedi farklı gruba ayrılmıştır. Sürgünlerde en yüksek hidrojen peroksit miktarı 6.69 µmol/g ile Cumhuriyet çeşidinden, en düşük 4.77 µmol/g ile Kıralkızı çeşidinden elde edilirken; en yüksek lipid peroksidasyonu Cumhuriyet çeşidinden (3.92 nmol/g), en düşük Görkem çeşidinden (2.23 nmol/g) edilmiştir. Köklerde ise en yüksek hidrojen peroksit Şahinbey çeşidinde (5.45 nmol/g), en düşük Kıralkızı çeşidinde (4.58 nmol/g); en yüksek lipid peroksidasyonu Cumhuriyet çeşidinde (4.02 nmol/g), en düşük Görkem çeşidinde (2.64 nmol/g) belirlenmiştir. Artan tuz konsantrasyonları hem sürgünlerde hem de köklerde hidrojen peroksit ve lipid peroksidayon miktarını artırmış. En düşük değerler kontrol en yüksek değerler ise 20 EC uygulamalarında elde edilmiştir.

Çeşit x tuz interaksiyonları incelendiğinde sürgünlerde en yüksek hidrojen peroksit miktarı 8.62 µmol/g ile Cumhuriyet çeşidinde 20 EC uygulamasından, en düşük hidrojen peroksit miktarı ise 4.45 nmol/g ile Kıralkızı çeşidi kontrol uygulamasından belirlenmiştir

(Tablo 3.5.). Sürgünlerde en yüksek lipid peroksidasyon değeri Cumhuriyet çeşidi 20 EC uygulamasından 5.04 nmol/g olarak, en düşük ise Görkem çeşidinin kontrol uygulamasından 1.64 nmol/g olarak elde edilmiştir. Köklerde en yüksek hidrojen peroksit miktarı Görkem çeşidinde 20 EC uygulamasından 5.88 µmol/g olarak, en düşük ise Kıralkızı çeşidi kontrol uygulamasından 4.29 µmol/g olarak belirlenmiştir. Köklerde en yüksek lipid peroksidasyon değeri Cumhuriyet çeşidinde 20 EC uygulamasından 5.62 nmol/g olarak, en düşük ise Şahinbey çeşidinin kontrol uygulamasından 2.02 nmol/g olarak elde edilmiştir. Tüm çeşitlerde artan tuz dozları sürgünlerde ve köklerde hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarının artmasına neden olmuştur. Kontrole göre en yüksek hidrojen peroksit miktarı artış değerleri, sürgünlerde 15 ve 20 EC'de Cumhuriyet (5.13'ten 8.19 ve 8.62 µmol/g'a yükselmiş); köklerde ise Görkem çeşidinde (4.79'dan 5.45 ve 5.88 µmol/g'a yükselmiş) görülmüştür. En yüksek MDA artış değerleri ise sürgünlerde Cumhuriyet (2.73'den 4.62 ve 5.04 nmol/g'a artmış) ve Kıralkızı (2.19'dan 3.67 ve 3.97 nmol/g'a çıkmış) çeşitlerinde; köklerde ise Kıralkızı (2.38'den 4.04 ve 4.72 nmol/g'a çıkmış) ve Şahinbey (2.03'ten 3.42 ve 4.65 nmol/g'a çıkmış) çeşitlerinde elde edilmiştir.

Tablo 3.5. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerinin sürgün ve köklerinden elde edilen hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait ortalamalar

	Sürgünlerde Hidrojen Peroksit (µmol/g)					
	NaCl dozları (dS/m)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Alper	4.95 d C	5.09 cd C	5.17 c E	5.67 b C	6.72 a B	**5.52 D**
Cumhuriyet	5.13 e B	5.42 d AB	6.08 c A	8.19 b A	8.62 a A	**6.69 A**
Görkem	4.96 e C	5.27 d B	5.47 c BC	6.55 b B	6.82 a B	**5.82 B**
Kıralkızı	4.45 c D	4.58 c D	4.85 b F	4.94 ab E	5.05 a E	**4.77 G**
Selçuk	4.83 c C	4.93 c C	5.21 b DE	5.35 b D	6.73 a B	**5.41 E**
Şahinbey	5.35 d A	5.45 cd A	5.57 bc B	5.68 ab C	5.76 a C	**5.56 C**
Ürkmez	5.14 c B	5.33 b AB	5.37 ab CD	5.40 ab D	5.54 a D	**5.36 F**
Ortalama	**4.97 e**	**5.15 d**	**5.39 c**	**5.97 b**	**6.46 a**	
Sürgünlerde Lipid Peroksidasyon (nmol/g)						
Alper	2.55 e B	2.76 d B	2.99 c C	3.63 b B	3.73 a D	**3.13 B**
Cumhuriyet	2.73 e A	3.41 d A	3.82 c A	4.62 b A	5.04 a A	**3.92 A**
Görkem	1.64 e F	1.93 d F	2.27 c F	2.56 b E	2.75 a F	**2.23 F**
Kıralkızı	2.19 e C	2.51 d C	3.45 c B	3.67 b B	3.97 a C	**3.16 B**
Selçuk	2.03 e D	2.44 d CD	2.80 c D	3.12 b C	4.30 a B	**2.94 C**
Şahinbey	1.81 e E	2.17 d E	2.25 c F	2.77 b D	3.24 a E	**2.45 E**
Ürkmez	2.06 e D	2.32 d D	2.44 c E	3.16 b C	3.27 a E	**2.65 D**
Ortalama	**2.15 e**	**2.51 d**	**2.86 c**	**3.36 b**	**3.76 a**	

Tablo 3.5. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerinin sürgün ve köklerinden elde edilen hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait ortalamalar (Devamı)

	Sürgünlerde Hidrojen Peroksit (µmol/g)					
	Köklerde Hidrojen Peroksit (µmol/g)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Alper	4.85 e D	4.97 d E	5.06 c E	5.28 b D	5.43 a D	**5.12 E**
Cumhuriyet	5.08 d B	5.17 c B	5.25 e C	5.45 b B	5.74 a B	**5.34 B**
Görkem	4.79 e E	5.04 d D	5.34 c B	5.45 b B	5.88 a A	**5.30 C**
Kıralkızı	4.29 d F	4.54 c G	4.63 b F	4.66 b F	4.76 a F	**4.58 G**
Selçuk	4.79 d E	4.91 c F	5.11 b D	5.13 b E	5.25 a E	**5.04 F**
Şahinbey	5.25 e A	5.35 d A	5.47 c A	5.52 b A	5.63 a C	**5.45 A**
Ürkmez	5.02 e C	5.11 d C	5.24 c C	5.37 b C	5.46 a D	**5.24 D**
Ortalama	**4.87 e**	**5.01 d**	**5.16 c**	**5.27 b**	**5.45 a**	
Köklerde Lipid Peroksidasyon (nmol/g)						
Alper	2.69 e B	3.03 d C	3.17 c CD	3.53 b C	3.99 a D	**3.28 D**
Cumhuriyet	3.19 e A	3.48 d AB	3.76 c A	4.01 b A	5.62 a A	**4.02 A**
Görkem	2.02 e E	2.13 d F	2.58 c E	3.00 b F	3.46 a E	**2.64 F**
Kıralkızı	2.38 e D	3.54 d A	3.66 c B	4.04 b A	4.72 a BC	**3.67 B**
Selçuk	2.33 e D	2.55 d D	3.23 b C	3.13 c E	5.69 a A	**3.39 C**
Şahinbey	2.03 e E	2.36 d E	3.10 c D	3.42 b D	4.65 a C	**3.11 E**
Ürkmez	2.55 e C	3.42 d B	3.63 c B	3.85 b B	4.77 a B	**3.65 B**
Ortalama	**2.45 e**	**2.93 d**	**3.31 c**	**3.57 b**	**4.70 a**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

3.1.3. Toplam Antioksidan Kapasite, DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi, Toplam Fenolik, Toplam Flavonoid ve Prolin Miktarları

Bazı yaygın fiğ çeşitlerinde kök ve sürgünlerinde antioksidan kapasite, DPHH süpürme aktivitesi, toplam fenolik miktarı, toplam flavonoid miktarı ve prolin miktarı verilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre köklerde ve sürgünlerde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarında çeşit, tuz konsantrasyonları ve çeşit × tuz interaksiyonları istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.01$; Tablo 3.6.)

Tablo 3.6. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yaygın fiğ çeşitlerinde sürgün ve köklerde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarına ait varyans analizi tablosu

	Varyasyon Kaynakları				**VK**
İncelenen Karakterler	**Çeşit**	**Tuz**	**Çeşit×Tuz**	**Hata**	
Sürgünlerde Antioksidan Kapasite	2165.30**	4384.82**	108.45**	1.013	%1.51
Sürgünlerde DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi	17.77**	302.52**	4.352**	0.109	%0.77
Sürgünlerde Toplam Fenolik	62.77**	201.87**	14.07**	0.030	%1.53
Sürgünlerde Toplam Flavonoid	137.72**	259.03**	38.67**	0.026	%1.61
Sürgünlerde Prolin Miktarı	2.663**	2.734**	0.419**	0.00044	%0.10
Köklerde Antioksidan Kapasite	1842.65**	2955.18**	93.44**	0.660	%2.20
Köklerde DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi	20.39**	238.83**	6.022**	0.238	%1.18
Köklerde Toplam Fenolik	46.202**	80.79**	3.090**	0.018	%1.93
KöklerdeToplam Flavonoid	66.970**	92.10**	8.673**	0.016	%1.62
Köklerde Prolin Miktarı	2.592**	8.034**	0.342**	0.001	%0.11
Serbestlik Derecesi	**6**	**4**	**24**	**70**	

** %1 düzeyinde önemli (F değerinin önem düzeyini gösterir); verilen değerler kareler ortalamalarıdır.

Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerinin sürgünlerinde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarına ait ortalamalar Tablo 3.7.' de verilmiştir. Yaygın fiğ çeşitlerinin sürgünlerde en yüksek antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin değerleri Kıralkızı çeşidinden elde edilirken; en düşük antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi ile toplam fenolik miktarı Cumhuriyet, toplam flavonoid Şahinbey ve prolin değeri ise Ürkmez çeşitlerinden elde edilmiştir. Tuz dozlarında meydana gelen artış sürgünlerde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin değerlerinin de artmasına neden olmuştur. En düşük değerler kontrol uygulamasından elde edilirken, en yüksek değerler 20 EC uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 3.7. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen yaygın fiğ çeşitlerinin sürgünlerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin değerlerine ait ortalamalar

	Antioksidan Kapasite (mg AAE/g)					
	NaCl dozları (dS/m)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Alper	18.13 e F	53.02 d E	62.67 c E	67.02 b E	72.17 a F	**54.60 E**
Cumhuriyet	25.53 e E	43.91 d F	53.68 c F	68.15 b E	76.58 a E	**53.57 F**
Görkem	48.32 e D	54.27 d E	68.88 c C	70.75 b D	79.27 a D	**64.30 D**
Kıralkızı	63.25 c A	90.67 b A	90.66 b A	91.31 b A	103.36 a A	**87.85 A**
Selçuk	55.08 e C	75.73 d B	77.50 c B	80.14 b B	91.83 a B	**76.06 B**
Şahinbey	47.02 e D	62.75 d C	65.50 c D	67.26 b E	78.60 a D	**64.23 D**
Ürkmez	57.27 e B	59.44 d D	63.59 c E	73.79 b C	83.88 a C	**67.59 C**
Ortalama	**44.94 e**	**62.83 d**	**68.92 c**	**74.06 b**	**83.67 a**	
DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi (% İnhibisyon)						
Alper	39.17 e A	41.51 d B	42.11 c CD	43.63 b C	46.83 a E	**42.65 BC**
Cumhuriyet	38.13 d BC	39.80 c D	41.43 b E	41.76 b D	44.89 a F	**41.21 E**
Görkem	38.50 d B	39.66 c D	43.33 b B	43.74 b C	48.13 a CD	**42.67 B**
Kıralkızı	39.70 e A	43.45 d A	44.98 c A	46.32 b A	49.88 a B	**44.86 A**
Selçuk	37.69 e CD	40.03 d D	41.66 c DE	45.63 b B	48.34 a C	**42.67 B**
Şahinbey	37.36 e D	40.62 d C	42.59 c C	43.63 b C	47.72 a D	**42.39 D**
Ürkmez	35.83 e E	38.47 d E	41.80 c DE	45.37 b B	50.58 a A	**42.41 CD**
Ortalama	**38.05 e**	**40.51 d**	**42.56 c**	**44.30 b**	**48.05 a**	
Toplam Fenolik (mg GAE/g)						
Alper	3.83 e F	10.24 d B	11.61 c B	12.05 b D	14.18 a D	**10.38 E**
Cumhuriyet	6.69 e E	7.34 d D	7.65 c E	9.83 b E	11.24 a F	**8.55 G**
Görkem	8.43 e C	10.69 d A	13.97 c A	14.55 b B	17.99 a C	**13.13 B**
Kıralkızı	9.36 e A	10.77 d A	11.61 c B	13.41 b C	24.98 a A	**14.02 A**
Selçuk	7.55 c D	9.63 b C	9.72 b D	9.91 b E	10.26 a G	**9.41 F**
Şahinbey	8.86 e B	9.99 d B	11.19 c C	12.27 b D	13.83 a E	**11.23 D**
Ürkmez	8.94 e B	9.61 d C	11.22 c C	15.55 b A	18.94 a B	**12.85 C**
Ortalama	**7.66 e**	**9.75 d**	**10.99 c**	**12.51 b**	**15.92 a**	
Toplam Flavonoid (mg CE/g)						
Alper	5.50 e E	7.51 d D	8.51 c CD	9.99 b C	20.73 a B	**10.45 B**
Cumhuriyet	6.54 d C	7.81 c C	9.44 b B	9.66 b D	10.53 a E	**8.80 D**
Görkem	7.56 e B	7.86 d C	8.50 c CD	10.50 b B	11.69 a D	**9.22 C**
Kıralkızı	9.41 e A	10.32 d A	13.21 c A	16.15 b A	34.94 a A	**16.81 A**
Selçuk	5.90 e D	8.40 d B	9.37 c B	10.03 b C	10.32 a E	**8.80 D**
Şahinbey	6.40 e C	6.81 d E	8.65 c C	9.28 b E	9.85 a F	**8.20 F**
Ürkmez	5.49 e E	7.78 d C	8.33 c D	8.72 b F	12.75 a C	**8.61 E**
Ortalama	**6.68 e**	**8.07 d**	**9.43 c**	**10.62 b**	**15.83 a**	
Prolin Miktarı (mg/g)						
Alper	1.71 e B	1.79 d D	1.84 c DE	1.90 b E	2.12 a D	**1.87 E**
Cumhuriyet	1.62 e C	1.84 d C	2.05 c B	2.16 b B	2.44 a B	**2.02 B**
Görkem	1.36 e F	1.72 d E	1.81 c E	1.90 b E	2.46 a B	**1.85 F**
Kıralkızı	1.00 d G	3.23 c A	3.57 b A	3.59 ab A	3.62 a A	**3.00 A**
Selçuk	1.54 e D	1.83 d C	1.87 c D	2.16 b B	2.30 a C	**1.94 D**
Şahinbey	1.83 d A	1.88 c B	1.95 b C	1.95 b D	2.29 a C	**1.98 C**
Ürkmez	1.47 e E	1.57 d F	1.76 c F	2.02 b C	2.06 a E	**1.77 G**
Ortalama	**1.50 e**	**1.98 d**	**2.12 c**	**2.24 b**	**2.47 a**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

Çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde sürgünlerde en yüksek antioksidan kapasite Kıralkızı çeşidinde 20 EC uygulamasından 103.36 mg AAE/g olarak, en düşük antioksidan kapasite Alper çeşidinde kontrol uygulamasından 18.13 mg AAE/g olarak; DPPH radikali süpürme aktivitesi en yüksek Ürkmez çeşidinde 20 EC uygulamasından %50.58 olarak, en düşük DPPH radikali süpürme aktivitesi ise Şahinbey çeşidinde kontrol uygulamasından %37.36 olarak; en yüksek toplam fenolik değeri Kıralkızı çeşidinin 20 EC uygulamasından 24.98 mg GAE/g olarak, en düşük toplam fenolik miktarı Alper çeşidinde kontrol uygulamasından 3.83 mg GAE/g olarak; en yüksek toplam flavonoid miktarı Kıralkızı çeşidinde 20 EC uygulamasından 34.94 mg CE/g olarak, en düşük toplam flavonoid miktarı ise Ürkmez çeşidinde kontrol uygulamasından 5.49 mg CE/g olarak; en yüksek prolin miktarı ise Kıralkızı çeşidinde 20 EC uygulamasından 3.62 mg/g olarak, en düşük prolin değeri ise Kıralkızı çeşidinde kontrol uygulamasından 1.00 mg/g olarak elde edilmiştir. Tüm çeşitlerde artan tuz dozları sürgünlerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarının artmasına neden olmuştur. Kontrol uygulamalarında en yüksek antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik ve flavonoid miktarları Kıralkızı çeşidinde, 20 EC'de ise DPPH radikali süpürme aktivitesi Ürkmez'de diğerleri yine Kıralkızı'nda; en yüksek prolin miktarı kontrol uygulamasında Şahinbey'de, 20 EC'de ise Kıralkızın'da tespit edilmiştir.

Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı yaygın fiğ çeşitlerinin köklerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarına ait ortalamalar Tablo 3.8'de verilmiştir. Köklerde en yüksek antioksidan kapasite Kıralkızı çeşidinden 50.78 mg AAE/g olarak, en düşük Cumhuriyet ve Alper çeşitlerinden 25.89 ve 26.40 mg AAE/g olarak; en yüksek DPHH radikali süpürme aktivitesi Kıralkızı ve Şahinbey çeşitlerinden %42.71 ve 42.56 olarak, en düşük Görkem çeşidinden %39.16 olarak; en yüksek toplam fenolik değeri Şahinbey çeşidinden 9.26 mg GAE/g olarak, en düşük toplam fenolik değeri ise 4.91 mg GAE/g olarak Selçuk çeşidinden; en yüksek toplam flavonoid değeri Kıralkızı çeşidinden 11.90 mg CE/g olarak, en düşük Ürkmez çeşidinden 5.88 mg CE/g olarak; en yüksek prolin değeri Kıralkızı çeşidinden 3.22 mg/g olarak, en düşük ise Görkem çeşidinden 1.93 mg/g olarak belirlenmiştir. Artan tuz dozu uygulamaları köklerden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam prolin

miktarlarının artmasına neden olmuştur. En yüksek değerler 20 EC uygulamalarından elde edilirken en düşük değerler kontrol uygulamalarından elde edilmiştir.

Çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde köklerde en yüksek antioksidan kapasite Kıralkızı çeşidinde 20 EC uygulamasından 77.63 mg AAE/g olarak, en düşük antioksidan kapasite Alper çeşidinde kontrol uygulamasından 8.50 mg AAE/g olarak; DPPH radikali süpürme aktivitesi en yüksek Kıralkızı çeşidinde 20 EC uygulamasından %47.77 olarak, en düşük DPPH radikali süpürme aktivitesi ise Görkem çeşidinde kontrol uygulamasından %31.50 olarak; en yüksek toplam fenolik miktarı Görkem çeşidinin 20 EC uygulamasından 12.50 mg GAE/g olarak, en düşük toplam fenolik miktarı Kıralkızı çeşidinde kontrol uygulamasından 1.38 mg GAE/g olarak; en yüksek toplam flavonoid miktarı Selçuk çeşidinde 20 EC uygulamasından 16.04 mg CE/g olarak, en düşük toplam flavonoid miktarı ise Ürkmez ve Alper çeşitlerinde kontrol uygulamasından 3.76 mg CE/g olarak; en yüksek prolin miktarı ise Kıralkızı çeşidinde 20 EC uygulamasında 3.94 mg/g olarak, en düşük prolin değeri ise Ürkmez çeşidinde kontrol uygulamasından 1.40 mg/g olarak belirlenmiştir. Tüm çeşitlerde artan dozlarda tuz stresi uygulamaları köklerde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarının artmasına neden olmuştur. Kontrolde en yüksek antioksidan kapasite Selçuk, 5 EC'de Kıralkızı, 10 EC ve 15 EC'de kıralkızı ve Ürkmez; 20 EC'de Kıralkızı; en yüksek DPPH radikali süpürme aktivitesi kontrolde Selçuk, 5 EC'de Kıralkızı ve Şahinbey, 10 EC'de Alper, Cumhuriyet, Görkem, Kıralkızı ve Şahinbey, 15 EC'de Alper, Kıralkızı, Selçuk ve Şahinbey, 20 EC'de Kıralkızı ve Ürkmez; en yüksek toplam fenolik kontrol grubunda Ürkmez, 5 EC'de Alper, 10 ve 15 EC'de Şahinbey, 20 EC'de Ürkmez; en yüksek toplam flavonoid ve prolin, kontrol grubunda ve tüm tuz dozlarında Kıralkızı çeşitlerinden elde eldilmiştir.

Tablo 3.8. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen yaygın fiğ çeşitlerinin köklerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam prolin değerlerine ait ortalamalar

	Antioksidan Kapasite (mg AAE/g)					
	NaCl dozları (dS/m)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Alper	8.50 e E	25.52 d D	30.41 c D	32.51 b E	35.07 a E	**26.40 F**
Cumhuriyet	12.06 e D	21.10 d F	26.00 c E	33.07 b E	37.20 a D	**25.89 F**
Görkem	19.19 e C	23.75 d E	26.85 c E	34.79 b D	37.52 a D	**28.42 E**
Kıralkızı	28.08 d B	46.81 c A	48.21 e A	53.15 b A	77.63 a A	**50.78 A**
Selçuk	29.15 d B	36.44 c C	37.67 c C	50.92 b B	70.40 a B	**44.91 C**
Şahinbey	18.35 d C	21.60 c F	41.02 b B	41.79 b C	44.38 a C	**33.43 D**
Ürkmez	38.21 e A	39.98 d B	46.92 c A	53.27 b A	70.37 a B	**49.75 B**
Ortalama	**21.93 e**	**30.74 d**	**36.72 c**	**42.79 b**	**53.23 a**	
DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi (% İnhibisyon)						
Alper	36.67 e C	40.55 d B	41.67 c A	43.16 b A–D	45.54 a C	**41.52 BC**
Cumhuriyet	38.54 e B	40.25 d BC	41.74 c A	42.56 b CD	45.21 a C	**41.66 B**
Görkem	31.50 e B	35.59 d E	41.55 c A	42.85 b BCD	44.30 a D	**39.16 D**
Kıralkızı	38.21 e C	41.40 d A	42.41 c A	43.74 b A	47.77 a A	**42.71 A**
Selçuk	37.16 e A	38.50 d D	40.40 c B	43.34 b ABC	46.57 a B	**41.20 C**
Şahinbey	40.70 d C	41.59 c A	41.96 c A	43.45 b AB	45.08 a CD	**42.56 A**
Ürkmez	37.20 e C	39.58 d C	40.72 c B	42.40 b D	47.75 a A	**41.53 BC**
Ortalama	**37.14 e**	**39.64 d**	**41.49 c**	**43.07 b**	**46.03 a**	
Toplam Fenolik (mg GAE/g)						
Alper	3.72 e D	8.13 d A	8.38 c B	9.47 b C	10.11 a C	**7.96 B**
Cumhuriyet	5.14 d C	5.76 c D	6.80 b E	7.29 a D	7.48 a E	**6.50 C**
Görkem	5.00 e C	5.61 d D	7.14 c D	9.83 b B	12.52 a A	**8.02 B**
Kıralkızı	1.38 e E	4.63 d E	4.96 c G	5.27 b F	6.70 a F	**4.58 E**
Selçuk	1.31 e E	3.58 d F	6.18 c F	6.75 b E	12.07 a B	**4.91 D**
Şahinbey	6.36 e B	7.88 d B	9.50 b A	10.51 a A	9.13 c D	**9.26 A**
Ürkmez	6.74 d A	6.88 d C	7.58 c C	9.38 b C	10.11 a C	**7.94 B**
Ortalama	**4.24 e**	**6.07 d**	**7.22 c**	**8.36 b**	**9.23 a**	
Toplam Flavonoid (mg CE/g)						
Alper	3.76 e D	5.14 d E	5.82 c D	6.84 b F	14.14 a B	**7.14 D**
Cumhuriyet	4.86 d C	7.27 c B	8.51 b B	8.36 b C	9.36 a D	**7.67 C**
Görkem	5.17 d B	5.36 d D	5.80 c D	7.17 b E	7.98 a F	**6.30 F**
Kıralkızı	11.36 d A	11.44 d A	11.70 c A	12.24 b A	12.78 a C	**11.90 A**
Selçuk	5.34 e B	5.71 d C	6.79 c C	11.77 b B	16.04 a A	**9.13 B**
Şahinbey	4.68 e C	5.48 d D	6.86 c C	7.43 b D	7.87 a F	**6.46 E**
Ürkmez	3.76 e D	5.31 d DE	5.68 c D	5.94 b G	8.71 a E	**5.88 G**
Ortalama	**5.56 e**	**6.53 d**	**7.31 c**	**8.53 b**	**10.98 a**	
Prolin Miktarı (mg/g)						
Alper	1.59 d CD	1.62 d C	2.35 c B	2.49 b D	2.63 a F	**2.13 E**
Cumhuriyet	1.74 e B	1.93 c B	1.80 d E	2.72 b C	3.06 a E	**2.25 C**
Görkem	1.55 d D	1.58 d CD	1.79 c E	2.17 b E	2.59 a F	**1.93 F**
Kıralkızı	1.95 d A	3.39 c A	3.36 c A	3.45 b A	3.94 a A	**3.22 A**
Selçuk	1.61 e C	1.89 d B	2.00 c C	3.07 b B	3.25 a D	**2.36 B**
Şahinbey	1.92 c A	1.56 e D	1.71 d F	2.54 b D	3.32 a C	**2.21 D**
Ürkmez	1.40 e E	1.57 d CD	1.86 c D	2.13 b E	3.80 a B	**2.15 E**
Ortalama	**1.68 e**	**1.93 d**	**2.12 c**	**2.65 b**	**3.23 a**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

3.2. Koca Fiğ

3.2.1. Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi

Bazı koca fiğ çeşitlerinde çimlenme yüzdesi (ÇY), ortalama çimlenme süresi (OÇS), çimlenme oranı indeksi (ÇOİ), çimlenme indeksi (Çİ), sürgün uzunluğu (SU), kök uzunluğu (KU), fide yaş ağırlığı (FYA), fide kuru ağırlığı (FKA) verilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.9'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına çimlenme yüzdesinde çeşitler ve tuz dozları; ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı indeksi, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlığında çeşitler, tuz dozları ve çeşit × tuz dozu interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$; Tablo 3.9).

Tablo 3.9. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı koca fiğ çeşitlerinde incelenen bazı çimlenme ve fide gelişimi karakterlerine ait varyans analizi tablosu

	Varyasyon Kaynakları				
İncelenen Karakterler	**Çeşit**	**Tuz**	**Çeşit× Tuz**	**Hata**	**VK**
Çimlenme Yüzdesi (ÇY)	62.24**	157.84**	16.84^{Öd}	9.867	%3.23
Ortalama Çimlenme Süresi (OÇS)	5.273**	58.01**	0.510**	0.16	%8.30
Çimlenme Oranı Indeksi ÇOİ)	155.35**	1559.72**	13.17**	3.99	%8.38
Çimlenme Indeksi (Çİ)	3163.76**	46261.09**	301.19*	167.97	%5.21
Sürgün Uzunluğu (SU)	7.824**	72.59**	0.401**	0.148	%13.66
Kök Uzunluğu (KU)	3.959**	322.738**	2.285**	0.576	%10.43
Fide Yaş Ağırlığı FYA)	15895.3**	749922.7**	4666.3**	738.54	%10.48
Fide Kuru Ağırlığı (FKA)	177.82**	3604.4**	39.83**	4.649	%9.12
Serbestlik Derecesi	**4**	**4**	**16**	**75**	

** %1 düzeyinde önemli ve öd: önemli değil (F değerinin önem düzeyini gösterir); verilen değerler kareler ortalamalarıdır.

Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı koca fiğ çeşitlerinde çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı indeksi ve çimlenme indekslerine ait ortalamalar Tablo 3.10'da verilmiştir. En yüksek çimlenme yüzdesi Balkan çeşidinden %99.20 olarak elde edilmiş ve Balkan, Bozdağ ve Karakaya çeşitleri istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük çimlenme yüzdesi ise Özgen ve Tarman (%95.40 ve 95.60) çeşitlerinde tespit edilmiştir. Koca fiğ çeşitleri ortalama çimlenme süresinin 5.36 ile 4.03 gün arasında değiştirmiştir. En yüksek ortalama çimlenme süresi Bozdağ çeşidinden elde edilirken en düşük ortalama çimlenme süresi ise Karakaya çeşidinden elde edilmiştir. Bozdağ ve Tarman ortalama çimlenme süresi bakımından istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Koca fiğ çeşitlerinde çimlenme oranı indeksleri günde %27.90 ile %21.20 arasında, çimlenme indeksleri ise 269 ile 238 arasında değişim göstermiştir. En yüksek değerler Karakaya çeşidinden, en düşük ise Tarman çeşidinden elde edilmiştir. Tuz dozlarında

meydana gelen artış çimlenme yüzdelerini istatistiki olarak üç gruba ayırmıştır. 20 EC uygulaması çimlenmeyi engelleyerek çimlenme yüzdesini kontrole göre azaltmış ve en düşük çimlenme yüzdesi %93.40 olarak elde edilmiştir. Farklı tuz dozları ortalama çimlenme süresinin 7.18 gün ile 3.04 gün arasında değişmesine neden olmuştur. En yüksek ortalama çimlenme süresi 20 EC uygulamasından, en düşük ortalama çimlenme süresi ise kontrolden elde edilmiştir. Çimlenme oranı indeksi günde %35.12 ile %13.57, çimlenme indeksi ise 298 ile 183 arasında değişim göstermiştir. En yüksek değerler kontrolden, en düşük çimlenme indeksi ise 20 EC uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 3.10. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı koca fiğ çeşitlerinden elde edilen ÇY, OÇS, ÇOİ ve Çİ' ya ait ortalamalar

	Çimlenme Yüzdesi (%)					
	NaCl dozları (dS/m)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Balkan	100.00	100.00	100.00	97.00	99.00	**99.20 A**
Bozdağ	100.00	100.00	99.00	99.00	96.00	**98.80 A**
Karakaya	100.00	100.00	100.00	96.00	92.00	**97.60 A**
Özgen	99.00	100.00	98.00	90.00	90.00	**95.40 B**
Tarman	100.00	98.00	100.00	98.00	95.00	**95.60 B**
Ortalama	**99.80 a**	**99.60 a**	**98.40 a**	**95.40 b**	**93.40 c**	
Ortalama Çimlenme Süresi (gün)						
Balkan	2.99 d B	3.33 d BC	4.62 c A	6.15 b B	7.47 a A	**4.91 B**
Bozdağ	3.12 e AB	4.11 d A	5.05 c A	6.83 b A	7.71 a A	**5.36 A**
Karakaya	2.72 d B	3.06 d C	3.73 c B	4.88 b C	5.74 a B	**4.03 D**
Özgen	2.72 d B	3.39 c BC	3.84 c B	5.69 b B	7.51 a A	**4.63 C**
Tarman	3.63 d A	3.90 d AB	4.79 c A	5.81 b B	7.45 a A	**5.11 AB**
Ortalama	**3.04 e**	**3.56 d**	**4.41 c**	**5.87 b**	**7.18 a**	
Çimlenme Oranı İndeksi (%/gün)						
Balkan	35.08 a B	31.63 b A	22.37 c B	16.42 d B	13.51 e B	**23.80 B**
Bozdağ	33.74 a B	25.43 b B	20.00 c B	14.89 d B	12.63 d B	**21.34 C**
Karakaya	39.47 a A	34.25 b A	28.11 c A	20.74 d A	16.92 e A	**27.90 A**
Özgen	38.20 a A	31.35 b A	26.54 c A	16.71 d B	12.30 e B	**25.02 B**
Tarman	29.12 a C	26.15 b B	21.02 c B	17.25 d B	12.47 e B	**21.20 C**
Ortalama	**35.12 a**	**29.76 b**	**23.61 c**	**17.20 d**	**13.57 e**	
Çimlenme İndeksi						
Balkan	300 a	292 a	259 b	215 c	186 d	**251 B**
Bozdağ	297 a	272 b	246 c	202 d	175 e	**239 C**
Karakaya	307 a	298 ab	282 b	243 c	213 d	**269 A**
Özgen	304 a	290 ab	273 b	209 c	169 d	**249 B**
Tarman	284 a	272 a	243 b	218 c	170 d	**238 C**
Ortalama	**298 a**	**285 b**	**261 c**	**218 d**	**183 e**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

Çimlenme yüzdesinde çeşit x tuz interaksiyonları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 3.10'da). Çimlenme %95–100 arasında değişim göstermiştir. En

yüksek ortalama çimlenme süresi Bozdağ çeşidinde 20 EC uygulamasından 7.71 gün olarak, en düşük ortalama çimlenme süresi ise Özgen ve Karakaya çeşitlerinde kontrol uygulamasından 2.72 gün olarak elde edilmiştir. Artan tuz dozlarının çimlenme süresi üzerine etkisi olumsuz olmuş ve çimlenme süresinin uzamasına neden olmuştur. Ortalama çimlenme süresini kontrole göre 5 EC uygulaması Balkan ve Karakaya çeşitlerinde %11 ve 13, Tarman–2002 çeşidinde %7, Özgen ve Bozdağ çeşitlerinde %32 ve 25; 10 EC uygulaması Karakaya ve Tarman çeşitlerinde %37 ve 32, Özgen çeşidinde %41, Balkan ve Bozdağ çeşitlerinde ise %55 ve 61; 15 EC uygulaması Balkan, Bozdağ ve Özgen çeşitlerinde %105–119, Karakaya çeşidinde %80 ve Tarman'da %60; 20 EC uygulaması ise tüm çeşitlerde %100'ün üzerinde artırmıştır. Kontrole göre 20 EC'de ortalama çimlenme süresindeki artış yüksekten düşüğe doğru Özgen, Balkan, Bozdağ, Karakaya ve Tarman olarak sıralanmıştır (Şekil 3.2).

Çimlenme oranı indeksi bakımından çeşit × tuz dozu interaksiyonu incelendiğinde günde %39.47 ile 12.30 arasında değiştiği belirlenmiştir. Artan tuz dozları çimlenme oranı indeksinin düşmesine neden olmuştur. 5 EC ve 20 EC uygulamaları kontrole göre çimlenme oranı indeksinin Balkan çeşidinde %10 ve 62; Bozdağ çeşidinde %25 ve 63; Karakaya çeşidinde %13 ve 57; Özgen çeşidinde %18–68 ve Tarman çeşidinde ise %10 ile 57 azalmasına neden olmuştur. Çimlenme oranı indeksi düşüşü Karakaya ve Tarman çeşitlerinde 15 ve 20 EC' de %40'ın üzerine çıkarken, Balkan Bozdağ ve Özgen'de %50'nin üzerine çıkmıştır (Şekil 3.2.).

Çimlenme indeksi de tüm çeşitlerde artan tuz dozları ile birlikte düşüş göstermiştir. Balkan, Bozdağ, Karakaya, Özgen ve Tarman çeşitlerinde kontrole göre çimlenme indeksi düşüşü sırasıyla %3–38, %8–41, %3–31, %5–45 ve %4–40 arasında tespit edilmiştir. En yüksek düşüş miktarı tüm tuz dozlarında Bozdağ çeşidinde, en düşük ise Karakaya çeşidinde hesaplanmıştır.

Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı koca fiğ çeşitlerinde sürgün ve kök uzunluğu ile fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlıklarına ait ortalamalar Tablo 3.11'de verilmiştir. Koca fiğ çeşitlerinde sürgün uzunluğu 3.80 cm ile 2.24 cm arasında değişim göstermiş olup, en yüksek sürgün uzunluğu Karakaya çeşidinden, en düşük sürgün uzunluğu ise Bozdağ çeşidinden elde edilmiştir. Bozdağ ve Tarman istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Kök uzunlukları 7.72 cm ile 6.64 cm arasında değişim göstermiş olup, en düşük kök uzunluğu Özgen çeşidinden, en yüksek kök uzunluğu ise Balkan çeşidinden elde

edilmiştir. Balkan ve Karakaya istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Koca fiğ çeşitlerinde fide yaş ağırlığı 301.7 mg ile 223.6 mg arasında değişim göstermiştir. En yüksek fide yaş ağırlığı Balkan çeşidinden, en düşük fide yaş ağırlığı Karakaya çeşidinden elde edilmiştir. Fide kuru ağırlığı ise 26.42 ile 18.93 mg/fide arasında değiştirmiştir. En yüksek fide kuru ağırlığı Balkan çeşidinde, en düşük fide kuru ağırlığı ise Karakaya çeşidinde tespit edilmiştir. Balkan ve Tarman çeşitleri istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Artan tuz dozları sürgün ve kök uzunluğu ile fide yaş ve kuru ağırlıklarının kontrole göre azalmasına neden olmuştur. Artan tuz dozlarında en yüksek sürgün ve kök uzunlukları ile fide yaş ve kuru ağırlıkları kontrol uygulamasında, en düşük ise 20 EC uygulamasında tespit edilmiştir.

Tablo 3.11. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı koca fiğ çeşitlerinden elde edilen SU, KU, FYA ve FKA'ya ait ortalamalar

	Sürgün Uzunluğu (cm)					
	NaCl dozları (dS/m)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Balkan	5.24 a B	4.40 b B	2.81 c B	1.34 d B	0.49 e B	**2.85 B**
Bozdağ	4.29 a C	3.28 b C	2.18 c C	1.05 d B	0.40 e B	**2.24 C**
Karakaya	6.16 a A	5.60 b A	3.86 c A	2.20 d A	1.16 e A	**3.80 A**
Özgen	4.98 a B	4.64 a B	3.18 b B	1.24 c B	0.49 d B	**2.91 B**
Tarman	4.90 a B	3.44 b C	1.85 c C	0.91 d B	0.42 d B	**2.31 C**
Ortalama	**5.12 a**	**4.27 b**	**2.77 c**	**1.35 d**	**0.59 e**	
Kök Uzunluğu (cm)						
Balkan	10.60 a B	11.13 a AB	9.29 b A	4.87 c A	2.72 d A	**7.72 A**
Bozdağ	9.79 b B	11.62 a A	7.83 c B	4.40 d AB	1.96 e ABC	**7.12 C**
Karakaya	11.83 a A	10.46 b BC	8.93 c AB	4.81 d A	2.36 e AB	**7.68 AB**
Özgen	12.01 a A	9.91 b C	6.59 c C	3.53 d B	1.17 e C	**6.64 D**
Tarman	11.83 a A	10.09 b BC	8.40 c AB	4.27 d AB	1.50 e BC	**7.22 Bc**
Ortalama	**11.21 a**	**10.64 b**	**8.21 c**	**4.38 d**	**1.94 e**	
Fide Yaş Ağırlığı (mg/fide)						
Balkan	612.9 a A	447.4 b A	274.1 c A	109.9 d A	64.2 e A	**301.7 A**
Bozdağ	539.8 a B	358.2 b CD	211.2 c B	88.9 d A	56.0 d A	**250.8 B**
Karakaya	415.5 a D	321.7 b D	210.7 c B	105.1 d A	64.9 e A	**223.6 C**
Özgen	487.6 a C	421.5 b AB	219.2 c B	94.7 d A	57.0 d A	**256.0 B**
Tarman	539.4 a B	395.9 b BC	220.0 c B	98.8 d A	65.6 d A	**263.9 B**
Ortalama	**519.1 a**	**389.0 b**	**227.0 c**	**99.5 d**	**61.5 e**	
Fide Kuru Ağırlığı (mg/fide)						
Balkan	46.20 a A	36.90 b A	26.80 c A	13.58 d A	8.62 e A	**26.42 A**
Bozdağ	41.32 a B	33.85 b A	21.83 c B	12.05 d A	8.47 e A	**23.50 B**
Karakaya	28.72 a C	26.07 a B	19.75 b B	11.98 c A	8.15 d A	**18.93 C**
Özgen	38.30 a B	35.48 a A	21.83 b B	11.95 c A	9.18 c A	**23.35 B**
Tarman	47.37 a A	36.58 b A	22.07 c B	13.45 d A	10.55 d A	**26.00 A**
Ortalama	**40.38 a**	**33.78 b**	**22.46 c**	**12.60 d**	**8.99 e**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

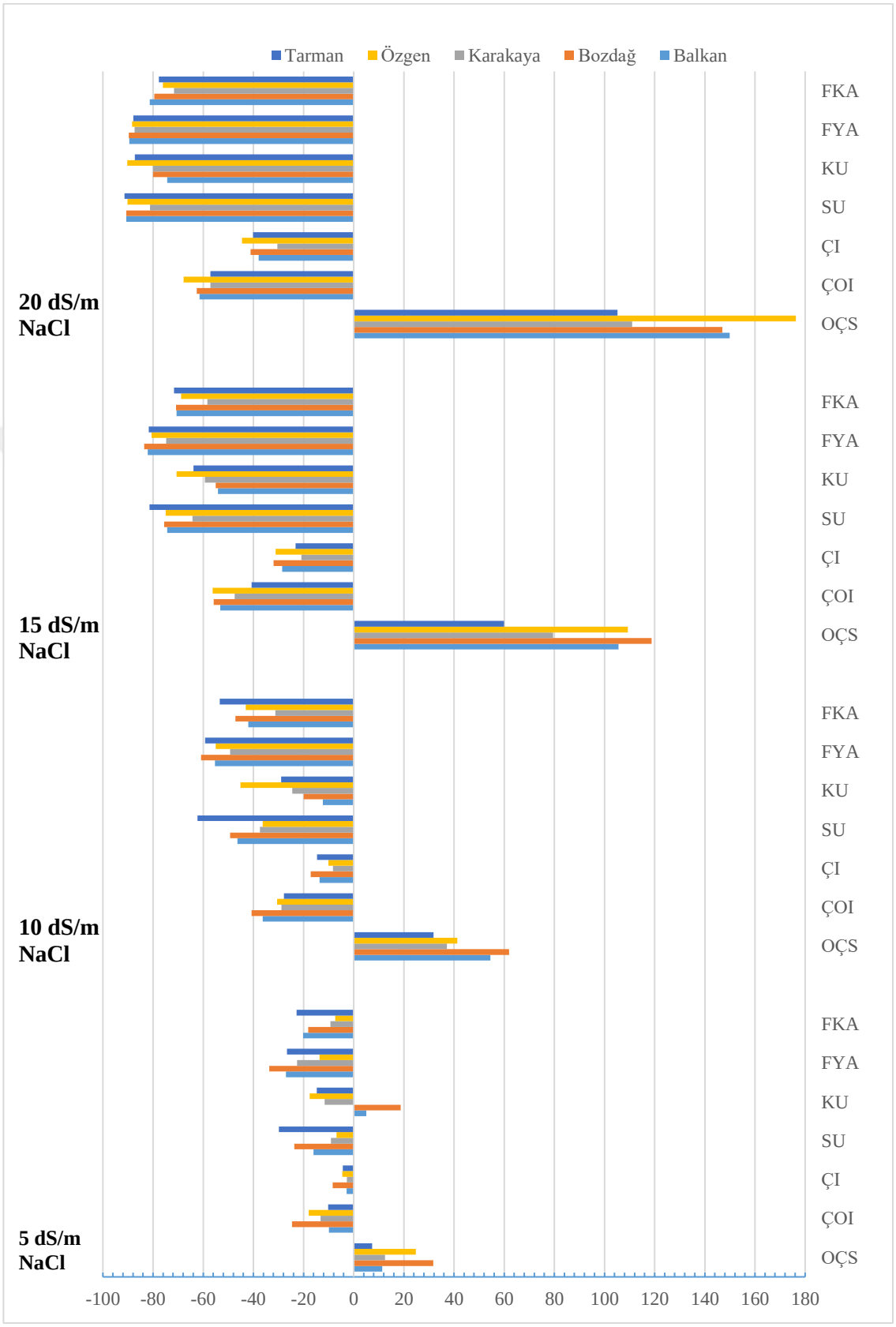
Tablo 3.11. çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde en yüksek sürgün uzunluğu Karakaya çeşidinde kontrol uygulamasından 6.16 cm olarak, en düşük sürgün uzunluğu ise Bozdağ çeşidinde 20 EC uygulamasından 0.40 cm olarak elde edilmiştir. Balkan, Bozdağ, Karakaya, Özgen ve Tarman çeşitlerinde 5 ve 20 EC tuz uygulamalarında kontrole göre sürgün uzunluğundaki düşüş miktarları sırasıyla %16 ve 91, %24 ve 91, %9 ve 82, %7 ve 90 ile %30 ve 91 olarak tespit edilmiştir. Artan tuz dozlarına bağlı olarak sürgün uzunluğunda en yüksek düşüş miktarı Tarman çeşidinde, en düşük ise Karakaya çeşidinde kaydedilmiştir (Şekil 3.2).

Tablo 3.11'de çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde kök uzunluğunun 12.01 ile 1.17 arasında değiştiği görülmektedir. Balkan çeşidinde 5 EC uygulaması kontrole göre sürgün uzunluğunu %5.05 artırarak pozitif etkilemiştir. En düşük kök uzunluğu ise 20 EC uygulamasından 2.72 cm olarak elde edilmiştir. 10 EC, 15 EC ve 20 EC uygulamaları ise sırasıyla kök uzunluğunun %12, %54 ve %74 azalmasına neden olmuştur. Bozdağ çeşidinde 5 EC uygulaması kök uzunluğunu pozitif yönde etkilemiştir ve kök uzunluğunu kontrole göre %19 artırmıştır. En düşük kök uzunluğu ise 20 EC uygulamasından 1.96 cm olarak kaydedilmiştir. 10 EC, 15 EC ve 20 EC uygulamaları ise sırasıyla kök uzunluğunun %20, %56 ve %80 azalmasına neden olmuştur. Karakaya'da en düşük kök uzunluğu 20 EC uygulamasından 2.36 cm olarak, en yüksek kök uzunluğu ise kontrol uygulamasından 11.83 cm olarak belirlenmiştir. Özgen çeşidinde kök uzunluğunu kontrole göre 5 EC uygulamasında %118 azalarak 9.91 cm, 20 EC uygulamasında ise %90 azalarak 1.17 cm olmuştur. Tarman çeşidinde artan tuz dozları kök uzunluğunun 11.83 cm ile 1.50 cm arasında değişimine neden olmuştur. 20 EC uygulamasında kök uzunluğu %87'lik bir azalma meydana gelmiştir. Tuz stresine bağlı olarak kök uzunluğunda en yüksek düşüş oranı Özgen çeşidinde (%17, 45, 71 ve 90), en düşük ise Balkan çeşidinde (%5, 12, 54 ve 74) belirlenmiştir.

Tablo 3.11. çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde en yüksek fide yaş ağırlığı 612.9 mg ile Balkan çeşidinde kontrol uygulamasından, en düşük ise 56.0 mg ile Bozdağ çeşidinde 20 EC uygulamasından elde edilmiştir. Artan tuz dozları fide gelişimini engelleyerek fide yaş ağırlığının azalmasına neden olmuştur. Fide yaş ağırlığı Balkan çeşidinde kontrole göre 5 EC uygulamasında %27, 20 EC uygulamasında ise %90 azalmıştır. Bozdağ çeşidinde kontrol uygulamasında fide yaş ağırlığı 539.8 mg iken 20 EC uygulamasında %90 gerileyerek 56.01 mg olmuştur. Karakaya çeşidinde kontrole

göre fide yaş ağırlığı 5 EC uygulamasında %23, 20 EC uygulamasında ise %87 azalmış ve en düşük fide yaş ağırlığı 20 EC uygulamasından elde edilmiştir. Özgen ve Tarman çeşitlerinde kontrollerde fide yaş ağırlığı 487.6 ve 539.4 mg iken, 20 EC uygulamasında %88 azalarak sırasıyla 57.0 ve 65.6 mg olmuştur. Fide yaş ağırlığında en yüksek azalış değerleri Bozdağ (%34, 61, 84 ve 90) çeşidinde, en düşük azalış değerleri ise Karakaya çeşidinde (%23, 49, 75 ve 87) ortaya çıkmıştır.

Fide kuru ağırlığına ilişkin çeşit × tuz interaksiyonu incelendiğinde en yüksek değer Tarman çeşidi kontrol uygulamasından 47.37 mg olarak, en düşük ise Karakaya çeşidi 20 EC uygulamasından 8.15 mg olarak tespit edilmiştir. Kontrole göre 5 EC uygulaması fide kuru ağırlığını Balkan ve Tarman çeşidinde %20–23, Özgen çeşidinde %7, Karakaya çeşidinde %9, Bozdağ çeşidinde %18 düşürmüştür. 10 EC uygulaması fide kuru ağılığının %30 ile 53 arasında azalmasına neden olmuştur. En yüksek değer Tarman çeşidinde en düşük değer ise Karakaya çeşidinde bulunmuştur. 15 EC uygulamasında fide kuru ağırlığında Balkan, Bozdağ ve Tarman çeşitlerinde %70 azalma meydana gelmiştir. 20 EC uygulamasında ise Balkan çeşidine %81, Bozdağ, Özgen ve Tarman çeşitlerinde %76–80, Karakaya çeşidinde ise %71 azalma olduğu görülmektedir. Genel olarak Tarman çeşidi (%23, 53, 72 ve 78) tuz stresi altında fide kuru ağırlığında en fazla düşüş gösteren çeşit olurken Karakaya (%7, 43, 58 ve 72) en az düşüş gösteren çeşit olmuştur (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı koca fiğ çeşitlerinde elde edilen OÇS, ÇOİ, Çİ, SU, KU, FYA ve FKA'larının kontrole göre artış ve azalış yüzdeleri (%)

3.2.2. Hidrojen Peroksit (H_2O_2) ve Lipid Peroksidasyon Miktarı

Bazı koca fiğ çeşitlerinde kök ve sürgünlerinde hidrojen peroksit miktarı ve lipid peroksidasyonu (malodialdehit, MDA) verilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.12'de verilmiştir. Varyans analiz tablosuna göre sürgünlerde ve köklerde hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarında çeşit, tuz dozları ve çeşit × tuz interaksiyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$; Tablo 3.12.)

Tablo 3.12. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen koca fiğ çeşitlerinde kök ve sürgünlerde hidrojen peroksit miktarı ve lipid peroksidasyonu verilere ait varyans analizi tablosu

	Varyasyon Kaynakları				
İncelenen Karakterler	**Çeşit**	**Tuz**	**Çeşit× Tuz**	**Hata**	**VK**
Sürgünlerde Hidrojen Peroksit (µmol/g)	0.187**	5.602**	0.159**	0.001	%0.58
Sürgünlerde Lipid Peroksidasyonu (nmol/g)	6.177**	18.17**	0.875**	0.002	%1.37
Köklerde Hidrojen Peroksit (µmol/g)	0.908**	2.818**	0.145**	0.001	%0.60
Köklerde Lipid Peroksidasyonu (nmol/g)	0.992**	5.284**	0.375**	0.001	%1.46
Serbestlik Derecesi	**4**	**4**	**16**	**50**	

** %1 düzeyinde önemli (F değerinin önem düzeyini gösterir); verilen değerler kareler ortalamalarıdır.

Farklı tuz dozlarında yetiştirilen koca fiği çeşitlerinin sürgün ve köklerinden elde edilen hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait ortalamalar Tablo 3.13'de verilmiştir. Çeşitlere ait sürgünlerde ve köklerde hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarı istatistiksel olarak beş farklı gruba ayrılmıştır. Sürgünlerde en yüksek hidrojen peroksit miktarı 5.50 µmol/g ile Tarman çeşidinden, en düşük 4.22 µmol/g ile Balkan çeşidinden elde edilirken; en yüksek lipid peroksidasyonu Özgen çeşidinden (3.66 nmol/g), en düşük Karakaya çeşidinden (1.95 nmol/g) elde edilmiştir. Köklerde ise en yüksek hidrojen peroksit Tarman çeşidinde (5.67 nmol/g), en düşük Özgen çeşidinde (5.07 nmol/g); en yüksek lipid peroksidasyonu Özgen çeşidinde (2.52 nmol/g) en düşük Karakaya çeşidinde (1.83 nmol/g) belirlenmiştir. Artan tuz konsantrasyonları hem sürgünlerde hem de köklerde hidrojen peroksit ve lipid peroksidayon miktarını artırmış. En düşük değerler kontrol en yüksek değerler ise 20 EC uygulamasında elde edilmiştir.

Tablo 3.13. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı koca fiğ çeşitlerinin sürgün ve köklerinden elde edilen hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait ortalamalar

Çeşitler	0	5	10	15	20	Ortalama çeşit
	Sürgünlerde Hidrojen Peroksit Miktarı (µmol/g)					
	NaCl dozları (dS/m)					
Balkan	4.69 b B	4.99 c B	5.01 a D	5.27 c E	6.16 b D	**5.22 E**
Bozdağ	4.56 e C	4.74 d D	5.00 c D	5.76 b B	6.28 a C	**5.27 D**
Karakaya	5.01 c A	5.03 c B	5.15 b C	5.62 a D	5.66 a E	**5.29 C**
Özgen	4.54 e C	5.10 d A	5.24 c B	5.69 b C	6.41 a B	**5.40 B**
Tarman	4.69 e B	4.86 d C	5.36 c A	5.97 b A	6.63 a A	**5.50 A**
Ortalama tuz	**4.70 e**	**4.95 d**	**5.15 c**	**5.66 b**	**6.23 a**	
Sürgünlerde Lipid Peroksidasyon (nmol/g)						
Balkan	1.68 e A	2.17 d C	3.16 c B	3.44 b B	3.83 a B	**2.86 C**
Bozdağ	1.54 e C	1.94 d D	2.09 c D	3.72 b D	4.77 a D	**2.81 D**
Karakaya	1.26 e E	1.55 d E	1.94 c E	2.04 b E	2.95 a E	**1.95 E**
Özgen	1.44 d D	3.26 d A	4.40 c A	4.55 b A	4.65 a A	**3.66 A**
Tarman	1.61 e B	2.28 d B	3.08 c C	4.04 b C	5.43 a C	**3.29 B**
Ortalama	**1.51 e**	**2.24 d**	**2.93 c**	**3.56 b**	**4.33 a**	
Köklerde Hidrojen Peroksit Miktarı (µmol/g)						
Balkan	4.74 c C	5.21 a C	5.20 b C	5.54 d C	5.79 d C	**5.30 C**
Bozdağ	5.17 e A	5.29 d B	5.46 c B	5.71 b B	5.95 a B	**5.52 B**
Karakaya	4.85 e B	5.02 d D	5.07 c D	5.34 b D	5.52 a D	**5.16 D**
Özgen	4.51 e D	4.76 d E	5.19 c C	5.34 b D	5.56 a D	**5.07 E**
Tarman	4.53 e D	5.32 d A	5.77 c A	6.10 b A	6.61 a A	**5.67 A**
Ortalama	**4.76 e**	**5.12 d**	**5.34 c**	**5.61 b**	**5.88 a**	
Köklerde Lipid Peroksidasyonu (nmol/g)						
Balkan	1.48 e C	2.02 d A	2.34 c A	2.52 b B	3.12 a C	**2.30 C**
Bozdağ	1.83 e A	1.96 d B	2.22 c B	2.45 b C	2.81 a D	**2.25 D**
Karakaya	1.55 e B	1.66 d C	1.81 c D	1.94 b D	2.22 a E	**1.83 E**
Özgen	1.79 e A	1.92 d B	2.35 c A	3.23 b A	3.30 a B	**2.52 A**
Tarman	1.13 e D	2.02 d A	2.16 c C	2.52 b B	4.09 a A	**2.38 B**
Ortalama	**1.56 e**	**1.92 d**	**2.18 c**	**2.53 b**	**3.11 a**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

Çeşit x tuz interaksiyonları incelendiğinde sürgünlerde en yüksek hidrojen peroksit miktarı 6.63 µmol/g ile Tarman çeşidinde 20 EC uygulamasından, en düşük hidrojen peroksit miktarı ise 4.54 ile Özgen çeşidinde kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 3.13.). Sürgünlerde en yüksek lipid peroksidasyon değeri yine Tarman çeşidi 20 EC uygulamasından 5.43 nmol/g olarak, en düşük ise Karakaya çeşidinin kontrol uygulamasından 1.26 nmol/g olarak elde edilmiştir. Köklerde en yüksek hidrojen peroksit miktarı Tarman çeşidinde 20 EC uygulamasından 6.61 µmol/g olarak, en düşük ise Özgen çeşidinde kontrol uygulamasından 4.51 µmol/g olarak; en yüksek lipid peroksidasyon değeri Tarman çeşidinde 20 EC uygulamasından 4.09 nmol/g olarak, en düşük ise yine Tarman çeşidinde kontrol uygulamasından 1.13 nmol/g olarak elde edilmiştir. Tüm

çeşitlerde artan tuz dozları sürgünlerde ve köklerde hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarının artmasına neden olmuştur. Sürgünlerde en yüksek artış miktarları Özgen çeşidinde (hidrojen peroksit 4.54'ten 6.61 μmol/g'a, MDA 1.44'ten 4.65 nmol/g'a) köklerde ise Tarman çeşidinde (hidrojen peroksit 4.53'ten 6.41 μmol/g'a, MDA 1.13'ten 4.09 nmol/g'a); en düşük artış miktarı ise Karakaya (sürgünde hidrojen peroksit 5.01'den 5.66 μmol/g'a, MDA 1.26'dan 2.95 nmol/g'a; köklerde hidrojen peroksit 4.85'ten 5.52 μmol/g'a, MDA 1.55'ten 2.22 nmol/g'a çıkmıştır) çeşidinde ortaya çıkmıştır.

3.2.3. Antioksidan Kapasite, DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi, Toplam Fenolik, Toplam Flavonoid ve Prolin Miktarları

Bazı koca fiğ çeşitlerinde kök ve sürgünlerinde antioksidan kapasite, DPHH süpürme aktivitesi, toplam fenolik miktarı, toplam flavonoid miktarı ve prolin miktarı verilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.14'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre köklerde ve sürgünlerde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarında çeşit, tuz dozları ve çeşit × tuz interaksiyonları istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.01$; Tablo 3.14.)

Tablo 3.14. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen koca fiğ çeşitlerinde sürgün ve köklerde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarına ait varyans analizi tablosu

	Varyasyon Kaynakları				
İncelenen Karakterler	**Çeşit**	**Tuz**	**Çeşit× Tuz**	**Hata**	**VK**
Sürgünlerde Antioksidan Kapasite	1238.32**	12304.80**	518.36**	2.786	%2.64
Sürgünlerde DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi	7.938**	129.63**	6.062**	0.136	%1.00
Sürgünlerde Toplam Fenolik	59.99**	283.94**	13.29**	0.055	%2.55
Sürgünlerde Toplam Flavonoid	43.29**	279.96**	6.390**	0.029	%1.50
Sürgünlerde Prolin Miktarı	2.485**	4.351**	0.157**	0.001	%1.05
Köklerde Antioksidan Kapasite	528.43**	6583.64**	293.26**	1.090	%2.69
Köklerde DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi	9.253**	90.18**	10.88**	0.162	%3.33
Köklerde Toplam Fenolik	37.82**	209.73**	10.09**	0.039	%2.8
KöklerdeToplam Flavonoid	28.45**	229.40**	8.47**	0.036	%2.50
Köklerde Prolin Miktarı	1.757**	5.661**	0.373**	0.001	%1.20
Serbestlik Derecesi	**4**	**4**	**16**	**50**	

** %1 düzeyinde önemli (F değerinin önem düzeyini gösterir); verilen değerler kareler ortalamalarıdır.

Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı koca fiğ çeşitlerinin sürgünlerinde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarına ait ortalamalar Tablo 3.15'de verilmiştir. Koca fiğ çeşitleri sürgünlerinde antioksidan kapasite 52.36 mg AAE/g ile 75.19 mg AAE/g arasında değişim göstermiş olup, en yüksek antioksidan kapasite Bozdağ çeşidinde en düşük antioksidan kapasite Tarman çeşidinden belirlenmiştir. En yüksek DPPH radikali süpürme aktivitesi Balkan çeşidinden %46.41 olarak elde edilirken, en düşük DPPH radikali süpürme aktivitesi Tarman çeşidinden %44.70 olarak elde edilmiştir. Tarman, Karakaya ve Özgen aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Sürgünlerde toplam fenolik değeri en düşük Tarman çeşidinde (6.77 mg GAE/g), en yüksek değeri Bozdağ çeşidinde (12.39 mg GAE/g); toplam flavonoid değeri en yüksek değeri Karakaya çeşidinde (13.11 mg CE/g), en düşük Tarman çeşidinde (8.82 mg CE/g); en yüksek prolin miktarı Tarman çeşidinde (2.89 mg/g), en düşük prolin miktarı (1.91 mg/g) Balkan çeşidinde tespit edilmiştir. Sürgünlerde tuz dozlarında meydana gelen artış antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin değerlerinin artmasına neden olmuştur. En düşük değerler kontrol uygulamalarından elde edilirken, en yüksek değerler 20 EC uygulamalarından elde edilmiştir.

Tablo 3.15. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen koca fiğ çeşitlerinin sürgünlerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin değerlerine ait ortalamalar

	Antioksidan Kapasite (mg AAE/g)					
	NaCl dozları (dS/m)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Balkan	37.75 e A	50.85 d A	58.71 c C	79.94 b C	110.50 a A	**67.55 B**
Bozdağ	26.67 e C	35.67 d C	97.35 c A	106.54 b A	109.70 a A	**75.19 A**
Karakaya	23.38 e D	46.73 d B	70.67 c B	77.31 b C	104.98 a B	**64.61 C**
Özgen	26.75 c C	35.46 b C	36.37 b E	90.46 a B	92.31 a C	**56.27 D**
Tarman	33.56 d B	37.23 c C	54.76 b D	57.04 b D	79.19 a D	**52.36 E**
Ortalama	**29.62 e**	**41.19 d**	**63.57 c**	**82.26 b**	**99.34 a**	
DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi (% İnhibisyon)						
Balkan	42.74 a A	45.63 b A	46.42 c C	48.47 d B	48.78 b B	**46.41 A**
Bozdağ	41.48 d B	44.30 c B	46.42 b A	49.84 a A	45.83 b C	**45.57 B**
Karakaya	40.81 e C	42.26 d D	44.79 c B	47.50 b C	48.32 a B	**44.73 C**
Özgen	39.55 e D	43.22 d C	44.19 c C	46.41 b D	51.22 a A	**44.92 C**
Tarman	41.63 e B	43.37 d C	44.30 c D	45.57 b E	48.65 a B	**44.70 C**
Ortalama	**41.24 e**	**43.76 d**	**45.22 c**	**47.56 b**	**48.56 a**	

Tablo 3.15. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen koca fiğ çeşitlerinin sürgünlerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin değerlerine ait ortalamalar (devamı)

	Antioksidan Kapasite (mg AAE/g)					
	Toplam Fenolik (mg GAE/g)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Balkan	7.15 d A	8.08 c B	10.84 b B	11.34 a C	11.34 a E	**9.75 B**
Bozdağ	4.74 e B	9.32 d A	11.98 c A	15.44 b A	20.47 a A	**12.39 A**
Karakaya	4.99 e B	6.88 d C	7.80 c D	10.61 b D	16.74 a B	**9.41 C**
Özgen	4.15 e C	5.27 d D	9.71 c C	13.06 b B	13.62 a D	**9.16 D**
Tarman	1.13 e D	4.15 d E	5.32 c E	6.93 b E	16.30 a C	**6.77 E**
Ortalama	**4.43 e**	**6.74 d**	**9.13 c**	**11.47 b**	**15.70 a**	
Toplam Flavonoid (mg CE/g)						
Balkan	7.81 d B	10.97 c B	13.40 b A	15.57 a B	15.57 a C	**12.66 B**
Bozdağ	3.50 e E	6.44 d D	13.01 c B	14.12 b C	17.23 a B	**10.86 D**
Karakaya	8.47 e A	11.51 d A	13.43 c A	14.09 b C	18.03 a A	**13.11 A**
Özgen	5.24 e C	8.29 d C	11.36 c C	16.18 b A	17.13 a B	**11.64 C**
Tarman	4.30 e D	5.57 d E	7.16 c D	12.16 b D	14.88 a D	**8.82 E**
Ortalama	**5.87 e**	**8.55 d**	**11.67 c**	**14.43 b**	**16.57 a**	
Prolin Miktarı (mg/g)						
Balkan	1.56 e B	1.72 d D	1.87 c D	2.15 b D	2.23 a E	**1.91 E**
Bozdağ	1.01 d D	1.93 c B	2.10 b C	2.15 b D	2.74 a C	**1.99 D**
Karakaya	1.70 e A	1.94 d B	2.50 c B	2.65 b B	3.23 a B	**2.40 B**
Özgen	1.38 d C	1.86 c C	1.89 c D	2.48 b C	2.59 a D	**2.04 C**
Tarman	1.70 e A	2.61 d A	3.13 c A	3.38 b A	3.63 a A	**2.89 A**
Ortalama	**1.47 e**	**2.01 d**	**2.30 c**	**2.56 b**	**2.88 a**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

Çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde sürgünlerde en yüksek antioksidan kapasite Balkan çeşidinde 20 EC uygulamasından 110.50 AAE/g olarak, en düşük antioksidan kapasite Karakaya çeşidinde kontrol uygulamasından 23.38 mg AAE/g olarak; DPPH radikali süpürme aktivitesi en yüksek Özgen çeşidinde 20 EC uygulamasından %51.22 olarak, en düşük DPPH radikali süpürme aktivitesi ise Özgen çeşidinde kontrol uygulamasından %39.55 olarak; en yüksek toplam fenolik değeri Bozdağ çeşidinin 20 EC uygulamasından 20.47 mg GAE/g olarak, en düşük toplam fenolik miktarı Tarman çeşidinde kontrol uygulamasından 1.13 mg GAE/g olarak; en yüksek toplam flavonoid miktarı Karakaya çeşidinde 20 EC uygulamasından 18.03 mg CE/g olarak, en düşük toplam flavonoid miktarı ise Bozdağ çeşidinde kontrol uygulamasından 3.50 mg CE/g olarak; en yüksek prolin miktarı ise Tarman çeşidinde 20 EC uygulamasından 3.63 mg/g olarak, en düşük prolin değeri ise Bozdağ çeşidinde kontrol uygulamasından 1.01 mg/g olarak elde edilmiştir. Tüm çeşitlerde artan tuz dozları sürgünlerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid

ve prolin miktarlarının artmasına neden olmuştur. Sürgünlerde kontrol uygulamalarında en yüksek antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi ve toplam fenolik değerleri Balkan çeşidinde, toplam flavonoid değeri Karakaya ve prolin değeri ise Karakaya ve Tarman çeşitlerinde belirlenirken; 20 EC'de en yüksek antioksidan kapasite Balkan ve Bozdağ, DPPH radikali süpürme aktivitesi Balkan, toplam fenolik Bozdağ, Toplam flavonoid Karakaya, prolin miktarı ise Tarman çeşidinde de ölçülmüştür.

Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı koca fiğ çeşitlerinin köklerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarına ait ortalamalar Tablo 3.16'da verilmiştir. Köklerde en yüksek antioksidan kapasite Özgen ve Tarman çeşitlerinde 47.61 ve 47.32 mg AAE/g olarak, en düşük Balkan çeşidinde 33.19 mg AAE/g olarak; en yüksek DPHH radikali süpürme aktivitesi Balkan ve Karakaya çeşitlerinde %43.37 ve 43.14 olarak, en düşük Tarman ve Bozdağ çeşitlerinde %41.63 ve 41.79 olarak; en yüksek toplam fenolik değeri Karakaya çeşidinde 8.56 mg GAE/g olarak, en düşük 4.51 mg GAE/g olarak Tarman çeşidinde; en yüksek toplam flavonoid değeri Karakaya çeşidinde 10.00 mg CE/g olarak, en düşük Tarman çeşidinde 6.16 mg CE/g olarak; en yüksek prolin değeri Tarman çeşidinden 2.99 mg/g olarak, en düşük Balkan çeşidinden 2.15 mg/g olarak belirlenmiştir. Artan tuz dozları köklerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam prolin miktarlarının artmasına neden olmuştur. En yüksek değerler 20 EC uygulamasından elde edilirken en düşük değerler kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 3.16. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen koca fiğ çeşitlerinin köklerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam prolin değerlerine ait ortalamalar

	Antioksidan Kapasite (mg AAE/g)					
	NaCl dozları (dS/m)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Balkan	18.69 e D	24.77 d D	31.46 c B	38.63 b E	52.40 a D	**33.19 D**
Bozdağ	25.33 d B	26.77 d C	29.81 c B	59.99 b C	65.11 a C	**41.40 C**
Karakaya	15.56 e E	22.92 d E	26.81 c C	69.00 b B	88.47 a A	**44.55 B**
Özgen	23.06 d C	29.83 c B	31.43 c B	81.12 a A	72.59 b B	**47.61 A**
Tarman	30.47 e A	33.72 d A	49.51 c A	51.56 b D	71.33 a B	**47.32 A**
Ortalama	**22.62 e**	**27.60 d**	**33.80 c**	**60.06 b**	**69.98 a**	
DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi (% İnhibisyon)						
Balkan	37.43 e C	40.77 d C	44.74 c A	46.35 b A	47.55 a A	**43.37 A**
Bozdağ	40.58 d A	41.55 c B	42.48 a C	43.60 b C	40.76 d D	**41.79 C**
Karakaya	41.18 d A	42.59 c A	43.52 b B	45.31 a B	43.09 bc C	**43.14 A**
Özgen	37.19 e C	40.88 d C	41.59 c D	43.66 b C	47.81 a A	**42.23 B**
Tarman	38.46 e B	39.77 d D	41.32 c E	42.84 b D	45.75 a B	**41.63 C**
Ortalama	**38.97 e**	**41.11 d**	**42.73 c**	**44.35 b**	**44.99 a**	
Toplam Fenolik (mg GAE/g)						
Balkan	4.91 e A	5.80 d B	7.41 c B	10.72 a A	8.98 b E	**7.56 C**
Bozdağ	2.05 e C	5.83 d B	8.05 c A	9.66 b C	14.93 a B	**8.10 B**
Karakaya	4.57 e B	6.61 d A	7.23 c B	8.99 b D	15.41 a A	**8.56 A**
Özgen	1.91 e C	4.37 d C	8.04 c A	10.09 b B	10.45 a D	**6.97 D**
Tarman	0.54 e D	1.82 d D	2.88 c C	4.37 b E	12.93 a C	**4.51 E**
Ortalama	**2.80 e**	**4.88 d**	**6.72 c**	**8.76 b**	**12.54 a**	
Toplam Flavonoid (mg CE/g)						
Balkan	2.89 d C	5.21 c C	9.88 b C	11.55 a B	11.57 a C	**8.22 B**
Bozdağ	2.07 d D	1.31 e E	9.44 c D	10.64 b C	14.64 a B	**7.62 C**
Karakaya	3.86 e A	8.69 d A	9.74 c B	12.06 b A	15.66 a A	**10.00 A**
Özgen	3.38 d B	7.05 c B	9.81 b A	9.87 b D	10.46 a D	**8.11 B**
Tarman	2.75 e C	3.77 d D	4.94 c A	8.69 b E	10.65 a D	**6.16 D**
Ortalama	**2.99 e**	**5.21 d**	**8.76 c**	**10.56 b**	**12.60 a**	
Prolin Miktarı (mg/g)						
Balkan	1.72 e B	1.91 d B	2.14 c B	2.44 b C	2.56 a C	**2.15 E**
Bozdağ	1.82 e A	2.03 d A	2.26 c A	2.34 b D	2.84 a B	**2.26 C**
Karakaya	1.74 e B	2.03 d A	2.62 c A	2.77 b B	3.38 a C	**2.51 B**
Özgen	1.55 e D	1.76 d C	2.14 c C	2.80 b B	2.82 a A	**2.21 D**
Tarman	1.64 e C	1.96 d B	3.08 c B	4.07 b A	4.17 a A	**2.99 A**
Ortalama	**1.69 e**	**1.94 d**	**2.45 c**	**2.88 b**	**3.15 a**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

Çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde köklerde en yüksek antioksidan kapasite Karakaya çeşidinde 20 EC uygulamasından 88.47 mg AAE/g olarak, en düşük antioksidan kapasite yine Karakaya çeşidinden kontrol uygulamasından 15.56 mg AAE/g olarak; DPPH radikali süpürme aktivitesi en yüksek Özgen 20 EC uygulamasından %47.81 olarak, en düşük yine Özgen kontrol uygulamasından %37.19 olarak; en yüksek toplam fenolik miktarı Karakaya çeşidinin 20 EC uygulamasından 15.41 mg GAE/g

olarak, en düşük toplam fenolik miktarı Tarman çeşidinde kontrol uygulamasından 0.54 mg GAE/g olarak; en yüksek toplam flavonoid miktarı Karakaya çeşidinde 20 EC uygulamasından 15.41 mg CE/g olarak, en düşük toplam flavonoid miktarı ise Bozdağ çeşidinde kontrol uygulamasından 2.07 mg CE/g olarak; en yüksek prolin miktarı Tarman çeşidinde 20 uygulamasından 4.17 mg/g olarak, en düşük prolin değeri ise Özgen çeşidinde kontrol uygulamasından 1.55 mg/g olarak belirlenmiştir. Tüm çeşitlerde artan tuz dozları sürgünlerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarının artmasına neden olmuştur. Kontrol uygulamasında en yüksek antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarları sırasıyla Tarman, Tarman ve Bozkaya, Balkan, Karakaya ve Bozdağ çeşitlerinde ölçülürken, 20 EC uygulamalarında sırasıyla Karakaya, Özgen, Karakaya, Karakaya ve Özgen ile Tarman çeşitlerinde ölçülmüştür.

3.3. Macar Fiği

3.3.1. Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi

Bazı Macar fiği çeşitlerinde çimlenme yüzdesi (ÇY), ortalama çimlenme süresi (OÇS), çimlenme oranı indeksi (ÇOİ), çimlenme indeksi (Çİ), sürgün uzunluğu (SU), kök uzunluğu (KU), fide yaş ağırlığı (FYA), fide kuru ağırlığı (FKA) verilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.17'de verilmiştir. Varyans analiz tablosuna göre tuz konsantrasyonlarının çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı indeksi, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.01$); çeşitlerin çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı indeksi, çimlenme indeksi, sürgün uzunluğu ve fide yaş ağırlığı üzerine etkisi önemli ($p<0.01$) Kök uzunluğu ve fide kuru ağırlığı üzerine etkileri ise önemsiz bulunmuştur. Çeşit × tuz interaksiyonlarında ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı indeksi, kök uzunluğu ve fide yaş ağırlığı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Tablo 3.17. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı Macar fiği çeşitlerinde incelenen bazı çimlenme ve fide gelişimi karakterlerine ait varyans analizi tablosu

İncelenen Karakterler	Varyasyon Kaynakları				VK
	Çeşit	Tuz	Çeşit× Tuz	Hata	
Çimlenme Yüzdesi (ÇY)	399.64**	60.94**	15.56 öd	10.23	%3.32
Ortalama Çimlenme Süresi (OÇS)	46.71**	3.28**	0.14**	0.056	%8.20
Çimlenme Oranı Indeksi ÇOİ)	9544.44**	1880.27**	189.11**	20.249	%9.28
Çimlenme Indeksi (Çİ)	132204.28**	17407.33**	571.78	506.10	%3.85
Sürgün Uzunluğu (SU)	27.28**	77.66**	0.39 öd	0.36	%10.46
Kök Uzunluğu (KU)	0.46 öd	76.85**	1.54**	0.374	%12.72
Fide Yaş Ağırlığı FYA)	1227.59**	26362.29**	265.43**	106.05	%11.88
Fide Kuru Ağırlığı (FKA)	0.91 öd	117.84**	0.74öd	0.636	%9.94
Serbestlik Derecesi	**4**	**4**	**16**	**75**	

** %1 düzeyinde önemli; öd: önemli değil (F değerinin önem düzeyini gösterir); verilen değerler kareler ortalamalarıdır.

Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı Macar fiği çeşitlerinde çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı indeksi ve çimlenme indekslerine ait ortalamalar Tablo 3.18'de verilmiştir. En yüksek çimlenme yüzdesi Akçalar çeşidinden %99.6 olarak elde edilmiş olup, Atom ve Altınova çeşitleri ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük çimlenme yüzdesi Enes çeşidinden %88.6 olarak elde edilmiştir. Ortalama çimlenme süresi çeşitlere göre 5.53 gün ile 1.75 gün arasında değişim göstermiştir. En yüksek çimlenme süresi Oğuz çeşidinden elde edilirken en düşük çimlenme süresi Akçalar çeşidinden elde edilmiştir. Atom çeşidi 2.65 gün çimlenme süresi ile Enes çeşidiyle istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Çeşitlerin çimlenme oranı indeksi 73.01 %/gün ile 40.23 %/gün arasında değişim göstermiş ve en yüksek çimlenme oranı indeksi Akçalar çeşidinden, en düşük çimlenme oranı indeksi Atom çeşidinden elde edilmiştir. Atom ile Enes aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Çeşitlerin çimlenme indeksi 660 ile 461 arasında değiştirmiştir. En yüksek çimlenme indeksi Akçalar çeşidinden elde edilmiş ve Altınova çeşidi ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır, en düşük çimlenme indeksi ise Oğuz çeşidinden elde edilmiştir.

Farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme yüzdesini %98.9 ile %94.2 arasında değiştirmiştir. Uygulamalar arası farklılıklar istatistiki açıdan önemli olmuş ve kontrol ile 10 EC uygulaması istatistiki açıdan aynı grupta yer almıştır. En yüksek çimlenme yüzdesi kontrolden, en düşük çimlenme yüzdesi 20 EC uygulamasından elde edilmiş olup, 20 EC uygulaması 15 EC ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Farklı tuz konsantrasyonlarında ortalama çimlenme süresini 3.48 gün ile 2.46 gün arasında değiştirmiştir. En yüksek ortalama çimlenme süresi 20 EC uygulamasından, en düşük

çimlenme süresi kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol ile 5 EC aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Tuz konsantrasyonlarındaki artışlar ortalama çimlenme süresi üzerinde olumsuz etkiye sahip olmuş ve ortalama çimlenme süresini uzatmıştır. Farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme oranı indeksinin 58.84 %/gün ile 33.90%/gün arasında değişim göstermiş olup, en yüksek çimlenme oranı indeksi kontrolden en düşük çimlenme oranı indeksi ise 20 EC uygulamasından elde edilmiş ve bütün uygulamalar istatistiki açıdan farklı grupta yer almıştır. Çimlenme oranı indeksi artan tuz konsantrasyonlarından olumsuz etkilenmiştir. Farklı tuz konsantrasyonları çimlenme indeksinin 620 ile 543 arasında değişimine sebep olmuştur. En yüksek çimlenme indeksi kontrolden en düşük çimlenme indeksi ise 20 EC uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 3.18'de çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde çimlenme %91.50–100 arasında değişim göstermiştir. En yüksek ortalama çimlenme süresi Oğuz çeşidinde 20 EC uygulamasından 6.13 gün olarak, en düşük ortalama çimlenme süresi ise Akçalar çeşidinde kontrol uygulamasından 1.42 gün olarak elde edilmiştir. Akçalar çeşidinde kontrol ile 5 EC ve 10 EC uygulamaları istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. En yüksek ortalama çimlenme süresi 20 EC uygulamasından 2.32 gün olarak elde edilmiştir. 20 EC uygulamasının ortalama çimlenme süresi üzerinde etkisi olumsuz olmuş ve ortalama çimlenme süresinin uzamasına sebep olmuştur. Altınova'da en düşük ortalama çimlenme süresi kontrol uygulamasında belirlenmiş olup, 5 ve 10 EC ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Altınova çeşidinde 20 EC uygulaması kontrole göre çimlenme süresinin %91 artmasına neden olmuştur. Uygulamalar neticesinde Atom çeşidinde kontrol, 5 ve 10 EC uygulamaları istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. 20 EC uygulaması ortalama çimlenme süresi üzerindeki etkisi olumsuz olmuş ve ortalama çimlenme süresinin kontrole göre %24 uzamasına neden olmuştur. Enes çeşidinde en düşük ortalama çimlenme süresi kontrol uygulamasından elde edilmiş olup 5 EC ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. En yüksek ortalama çimlenme süresi 20 EC uygulamasından 3.05 gün olarak elde edilmiş ve 20 EC uygulaması kontrole göre ortalama çimlenme süresini %37 oranında uzamasına neden olmuştur. Oğuz çeşidinde en yüksek ortalama çimlenme süresi 20 EC uygulamasından 6.13 gün olarak, en düşük ortalama çimlenme süresi ise kontrolden 4.75 gün olarak elde edilmiştir. Oğuz çeşidinde 20 EC uygulaması kontrole göre çimlenme süresinin %29 artmasına neden olmuştur.

Ortalama çimlenme süresini özellikle 15 ve 20 EC'de en fazla artıran çeşit Altınova, en az artıran çeşit ise Atom olmuştur (Şekil 3.3).

Çeşit x tuz interaksiyonları değerlendirildiğinde en yüksek çimlenme oranı indeksi Akçalar çeşidinde kontrol uygulamasından 85.29 %/gün olarak, en düşük Oğuz çeşidinde 20 EC uygulamasında 16.25 %/gün olarak elde edilmiştir. Çimlenme oranı indeksi Akçalar çeşidinde kontrole göre 5 EC uygulamasında %3 azalırken, 20 EC uygulamasında %39 azalmıştır. En yüksek çimlenme oranı indeksi kontrolden 85.29 %/gün olarak, en düşük çimlenme oranı indeksi ise 20 EC uygulamasından 52.07 %/gün olarak tespit edilmiştir. Altınova çeşidinde kontrol ile 5 EC uygulaması istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. En yüksek çimlenme oranı indeksi kontrolden 84.46 %/gün olarak kontrolden, en düşük çimlenme oranı indeksi ise 20 EC uygulamasından 38.33 %/gün olarak elde edilmiştir. Atom çeşidinde 5 EC uygulaması çimlenme oranı indeksini kontrole göre %2 oranında artırmıştır ve 5 EC uygulamasının çimlenme oranı indeksi üzerine etkisi olumsuz olmamıştır. En düşük çimlenme oranı indeksi 20 EC uygulamasından 32.84 %/gün olarak elde edilmiştir. Enes çeşidinde artan tuz dozları çimlenme oranı indeksinin kontrole göre 5 EC uygulamasında %16, 20 EC uygulaması ise %47 azaltmıştır. En düşük çimlenme oranı indeksi 20 EC uygulamasından 30.02 %/gün olarak elde edilmiştir. Oğuz çeşidinde artan tuz dozları çimlenme oranı indeksini kontrole göre 5 EC uygulamasında %16, 20 EC uygulamasında ise %32 azaltmıştır. En yüksek çimlenme oranı indeksi kontrolden 23.76 %/gün olarak, en düşük çimlenme oranı indeksi ise 20 EC uygulamasından 16.25 %/gün olarak elde edilmiştir. Oğuz çeşidinde kontrol, 5 EC, 10 EC 15 EC uygulamaları istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Altınova ve Enes çeşitlerinde 15 EC tuz uygulamasında kontrole göre çimlenme oranı indekslerinde sırasıyla %31 ve 35, 20 EC tuz uygulamasında ise %55 ve 47 düşüş görülmüştür.

Tablo 3.18. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı Macar fiği çeşitlerinden elde edilen ÇY, OÇS, ÇOİ ve Çİ'ya ait ortalamalar

	Çimlenme Yüzdesi (%)					
	NaCl dozları (dS/m)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Akçalar	100.00	100.00	100.00	99.00	99.00	**99.6 A**
Altınova	100.00	98.00	99.00	98.00	99.50	**98.9 AB**
Atom	100.00	100.00	100.00	97.50	91.50	**97.8 AB**
Enes	95.00	87.50	88.00	86.50	86.00	**88.6 C**
Oğuz	99.50	97.50	97.50	96.50	95.00	**97.2 B**
Ortalama	**98.9 a**	**96.6 b**	**96.9 ab**	**95.5 c**	**94.2 d**	
Ortalama Çimlenme Süresi (gün)						
Akçalar	1.42 c C	1.44 bc C	1.76 bc B	1.79 b D	2.32 a C	**1.75 D**
Altınova	1.48 c C	1.52 c C	1.59 c B	2.16 b C	2.87 a B	**1.93 C**
Atom	2.44 c B	2.34 c B	2.62 bc A	2.81 ab B	3.03 a B	**2.65 B**
Enes	2.23 c B	2.26 c B	2.66 b A	2.73 ab B	3.05 a B	**2.59 B**
Oğuz	4.75 d A	5.40 c A	5.52 bc A	5.84 ab A	6.13 a A	**5.53 A**
Ortalama	**2.46 d**	**2.59 d**	**2.83 c**	**3.07 b**	**3.48 a**	
Çimlenme Oranı İndeksi (%/gün)						
Akçalar	85.29 a A	82.70 a A	72.68 b A	72.32 b A	52.07 c A	**73.01 A**
Altınova	84.46 a A	78.56 ab A	76.03 b A	58.89 c B	38.33 d B	**67.26 B**
Atom	43.88 a C	44.74 a B	41.44 a B	38.26 ab C	32.84 b BC	**40.23 C**
Enes	56.81 a B	47.98 b B	41.90 bc B	37.18 c C	30.02 d C	**42.78 C**
Oğuz	23.76 a D	20.03 ab C	18.78 ab C	17.45 ab D	16.25 b D	**19.25 D**
Ortalama	**58.84 a**	**54.80 b**	**50.17 c**	**44.82 d**	**33.90 e**	
Çimlenme İndeksi						
Akçalar	679	678	662	654	627	**660 A**
Altınova	676	660	663	629	603	**646 A**
Atom	628	633	619	594	548	**604 B**
Enes	607	557	543	530	513	**550 C**
Oğuz	510	468	462	442	421	**461 D**
Ortalama	**620 a**	**599 b**	**590 b**	**570 c**	**543 d**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı Macar fiği çeşitlerinde sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlığı ortalamalarına ait Tablo 3.19'da verilmiştir. Çeşitlerin sürgün uzunluğu 3.75 ile 6.80 arasında değişmiştir. En yüksek sürgün uzunluğu Atom çeşidinden, en düşük sürgün uzunluğu ise Oğuz çeşidinden elde edilmiştir. Macar fiği çeşitlerinde kök uzunluğu 4.70–5.07 cm arasında değişim göstermiştir. Fide yaş ağırlığı 92.72 mg ile 76.43 mg arasında belirlenmiş olup, en yüksek fide yaş ağırlığı Atom çeşidinde, en düşük fide yaş ağırlığı ise Altınova çeşidinde elde edilmiştir. Akçalar çeşidi ile Atom ve Enes çeşitleri istatistiki açıdan aynı grupta yer almıştır. Ayrıca Altınova çeşidi de Oğuz ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Çeşitler arasında fide kuru ağırlığı bakımından meydana gelen farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Çeşitlerin fide kuru ağırlıkları 7.78–8.32 mg arasında değişim

göstermiştir. Tuz uygulamaları sürgün ve kök uzunlukları ile fide yaş ve kuru ağırlıklarının azalmasına neden olmuştur. Sürgün uzunluğu 8.14 cm ile 3.16 cm arasında, kök uzunluğu 2.26–7.44 cm arasında, fide yaş ağırlığı 43.97–133.02 mg arasında ve fide kuru ağırlığı 5.07–11.04 mg arasında değişim göstermiştir. İncelene tüm karakterlerde en yüksek değerler kontrol uygulamasından en düşük değerler ise 20 EC uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 3.19. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı Macar fiği çeşitlerinden elde edilen SU, KU, FYA ve FKA'ya ait ortalamalar

	Sürgün Uzunluğu (cm)					
	NaCl dozları (dS/m)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Akçalar	8.38	6.90	6.82	5.05	3.46	**6.12 B**
Altınova	8.02	7.07	6.34	4.49	3.64	**5.91 B**
Atom	9.26	7.95	7.46	5.53	3.83	**6.80 A**
Enes	8.87	7.10	7.04	4.62	3.34	**6.19 B**
Oğuz	6.16	5.00	3.61	2.43	1.56	**3.75 C**
Ortalama	**8.14 a**	**6.81 b**	**6.25 c**	**4.42 d**	**3.16 e**	
Kök Uzunluğu (cm)						
Akçalar	6.80 a C	5.98 a A	4.93 b AB	4.03 c A	2.25 d AB	**4.80**
Altınova	7.96 a B	5.15 b A	4.60 b B	3.65 c A	2.25 d AB	**4.72**
Atom	8.90 a A	5.89 b A	5.42 b AB	3.27 c A	1.88 d B	**5.07**
Enes	7.01 a C	5.48 b A	5.74 b A	3.45 c A	1.83 d B	**4.70**
Oğuz	6.52 a C	5.29 b A	4.94 b AB	3.98 c A	3.07 d A	**4.76**
Ortalama	**7.44 a**	**5.56 b**	**5.12 c**	**3.67 d**	**2.26 e**	
Fide Yaş Ağırlığı (mg/fide)						
Akçalar	150.48 a A	121.13 b A	85.55 c AB	62.60 c A	43.40 d A	**92.63 A**
Altınova	112.63 a C	96.32 bc C	73.72 b BC	56.20 cd A	43.27 d A	**76.43 B**
Atom	127.58 a B	125.05 a A	99.25 b A	66.03 c A	45.70 d A	**92.72 A**
Enes	145.93 a A	111.50 b AB	96.40 c A	60.98 d A	43.43 e A	**91.65 A**
Oğuz	128.50 a B	104.78 b BC	69.80 c C	53.18 d A	44.03 d A	**80.06 B**
Ortalama	**133.02 a**	**111.75 b**	**84.95 c**	**59.80 d**	**43.97 e**	
Fide Kuru Ağırlığı (mg/fide)						
Akçalar	11.55	10.48	8.05	6.70	4.85	**8.32**
Altınova	10.80	9.60	8.30	6.50	5.20	**8.08**
Atom	10.52	9.52	8.55	6.00	4.70	**7.86**
Enes	10.92	9.20	8.55	6.27	5.33	**8.06**
Oğuz	11.38	9.32	7.22	5.70	5.27	**7.78**
Ortalama	**11.04 a**	**9.62 b**	**8.13 c**	**6.23 d**	**5.07 e**	

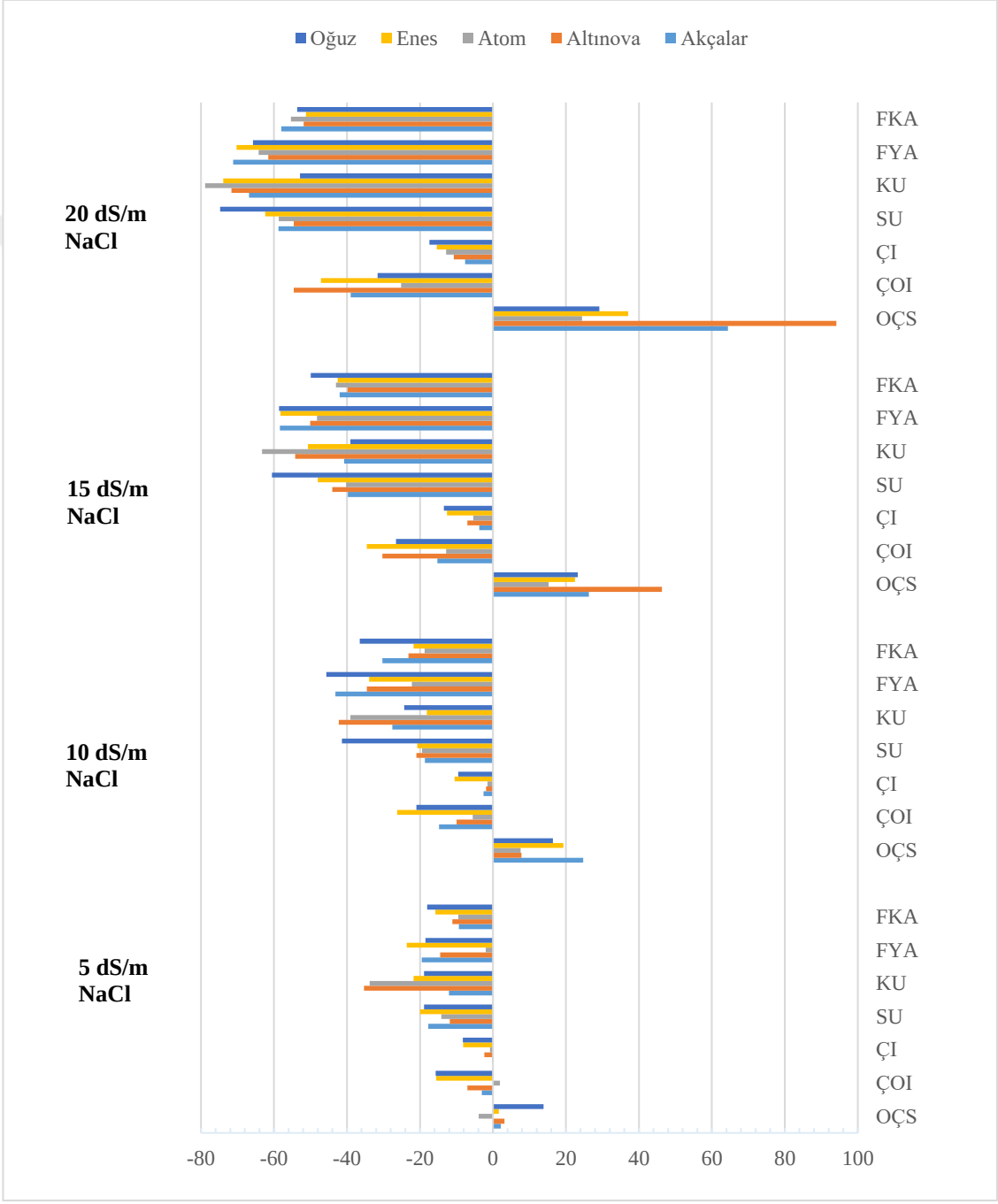
Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

Tablo 3.19' da çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde en yüksek kök uzunluğu Atom çeşidinde kontrol uygulamasından 8.90 cm olarak, en düşük Enes çeşidinde 20 EC uygulamasından 1.83 cm olarak elde edilmiştir. Kök uzunluğu Akçalar çeşidinde artan tuz dozları ile azalmış en yüksek kök uzunluğu kontrol uygulamasından 6.80 cm olarak belirlenmiş ve 5 EC uygulaması kontrol ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük kök uzunluğu 2.25 cm ile 20 EC uygulamasında ölçülmüştür. Akçalar çeşidinde

kök uzunluğu kontrole göre 5 EC'de %12, 20 EC'de %67 düşüş göstermiştir. Altınova çeşidinde en yüksek kök uzunluğu değeri 7.96 cm ile kontrol uygulamasından, en düşük 2.25 cm ile 20 EC uygulamasından elde edilmiştir. Altınova çeşidinde 5 EC uygulaması kök uzunluğunun %35, 20 EC uygulaması ise %72 düşmesine neden olmuştur. Atom çeşidinde en yüksek kök uzunluğu kontrolden 8.90 cm olarak, en düşük kök uzunluğu ise 20 EC uygulamasından 1.88 cm olarak elde edilmiştir. Kök uzunluğu kontrole göre 5 EC uygulamasında %34, 20 EC uygulamasında ise %79 azalmıştır. Enes çeşidinde en yüksek kök uzunluğu kontrolden 7.01 cm olarak, en düşük kök uzunluğu ise 20 EC uygulamasından 1.83 cm olarak elde edilmiştir. Kök uzunluğu kontrole göre 5 EC uygulamasında %22, 20 EC uygulamasında ise %74 azalmıştır. Oğuz çeşidinde en yüksek kök uzunluğu kontrol uygulamasından 6.52 cm olarak, en düşük 20 EC uygulamasından 3.07 cm olarak belirlenmiştir. Oğuz çeşidinde kontrole göre 5 EC uygulaması %20, 20 EC uygulaması ise %53 kök uzunluğunun azalmasına neden olmuştur. Kök uzunluğunda kontrole göre tuz dozlarında en düşük azalış miktarı Oğuz çeşidinde belirlenmiştir (Şekil 3.3).

Tablo 3.19' da fide yaş ağırlığı çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde en yüksek değer 150.48 mg ile Akçalar çeşidinde kontrol uygulamasında, en düşük değer 43.27 mg ile Altınova çeşidinde 20 EC uygulamasında elde edilmiştir. Akçalar çeşidinde fide yaş ağırlığı kontrole göre 5 EC uygulamasında %20, 20 EC uygulamasında %71 azalmıştır. En düşük fide yaş ağırlığı 20 EC uygulamasında 43.40 mg olarak, en yüksek fide yaş ağırlığı ise kontrolde 150.48 mg olarak elde edilmiştir. Kontrol ile diğer uygulamalar istatistiki olarak farklı grupta yer almış ve artan tuz dozlarının fide yaş ağırlığı üzerine etkisi olumsuz olmuştur. Altınova çeşidinde en yüksek fide yaş ağırlığı kontrol uygulamasında 112.63 mg olarak, en düşük ise 20 EC uygulamasında 43.27 mg olarak belirlenmiştir. Kontrole göre 5 EC uygulaması %15, 20 EC uygulaması ise %62 azalmaya neden olmuştur. Atom çeşidinde kontrol ile 5 EC uygulaması istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. 5 EC uygulamasında fide yaş ağırlığı kontrole göre %2, 20 EC uygulamasında ise %64 azaltmıştır. Atom çeşidinde en yüksek fide yaş ağırlığı kontrol uygulamasında 127.58 mg olarak, en düşük fide yaş ağırlığı ise 20 EC uygulamasında 45.70 mg olarak elde edilmiştir. Enes çeşidinde en yüksek fide yaş ağırlığı kontrolde 111.50 mg olarak, en düşük 20 EC uygulamasında 43.43 mg olarak tespit edilmiştir. 5 EC uygulaması kontrole göre fide yaş ağırlığını %24, 20 EC uygulaması ise %70 düşürmüştür. Oğuz çeşidinde en yüksek fide yaş ağırlığı kontrolde 128.50 mg olarak, en

düşük fide yaş ağırlığı ise 20 EC'de 44.03 mg olarak ölçülmüştür. 5 EC uygulaması kontrole göre fide yaş ağırlığının %19, 20 EC uygulaması ise %66 düşmesine neden olmuştur. Akçalar ve Oğuz çeşitlerinde 10 EC'de kontrole göre %43 ve 46 gibi yüksek bir düşüş miktarı belirlenmiştir. Fide yaş ağırlığında 10 EC'de görülen düşüş miktarı Atom çeşidinde %22, Altınova ve Enes çeşitlerinde ise %35 ve 45 olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.3. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen bazı Macar fiği çeşitlerinde elde edilen OÇS, ÇOİ, Çİ, SU, KU, FYA ve FKA'larının kontrole göre artış ve azalış yüzdeleri (%)

3.3.2. Hidrojen Peroksit (H2O2) ve Lipid Peroksidasyon Miktarı

Bazı Macar fiğ, çeşitlerinde kök ve sürgünlerinde hidrojen peroksit miktarı ve lipid peroksidasyonu (malodialdehit, MDA) verilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.20'de verilmiştir. Varyans analiz tablosuna göre sürgünlerde ve köklerde hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarında çeşit, tuz dozları ve çeşit × tuz interaksiyonları istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.01$; Tablo 3.20.)

Tablo 3.20. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen Macar fiği çeşitlerinde sürgün ve köklerde hidrojen peroksit miktarı ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait varyans analizi tablosu

	Varyasyon Kaynakları				
İncelenen Karakterler	**Çeşit**	**Tuz**	**Çeşit× Tuz**	**Hata**	**VK**
Sürgünlerde Hidrojen Peroksit (µmol/g)	0.026**	0.362**	0.018**	0.0004	%0.44
Sürgünlerde Lipid Peroksidasyonu (nmol/g)	1.791**	28.630**	0.442**	0.001	%0.51
Köklerde Hidrojen Peroksit (µmol/g)	0.364**	0.763**	0.101**	0.001	%0.85
Köklerde Lipid Peroksidasyonu (nmol/g)	8.194**	15.933**	0.995**	0.004	%1.5
Serbestlik Derecesi	4	4	16	50	

** %1 düzeyinde önemli (F değerinin önem düzeyini gösterir); verilen değerler kareler ortalamalarıdır.

Farklı tuz dozlarında yetiştirilen Macar fiği çeşitlerinin sürgün ve köklerinden elde edilen hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait ortalamalar Tablo 3.21.'de verilmiştir. Sürgünlerde en yüksek hidrojen peroksit miktarı 4.82 µmol/g ile Atom çeşidinden, en düşük 4.71 µmol/g ile Altınova çeşidinden elde edilirken, en yüksek lipid peroksidasyonu Oğuz çeşidinden (4.77 nmol/g), en düşük Altınova çeşidinden (3.82 nmol/g) elde edilmiştir. Köklerde ise en yüksek hidrojen peroksit Akçalar çeşidinde (5.17 nmol/g), en düşük Altınova çeşidinde (4.82 nmol/g), en yüksek lipid peroksidasyonu Oğuz çeşidinde (5.25 nmol/g), en düşük atom çeşidinde (3.47 nmol/g) belirlenmiştir. Artan tuz konsantrasyonları hem sürgünlerde hem de köklerde hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarını artırmıştır. En düşük değerler kontrol en yüksek değerler ise 20 EC uygulamalarından elde edilmiştir.

Çeşit x tuz interaksiyonları incelendiğinde sürgünlerde en yüksek hidrojen peroksit miktarı 5.17 µmol/g ile Enes çeşidinde 20 EC uygulamasında, en düşük hidrojen peroksit miktarı ise 4.51 nmol/g ile Enes ve Oğuz çeşitlerinde kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (Tablo 3.21.). Sürgünlerde en yüksek lipid peroksidasyon değeri ise Oğuz

çeşidinde 20 EC uygulamasından 7.36 nmol/g olarak, en düşük Akçalar çeşidinin kontrol uygulamasından 2.32 nmol/g olarak elde edilmiştir. Köklerde en yüksek hidrojen peroksit miktarı Enes çeşidinde 20 EC uygulamasında (5.81 µmol/g), en düşük ise Oğuz çeşidinde kontrol uygulamasında (4.53 µmol/g); en yüksek lipid peroksidasyon değeri ise Oğuz çeşidinde 20 EC uygulamasında (8.16 nmol/g), en düşük Akçalar çeşidinde kontrol uygulamasında (2.26 nmol/g) belirlenmiştir. Tüm çeşitlerde artan tuz dozlarında sürgünlerde ve köklerde hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarları da artmıştır.

Tablo 3.21. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen Macar fiği çeşitlerinin sürgün ve köklerinden elde edilen hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarlarına ait ortalamalar

	Sürgünlerde Hidrojen Peroksit Miktarı (µmol/g)					
	NaCl dozları (dS/m)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Akçalar	4.64 d A	4.73 c A	4.81 b AB	4.87 a AB	4.88 a D	**4.79 B**
Altınova	4.59 e B	4.63 d B	4.67 c C	4.74 b C	4.94 a C	**4.71 D**
Atom	4.65 d A	4.75 c A	4.84 b A	4.90 a A	4.95 a C	**4.82 A**
Enes	4.51 e C	4.63 d B	4.68 c C	4.74 b C	5.17 a A	**4.75 C**
Oğuz	4.52 e C	4.73 d A	4.78 c B	4.85 b B	5.07 a B	**4.79 B**
Ortalama	**4.58 e**	**4.69 d**	**4.76 c**	**4.82 b**	**5.00 a**	
Sürgünlerde Lipid Peroksidasyon (nmol/g)						
Akçalar	2.32 e D	2.57 d D	4.71 c A	5.05 b B	6.22 a B	**4.18 C**
Altınova	2.65 e C	2.91 d C	3.86 c C	4.21 b D	5.47 a E	**3.82 E**
Atom	2.81 e B	2.93 d C	4.41 c B	5.06 b B	5.84 a C	**4.21 B**
Enes	3.03 e A	3.30 d B	3.73 c D	4.80 b C	5.76 a D	**4.12 D**
Oğuz	2.78 e B	3.71 d A	4.75 c A	5.27 b A	7.36 a A	**4.77 A**
Ortalama	**2.72 e**	**3.08 d**	**4.29 c**	**4.88 b**	**6.13 a**	
Köklerde Hidrojen Peroksit Miktarı (µmol/g)						
Akçalar	5.05 d A	5.13 c A	5.18 bc A	5.19 b A	5.33 a C	**5.17 A**
Altınova	4.75 c C	4.78 bc D	4.81 b C	4.81 b C	4.96 a E	**4.82 E**
Atom	4.84 d B	4.94 c B	4.97 bc B	5.02 b B	5.16 a D	**4.99 C**
Enes	4.82 d B	4.84 d C	4.96 c B	5.22 b A	5.81 a A	**5.13 B**
Oğuz	4.53 d D	4.66 c E	4.71 c D	4.77 b C	5.62 a B	**4.86 D**
Ortalama	**4.80 e**	**4.87 d**	**4.93 c**	**5.00 b**	**5.38 a**	
Köklerde Lipid Peroksidasyon (nmol/g)						
Akçalar	2.26 d C	2.90 c C	3.98 b C	4.07 b C	4.84 a C	**3.61 D**
Altınova	3.07 e A	3.46 d B	3.84 c D	3.96 b D	4.15 a E	**3.70 C**
Atom	2.38 e B	2.72 d D	3.59 c E	4.16 b C	4.47 a D	**3.47 E**
Enes	3.14 d A	3.52 c B	4.49 b B	5.09 b B	5.45 a B	**4.34 B**
Oğuz	3.13 e A	4.11 d A	5.18 c A	5.68 b A	8.16 a A	**5.25 A**
Ortalama	**2.80 e**	**3.34 d**	**4.22 c**	**4.59 b**	**5.41 a**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

3.3.3. Antioksidan Kapasite, DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi, Toplam Fenolik, Toplam Flavonoid ve Prolin Miktarları

Bazı Macar fiği çeşitlerinde kök ve sürgünlerinde antioksidan kapasite, DPHH süpürme aktivitesi, toplam fenolik miktarı, toplam flavonoid miktarı ve prolin miktarı verilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.22'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre köklerde ve sürgünlerde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarında çeşit, tuz konsantrasyonları ve çeşit × tuz interaksiyonları istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.01$; Tablo 3.22.)

Tablo 3.22. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen Macar fiği çeşitlerinde sürgün ve köklerde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarına ait varyans analizi tablosu

	Varyasyon Kaynakları				
İncelenen Karakterler	**Çeşit**	**Tuz**	**Çeşit× Tuz**	**Hata**	**VK**
Sürgünlerde Antioksidan Kapasite	628.28**	1864.56**	67.53**	2.231	%1.97
Sürgünlerde DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi	67.76**	234.19**	4.340**	0.075	%0.6
Sürgünlerde Toplam Fenolik	62.607**	57.01**	24.40**	0.013	%1.37
Sürgünlerde Toplam Flavonoid	54.062**	54.93**	3.343**	0.024	%1.45
Sürgünlerde Prolin Miktarı	0.732**	0.983**	0.037**	0.002	%1.14
Köklerde Antioksidan Kapasite	793.97**	5985.76**	202.19**	1.642	%2.25
Köklerde DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi	81.030**	186.95**	3.400**	0.028	%0.4
Köklerde Toplam Fenolik	96.72**	219.54**	24.64**	0.015	%2.16
KöklerdeToplam Flavonoid	64.17**	428.56**	78.88**	0.360	%5.55
Köklerde Prolin Miktarı	1.286**	4.003**	0.397**	0.002	%1.23
Serbestlik Derecesi	**4**	**4**	**16**	**50**	

** %1 düzeyinde önemli (F değerinin önem düzeyini gösterir); verilen değerler kareler ortalamalarıdır.

Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı Macar fiği çeşitlerinin sürgünlerinde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarına ait ortalamalar Tablo 3.23'de verilmiştir. Macar fiği çeşitleri sürgünlerinde antioksidan kapasite 87.42 mg AAE/g ile 71.41 mg AAE/g arasında değişim göstermiştir. En yüksek antioksidan kapasite Oğuz çeşidinde, en düşük antioksidan kapasite Atom çeşidinde belirlenmiştir. En yüksek DPPH radikali süpürme aktivitesi Atom çeşidinden %48.11 olarak elde edilirken, en düşük DPPH radikali süpürme aktivitesi Oğuz çeşidinden %43.32 olarak elde edilmiştir. Sürgünlerde toplam fenolik miktarı en düşük Atom çeşidinde 6.92 mg GAE/g olarak, en yüksek Oğuz çeşidinde 11.97 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Sürgünlerde toplam flavonoid değeri en yüksek Oğuz çeşidinden

15.13 mg CE/g olarak elde edilirken, en düşük Enes çeşidinden 10.54 mg CE/g olarak elde edilmiştir. En yüksek prolin miktarı ise Oğuz ve Enes çeşitlerinde 3.86 ve 3.84 mg/g olarak, en düşük prolin miktarı Altınova çeşidinde 3.43 mg/g olarak tespit edilmiştir. Sürgünlerde tuz dozlarında meydana gelen artış antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin değerlerinin de artmasına neden olmuştur. En düşük değerler kontrol uygulamasından elde edilirken, en yüksek değerler 20 EC uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 3.23. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen Macar fiği çeşitlerinin sürgünlerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin değerlerine ait ortalamalar

	Antioksidan Kapasite (mg AAE/g)					
	NaCl dozları (dS/m)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Akçalar	56.65 e C	73.06 d B	75.85 c C	78.40 b CD	82.54 c C	**73.30C**
Altınova	64.47 d B	70.85 c B	72.58 c D	76.54 b D	81.58 a C	**73.21 C**
Atom	52.96 d D	65.81 c C	77.73 b C	79.31 ab C	81.25 a C	**71.41 D**
Enes	57.21 d C	66.25 c C	83.63 b B	86.10 b B	95.12 a B	**77.66 B**
Oğuz	73.29 e A	76.17 d A	86.13 c A	94.75 b A	106.77 a A	**87.42 A**
Ortalama	**60.92 e**	**70.43 d**	**79.18 c**	**83.02 b**	**89.45 a**	
DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi (% İnhibisyon)						
Akçalar	39.65 e D	41.25 d D	42.70 c D	43.93 b E	51.22 a C	**43.75 D**
Altınova	40.14 e C	45.27 d B	46.98 c B	50.25 b A	53.56 a A	**47.24 B**
Atom	44.90 e A	46.01 d A	47.83 c A	49.58 b B	52.22 a B	**48.11 A**
Enes	41.51 e B	42.78 d C	43.41 c C	45.90 b C	50.59 a D	**44.84 C**
Oğuz	39.06 e E	40.06 d E	43.63 c C	44.49 b D	49.36 a E	**43.32 E**
Ortalama	**41.05 e**	**43.08 d**	**44.91 c**	**46.83 b**	**51.39 a**	
Toplam Fenolik (mg GAE/g)						
Akçalar	8.22 d A	11.63 a A	11.22 b A	10.13 c B	6.58 e C	**9.56 B**
Altınova	6.44 e B	7.25 d C	8.45 c C	8.76 b C	9.39 a B	**8.06 C**
Atom	5.16 e D	6.05 d E	6.33 c E	7.86 b D	9.22 a B	**6.92 E**
Enes	5.63 e C	6.36 d D	6.88 c D	8.77 b C	9.27 a B	**7.38 D**
Oğuz	5.73 e C	7.48 d B	9.82 c B	15.61 b A	21.20 a A	**11.97 A**
Ortalama	**6.24 e**	**7.75 d**	**8.54 c**	**10.23 b**	**11.13 a**	
Toplam Flavonoid (mg CE/g)						
Akçalar	7.66 e E	10.11 d C	10.57 c C	13.38 b B	14.11 a B	**11.17 B**
Altınova	8.29 e D	9.48 d E	10.94 c B	11.47 b E	13.94 a B	**10.82 C**
Atom	10.31 d B	10.50 cd B	10.72 c BC	11.73 b D	12.67 a C	**11.19 B**
Enes	9.03 d C	9.81 c D	10.62 b C	12.44 a C	10.83 b D	**10.54 D**
Oğuz	10.96 e A	14.04 d A	14.79 c A	17.52 b A	18.36 a A	**15.13 A**
Ortalama	**9.25 e**	**10.79 d**	**11.53 c**	**13.31 b**	**13.98 a**	
Prolin Miktarı (mg/g)						
Akçalar	2.90 d D	3.39 c C	3.45 c C	3.60 b D	3.95 a C	**3.46 B**
Altınova	3.22 d C	3.26 cd D	3.33 c D	3.55 b D	3.77 a D	**3.43 C**
Atom	3.19 d C	3.27 c D	3.40 b CD	3.68 a C	3.74 a D	**3.46 B**
Enes	3.53 d B	3.66 c B	3.69 c B	4.04 b A	4.29 a A	**3.84 A**
Oğuz	3.68 e A	3.77 d A	3.86 c A	3.94 b B	4.04 a B	**3.86 A**
Ortalama	**3.30 e**	**3.47 d**	**3.55 c**	**3.76 b**	**3.96 a**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

Çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde sürgünlerde en yüksek antioksidan kapasite Oğuz çeşidinde 20 EC uygulamasından 106.77 AAE/g olarak, en düşük antioksidan kapasite Atom çeşidinde kontrol uygulamasından 52.96 mg AAE/g olarak; DPPH radikali süpürme aktivitesi en yüksek Altınova çeşidinde 20 EC uygulamasından %53.56 olarak, en düşük DPPH radikali süpürme aktivitesi ise Oğuz çeşidinde kontrol uygulamasından %39.06 olarak; en yüksek toplam fenolik madde miktarı Oğuz çeşidinde 20 EC uygulamasından 21.20 mg GAE/g olarak, en düşük toplam fenolik miktarı Atom çeşidinde kontrol uygulamasından 5.16 mg GAE/g olarak; en yüksek toplam flavonoid miktarı Oğuz çeşidinde 20 EC uygulamasından 18.36 mg CE/g olarak, en düşük toplam flavonoid miktarı ise Akçalar çeşidinde kontrol uygulamasından 7.66 mg CE/g olarak; en yüksek prolin miktarı Enes çeşidinde 20 EC uygulamasından 4.29 mg/g olarak, en düşük prolin değeri ise Akçalar çeşidinde kontrol uygulamasından 2.90 mg/g olarak elde edilmiştir. Tüm çeşitlerde artan tuz dozları sürgünlerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarının artmasına neden olmuştur. Ancak bu artış oranları çeşitlere göre farklılık göstermiştir.

Farklı tuz dozlarında çimlendirilen bazı Macar fiği çeşitlerinin köklerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarına ait ortalamalar Tablo 3.24'te verilmiştir. Köklerde antioksidan kapasite en yüksek Oğuz çeşidinde 68.05 mg AAE/g olarak, en düşük Akçalar çeşidinde 49.61 mg AAE/g olarak; DPHH radikali süpürme aktivitesi en yüksek Atom çeşidinde %47.82 olarak, en düşük Akçalar çeşidinde %42.75 olarak; toplam fenolik madde miktarı en yüksek Akçalar çeşidinde 9.03 mg GAE/g olarak, en düşük Atom çeşidinde 3.83 mg GAE/g olarak; toplam flavonoid madde miktarı en yüksek Enes çeşidinde 13.43 mg CE/g olarak, en düşük Atom çeşidinde 7.99 mg CE/g olarak; prolin değeri en yüksek Enes çeşidinde 4.44 mg/g olarak, en düşük Altınova çeşidinde 3.74 mg/g olarak belirlenmiştir. Artan tuz dozları, köklerde antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam prolin miktarlarının artmasına neden olmuştur. En yüksek değerler 20 EC uygulamalarından elde edilirken, en düşük değerler kontrol uygulamalarından elde edilmiştir.

Tablo 3.24. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen Macar fiği çeşitlerinin köklerinden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam prolin değerlerine ait ortalamalar

	Antioksidan Kapasite (mg AAE/g)					
	NaCl dozları (dS/m)					
Çeşitler	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**Ortalama**
Akçalar	29.02 d D	30.69 d D	56.90 c B	64.44 b D	67.00 a D	**49.61 A**
Altınova	46.23 d A	55.13 c B	56.60 c B	65.29 b D	77.45 a C	**60.14 B**
Atom	34.77 d B	45.00 c C	46.25 c C	72.92 b C	79.27 a C	**55.64 C**
Enes	27.19 e D	30.83 d D	43.33 c D	75.96 b B	83.51 a B	**52.16 B**
Oğuz	32.08 e C	57.48 d A	63.33 c A	83.54 b A	103.80 a	**68.05 A**
Ortalama	**33.86 e**	**43.83 d**	**53.28 c**	**72.43 b**	**82.21 a**	
DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi (% İnhibisyon)						
Akçalar	39.43 e D	40.58 d D	42.55 c D	43.45 b D	47.72 a E	**42.75 E**
Altınova	40.12 e C	44.32 d B	46.82 c B	49.62 b A	52.82 a A	**46.74 B**
Atom	44.22 e A	45.82 d A	47.92 c A	49.52 b A	51.62 a B	**47.82 A**
Enes	41.11 e B	42.03 d C	42.66 c D	44.78 b B	48.52 a D	**43.82 C**
Oğuz	39.02 e E	39.62 d E	42.97 c C	44.11 b C	48.82 a C	**42.91 D**
Ortalama	**40.78 e**	**42.47 d**	**44.58 c**	**46.29 b**	**49.90 a**	
Toplam Fenolik (mg GAE/g)						
Akçalar	0.97 e C	5.32 d A	6.27 c B	15.77 b A	16.81 a A	**9.03 A**
Altınova	0.27 e D	4.24 d C	8.74 c A	14.38 b B	16.69 a A	**8.87 B**
Atom	1.80 e B	3.21 d D	3.54 c D	4.83 b D	5.76 a C	**3.83 E**
Enes	3.11 e A	4.83 d B	5.06 c C	6.45 b C	6.82 a B	**5.25 C**
Oğuz	0.86 e C	2.00 d E	5.00 c C	6.25 b C	6.70 a B	**4.16 D**
Ortalama	**1.40 e**	**3.92 d**	**5.72 c**	**9.53 b**	**10.56 a**	
Toplam Flavonoid (mg CE/g)						
Akçalar	6.40 d A	6.49 d C	7.54 c CD	14.43 b B	16.25 a B	**10.22 C**
Altınova	4.84 e B	8.50 d B	10.53 c B	12.52 b C	15.25 a C	**10.33 C**
Atom	4.41 d B	8.01 c B	8.25 bc C	9.15 b D	10.14 a D	**7.99 E**
Enes	4.55 d B	6.04 c C	6.68 c D	12.44 b C	37.45 a A	**13.43 A**
Oğuz	6.76 d A	9.93 c A	11.92 b A	15.70 a A	16.30 a B	**12.12 B**
Ortalama	**5.39 e**	**7.79 d**	**8.99 c**	**12.85 b**	**19.08 a**	
Prolin Miktarı(mg/g)						
Akçalar	3.31 d D	3.36 d D	3.55 c C	4.01 b B	4.82 a C	**3.81 D**
Altınova	2.73 d E	3.71 c C	3.87 b B	4.16 a A	4.22 a D	**3.74 E**
Atom	3.86 c B	4.06 b AB	4.07 b A	4.16 a A	4.22 a D	**4.07 C**
Enes	3.95 d A	4.13 b A	4.05 c A	4.11 bc A	5.99 a A	**4.44 A**
Oğuz	3.63 d C	4.03 c B	4.12 b A	4.17 b A	5.20 a B	**4.23 B**
Ortalama	**3.50 e**	**3.86 d**	**3.93 c**	**4.12 b**	**4.89 a**	

Aynı satırda farklı küçük ve aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemlidir.

Çeşit × tuz interaksiyonları incelendiğinde köklerde en yüksek antioksidan kapasite Oğuz çeşidinde 20 EC uygulamasından 103.80 mg AAE/g olarak, en düşük antioksidan kapasite Enes çeşidinde kontrol uygulamasından 27.19 mg AAE/g olarak; DPPH radikali süpürme aktivitesi en yüksek Altınova çeşidinde 20 EC uygulamasından %52.82 olarak, en düşük yine Oğuz çeşidinde kontrol uygulamasından %39.02 olarak; en yüksek toplam fenolik miktarı Karakaya çeşidinin 20 EC uygulamasından 15.41 mg GAE/g olarak, en

düşük toplam fenolik madde miktarı Oğuz çeşidinde kontrol uygulamasından 0.86 mg GAE/g olarak; en yüksek toplam flavonoid miktarı Enes çeşidinde 20 EC uygulamasından 37.45 mg CE/g olarak, en düşük toplam flavonoid miktarı ise Atom, çeşidinde kontrol uygulamasından 4.41 mg CE/g olarak; en yüksek prolin miktarı Enes çeşidinde 20 uygulamasında 5.99 mg/g olarak, en düşük prolin miktarı ise Altınova çeşidinde kontrol uygulamasından 2.73 mg/g olarak belirlenmiştir. Tüm çeşitlerde artan tuz dozları köklerden elde edilen antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, toplam flavonoid ve prolin miktarlarının artmasına neden olmuştur.

4. BÖLÜM

TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Tartışma

Tuz stresi, tohum çimlenmesini ve fide oluşumunu engelleyen; bitki verimliliğini sınırlandıran başlıca abiyotik stres faktörlerinden biridir (Kostopoulou vd., 2015; Moghaddam vd., 2020; Kamran vd., 2021). Tohum çimlenmesi ve fide gelişim aşamaları bitki yaşam döngüsünün en kritik aşamaları arasında yeralmakta olup, doğrudan bitki verimliliğini etkilemektedir (Khan vd., 2000; Bradford, 1998). Bu çalışmada da bazı fiğ tür ve çeşitlerinin çimlenme ve erken fide döneminde tuz stresine tepkileri araştırılmıştır. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen çeşitlerde çimlenme ve erken fide gelişim özelliklerinin yanı sıra gelişen fidelerde sürgün ve köklerde bazı biyokimyasal değişimler de incelenmiştir.

Yaygın fiğ çeşitlerinin tuz stresi altında çimlenme özellikleri değerlendirildiğinde; Selçuk, Şahinbey ve Ürkmez çeşitlerinde artan tuz dozlarında çimlenme yüzdesinde önemli bir düşüş meydana gelmemiştir. Ancak Alper, Cumhuriyet ve Kıralkızı çeşitlerinde 20 EC, Görkem çeşidinde ise 15 ve 20 EC tuz dozlarında kontrole göre çimlenme yüzdesinde önemli bir düşüş gözlenmiştir. Macar fiği ve koca fiğ çeşitlerinde de benzer şekilde 15 ve 20 EC tuz uygulamalarında çimlenme yüzdelerinin kontrol grubuna göre azaldığı belirlenmiştir. Yaygın fiğ (Ertekin vd., 2017; Tiryaki ve İşidoğru, 2022), Macar fiği (Kuşvuran, 2015; Avcı, 2019) ve koca fiğ (Aydınoğlu vd. 2019) ile yürütülen diğer çalışmalarda da artan tuz dozlarına bağlı olarak çimlenme yüzdesinin azaldığı bildirilmektedir. Aynı zamanda tuz stresi, tüm çeşitlerde çimlenmenin yavaşlamasına ve ortalama çimlenme süresinin uzamasına neden olmuştur. Yaygın fiğ çeşitlerinde ortalama çimlenme süresinde kontrole göre 15 ve 20 EC uygulamalarında Selçuk ve Şahinbey çeşitlerinde sırasıyla %75 – 97 ve %72 – 94 oranında, Kıralkızı çeşidinde ise %16 – 30 oranında bir artış tespit edilmiştir. Koca fiğ çeşitlerinde 15 ve 20

EC'de ortalama çimlenme süresindeki en yüksek artış miktarı (sırasıyla %105 ve %145 üzeri artış) Balkan, Bozdağ ve Özgen'de, düşük artış miktarı ise Karakaya (%80 ve 111) ve Tarman'da (%60 ve 105) gözlenmiştir. Macar fiği çeşitlerinde 15 ve 20 EC'de en yüksek artış Altınova ve Akçalar (%46 ile 94 ve %26–64), en düşük artış ise Atom, Enes ve Oğuz çeşitlerinde (%24 ve 37'nin altında) belirlenmiştir. Genel olarak tuz stresinin çimlenme yüzdesinden ziyade ortalama çimlenme süresi üzerine daha belirgin etkiler oluşturduğu görülmektedir. Tohum çimlenme süreci üç fazda gerçekleşmektedir: Faz I'de tohumların su alımıyla başlar, Faz II'de metabolik süreçler yeniden aktif olur, Faz III ise fide oluşumunu ile sonuçlanır (Uçarlı, 2020). Tuz stresi altındaki çimlenme süresindeki uzama, genellikle Faz I'deki ozmotik stres ve Faz II'deki iyonik stres ile ilişkilendirilmektedir (Uçarlı, 2020; Sommer vd., 2024). Tuzluluk, çimlendirme ortamının ozmotik potansiyelinin düşmesine, tohumun su emiliminin engellemesine ve buna bağlı olarak tohum çimlenme oranının düşmesine ve tohum çimlenme süresinin uzamasına neden olmaktadır (Atta vd., 2023). Çimlenme oranı indeksi çimlenme süreci boyunca her gün çimlenen tohum yüzdesini dikkate alan bir göstergedir (Al–Mudaris, 1998). Araştırmada, artan tuz dozlarına bağlı olarak tüm çeşitlerde çimlenme oranı indeksinin düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Çimlenme indeksi ise tohumun çimlenme hızı ve çimlenme yüzdesi ile doğrudan ilişkilidir (Al–Mudaris, 1998) ve yine artan tuz dozları çimlenme indeksinin de düşmesine neden olmuştur.

Arif vd. (2024), Haileselasie ve Gselasie (2012) ile Kamran vd. (2021), tuz stresi altında kök ve sürgün büyümesinde meydana gelen değişimlerin, bitkilerin tuzluluk toleransını belirlenmede önemli özellikler olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada da fiğ tür ve çeşitlerinde tuz stresi, sürgün ve kök uzunluğu ile fide yaş ve kuru ağırlıklarında azalmaya neden olmuştur. Yaygın fiğ çeşitlerinden Görkem, Kıralkızı, Selçuk ve Şahinbey çeşitlerinde sürgün uzunluğunda kontrole göre 15 ve 20 EC tuz dozlarında meydana gelen azalış sırasıyla %41–57 ve 62–77 arasında değişim gösterirken, Alper, Cumhuriyet ve Ürkmez, çeşitlerinde %31–37 ve %50–60 arasında değişim göstermiştir. 15 ve 20 EC tuz stresi altında, çeşitlerin kök uzunluğu % 49–57 ve % 68–78; fide yaş ağırlığı %44–56 ve %59–71; fide kuru ağırlığı ise %34–47 ve %51–62 oranlarında azalmıştır. En düşük azalış oranları kök uzunluğunda Kıralkızı ile Şahinbey, fide yaş ağırlığında Alper, Selçuk ile Ürkmez ve fide kuru ağırlığında Alper, Cumhuriyet, Görkem ile Ürkmez çeşitlerinde tespit edilmiştir. Benzer şekilde koca fiğ ve Macar fiği çeşitlerinde de kök ve sürgün

uzunlukları ile fide yaş ve kuru ağırlıkları kontrol uygulamasına göre artan tuz dozlarına bağlı olarak düşüş göstermiştir. Koca fiğde 15 ve 20 EC'deki düşüş miktarları sürgün uzunluğunda %64–82 ve %81–91; kök uzunluğunda %54–71 ve %74 –90; fide yaş ağırlığında %75–84 ve %87–90; fide kuru ağırlığında ise %58–72 ve %72–81 arasında saptanmıştır. En düşük azalış miktarları sürgün uzunluğunda Karakaya; kök uzunluğunda Balkan, Bozdağ ve Karakaya; fide yaş ve kuru ağırlığında ise Karakaya ve Özgen çeşitlerinde belirlenmiştir. Macar fiğinde ise 15 ve 20 EC tuz seviyelerindeki düşüş miktarları, sürgün uzunluğunda %39–61 ve %55–75; kök uzunluğunda %39–63 ve %53–79; fide yaş ağırlığında %48–58 ve %62–71; fide kuru ağırlığında ise %40–50 ve %51–58 arasında saptanmıştır. En düşük azalış miktarları, sürgün uzunluğunda Akçalar, Altınova ve Atom; kök uzunluğunda Akçalar ve Oğuz, fide yaş ağırlığında Altınova ve Atom; fide kuru ağırlığında ise Altınova, Atom ve Enes çeşitlerinde tespit edilmiştir. Benzer şekilde Kuşvuran (2015), Önal ve Üney (2016) ile Avcı (2019) Macar fiğinde, Day ve Uzun (2016), Ertekin vd. (2017) ile Sun vd. (2022) yaygın fiğde, Tlahig vd. (2021)'nin *Lathyrus sativus*, *Vicia sativa*, *Vigna radiata* ve *Vigna unguiculata* türlerinde yürüttükleri çalışmalarda da tuz stresine bağlı olarak fide büyüme özelliklerinde düşüşler belirlemişlerdir. Kamran vd. (2021), tuzluluğun neden olduğu büyüme azalışını, tuz stresine maruz kalan fidelerin radikula ve plumula dokularında Na^+ iyonlarının birikimi ve Na^+/K^+ oranındaki artış ile ilişkilendirmiştir. Atta vd. (2023)'de Na^+ ve Cl^- iyonlarının aşırı birikiminin embriyo canlılığı üzerinde doğrudan olumsuz etkilere sahip olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, tuz stresinin reaktif oksijen türlerinin (ROT) birikimini artırdığı; bu türlerin neden olduğu oksidatif hasarın ise çeşitli makromoleküllerde (proteinler, nükleik asitler, lipidler) yapısal bozulmalara yol açtığı bilinmektedir (Tlahig vd. 2021; Azeem vd., 2023). Bu süreç, özellikle çimlenme sırasında önemli olan enzimlerden biri olan alfa–amilazın aktivitesini azaltır. Alfa–amilaz aktivitesindeki bu azalma, nişastanın basit şekerlere dönüşümünü sınırlandırır ve şeker taşınımında ciddi bir düşüşe neden olur; sonuç olarak, embriyonun enerji kaynağı kısıtlanır ve büyüme ile gelişim süreçleri sekteye uğrar (Hasanuzzaman vd., 2021; Atta vd. 2023).

Tuzluluk, bitkiler üzerindeki doğrudan etkilerinin yanı sıra, reaktif oksijen türlerinin (ROT) aşırı birikmesine de neden olur. ROT'lar; DNA hasarı, lipit peroksidasyonu, enzim inaktivasyonu, protein oksidasyonu ve hormon/beslenme dengesizlikleri gibi oksidatif zararlara neden olabilir (Hasanuzzaman vd., 2021; Atta vd. 2023). ROT'lar öncelikle

kloroplastlar, mitokondri, endoplazmik retikulum, peroksizom ve sitozolde üretilmektedir. Esas olarak süperoksit anyonu (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikali (•OH) en yaygın reaktif oksijen türlerindendir. ROT, zar lipitleriyle etkileşime girer ve lipit peroksidasyonu sonucunda malondialdehit (MDA) oluşur. MDA hücre zarlarının yapısal bozulmasının bir göstergesidir ve MDA oksidatif zararın kantitatif bir belirteci olarak kullanılmaktadır (Das ve Roychoudhury, 2014). Bu çalışmada da fiğ türlerinde artan tuz dozlarıyla birlikte kök ve sürgünlerde H_2O_2 ve MDA içeriklerinde artış saptanmıştır. H_2O_2 ve MDA miktarındaki artış miktarı çeşitlere ve stressin şiddetine bağlı olarak farklılık göstermiştir. En düşük değerler kontrol uygulamasında ortaya çıkarken, en yüksek değerler 20 EC uygulamalarında belirlenmiştir. Elde edilen bulgular Kuşvuran (2010), Beyaz (2011) ve Başak (2024) tarafından yapılan çalışmamalarla uyum göstermektedir.

Bitkiler, antioksidan savunma sistemleri ile çevresel streslerin yol açtığı oksidadif hasarı tolere edebilirler. Çeşitli çevresel stres faktörleri altında antioksidan enzim ve metabolitlerin düzeylerinin, tuza hassas türlere kıyasla toleranslı türlerde daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Türkan vd., 2005; Sun vd., 2022). Araştırma sonuçlarına göre tuz stresi altında fosfomolibden yöntemi ile toplam antioksidan aktivite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik ve flavonoid miktarlarında artış meydana gelmiştir. Yaygın fiğ çeşitlerinde 15 ve 20 EC'de en fazla fosfomolibden yöntemi ile toplam antioksidan aktivite artışı Alper ve Cumhuriyet çeşitlerinde, DPPH radikali süpürme aktivite artışı sürgünlerde Selçuk, Şahinbey ile Ürkmez, köklerde Görkem çeşidinde belirlenmiştir. Koca fiğ çeşitlerinde toplam antioksidan aktivitede en yüksek artış sürgünlerde Bozdağ, Karakaya ile Özgen, köklerde Karakaya ile Özgen çeşitlerinde; DPPH radikali süpürme aktivite artışı ise Özgen çeşidinde tespit edilmiştir. Macar fiğinde ise fosfomolibden yöntemi ile toplam antioksidan aktivitede en yüksek artış miktarları sürgünlerde Atom ve Enes, köklerde Enes ve Oğuz; DPPH radikali süpürme aktivite artışı ise Altınova'da görülmüştür. Tuz stresindeki artışa bağlı olarak toplam antioksidan aktivitenin arttığı Hossain vd. (2022) ve Yadav vd. (2025) tarafından da ifade edilmiştir. Kiani vd. (2021) yüksek düzeyde tuz toleransına sahip *Ae. cylindrica* genotipinin incelenen genotipler arasında DPPH radikalini süpürmede en yüksek inhibisyonu gösterdiğini rapor etmiştir.

Fenolik bileşikler sadece bitkiler aleminde en fazla bulunan sekonder metabolitler değil, aynı zamanda stres faktörlerinin çoğu tarafından üretilen aşırı ROT'u temizlemek için önemli antioksidanlardır (Kiani vd., 2021). Fenolik bileşiklerin ait bir grup olan flavonoidlerin de antioksidan özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Tohidi vd. 2017). Araştırma sonuçlarımız, Hichem vd. (2009) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Araştırmacılar iki mısır çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada tuz stresinin fenolik ve flavonoid içeriklerinde önemli artışlara neden olduğunu rapor etmişlerdir. Flavonoidlerin sentezi, bitkilerin tuz stresine karşı geliştirdiği tolerans mekanizmalarından biri olarak teşvik edilmektedir; bu durum, birçok çalışma ile desteklenmiştir (Kulak vd., 2020; Bistgani vd., 2019). Martinez vd. (2016), domates bitkilerinde abiyotik strese yanıt olarak flavonoid birikiminde artış olduğunu bildirmiştir; bu artışın stresin neden olduğu oksidatif hasara karşı antioksidan koruma sağlamasının yanı sıra yenilebilir bitkilerde sağlık açısından da yararlı bileşikler olarak ortaya çıktığını vurgulamışlardır. Annamala vd. (2016), düşük tuzluluk seviyelerinin *Chlorella vulgaris*'te fenolik içeriğin artmasına yol açtığını bildirmiştir. Hanen vd. (2024), enginar yapraklarında tuz kaynaklı oksidatif strese karşı polifenollerin koruyucu işlev görebileceğini öne sürmüş ve sekonder metabolitlerin enginarın tuz toleransında rol oynadığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, bizim bulgularımızda da tuz stresi altında, fenolik bileşikler ve flavonoidlerin sentezinde artış gözlenmiştir.

Tuzluluk toksisitesine maruz kalan bitkiler, bu strese yanıt olarak prolin, çözünür şekerler ve glisin betain gibi ozmotik dengeyi düzenleyici bileşiklerin birikimini artırarak ozmotik ayarlamayı sağlamaktadır (Liang vd., 2018). Organik çözünen madde olan prolin, ozmotik düzenlemeye katkıda bulunmakta; hücre zarlarını ve protein yapılarını stabilize ederek oksidatif stresi azaltmakta ve aynı zamanda çeşitli adaptif tepkileri tetikleyen bir sinyal molekülü olarak işlev görerek stres toleransını artırmaktadır (Sarker ve Oba, 2020; Mohagheghian vd., 2025). Bu çalışmada, fiğ türlerinde tuz stresi altında çeşitlere bağlı olarak farklı düzeylerde prolin birikimi saptanmıştır. En fazla prolin birikiminde artış; yaygın fiğde sürgünlerde Kıralkızı, köklerde Kıralkızı, Selçuk ve Ürkmez; koca fiğde sürgünlerde Bozdağ ve Tarman, köklerde Tarman; Macar fiğinde ise sürgünlerde Akçalar ve köklerde Altınova çeşitlerinde belirlenmiştir. Abo–Shanab vd. (2025), *Vicia faba*'da tuz stresi altında çimlenen tohumlarda gelişen fidelerin prolin miktarının kontrole göre %48.7 oranında arttığını bildirmiştir. Benzer şekilde Sun vd. (2022), tuz stresine maruz

bırakılan yaygın fiğ çeşitlerinde (40 günlük fidelerde) hem yapraklarda hem de köklerde sürekli artan prolin düzeyi tespit etmiş ve bu artışın tuza dayanıklı genotiplerde daha belirgin olduğunu rapor etmiştir. Ebrahim vd. (2020) ise arpada 300 mM NaCl uygulamasında prolin içeriğinin kontrole göre 41 kata kadar yükseldiğini; ayrıca, prolin birikiminin tuza dayanıklı yabani genotiplere kıyasla tuza duyarlı genotiplerin yaprak dokularında daha yüksek düzeyde gerçekleştiğini belirterek, *H. spontaneum*'daki tuz toleransının prolin içeriğindeki artışla doğrudan ilişkili olmayabileceğini vurgulamıştır. Ebrahim vd. (2020) ve Mohagheghian vd. (2025), prolinin stres toleransındaki rolüne ilişkin literatürdeki farklılıkların genetik geçmiş, stres yoğunluğu, uygulama süresi ve bitkinin gelişim aşaması gibi faktörlerden kaynaklanabileceğini ifade etmektedir.

4.2. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada üç farklı fiğ türünde (yaygın fiğ, koca fiğ ve Macar fiği) artan tuz konsantrasyonlarının (NaCl) çimlenme ve erken fide gelişimi ile bazı biyokimyasal karakterler üzerine etkileri incelenmiştir. On yedi farklı fiğ çeşidi beş farklı tuz dozunda (0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m NaCl) çimlenmeye bırakılmıştır. Araştırmada çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı indeksi, çimlenme indeksi, kök ve sürgün uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığı ile kök ve sürgünlerinde ayrı ayrı incelenmek üzere toplam antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik, flavonoid, prolin miktarı ve hidrojen peroksit (H_2O_2) miktarı ile membran lipid peroksidasyon düzeyleri (MDA miktarı) belirlenmiştir.

Artan tuz dozları incelenen tüm çeşitlerde çimlenme yüzdesi, çimlenme oranı indeksi, çimlenme indeksi, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlıkları gibi özellikleri olumsuz etkilemiş, en yüksek değerler kontrol gruplarında, en düşük değerler ise 20 dS/m tuz stresinde saptanmıştır. Tuz dozlarındaki artış, ortalama çimlenme süresini uzatmış ve bu uzama özellikle 20 dS/m uygulamasında en yüksek düzeye ulaşmıştır.

Genel olarak çeşit × tuz dozu interaksiyonları incelenen çimlenme ve fide gelişim karakterlerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fide gelişim karakterlerinde (SU, KU, FYA ve FKA ortalaması) tuz stresine bağlı olarak meydana gelen azalış miktarı her stres seviyesi için dört karakterin ortalaması dikkate alınarak çeşit bazlı aşağıda özetlenmiştir:

Ortalama azalış miktarı (SU, KU, FYA ve FKA ortalaması) 5 dS/m NaCl dozunda yaygın fiğ çeşitlerinde %2–22 (çeşitler yüksekten düşüğe doğru Görkem, Kıralkızı, Cumhuriyet, Ürkmez, Şahinbey, Selçuk ve Alper olarak sıralanmıştır), koca fiğ çeşitlerinde %11–23 (Tarman, Balkan, Bozdağ Karakaya ve Özgen) ve Macar fiğinde ise %15–20 arasında (Enes, Oğuz, Altınova, Atom ve Akçalar) değişim göstermiştir. Yaygın fiğ, koca fiğ ve Macar fiği çeşitlerinde büyümede meydana gelen ortalama düşüş Görkem (yaygın fiğ), Tarman (koca fiğ) ve Enes (Macar fiği) çeşitleri dışında %20'in altında gerçekleşmiştir.

10 dS/m tuz dozunda yaygın fiği çeşitlerinde azalış %20–39 (çeşitler yüksekten düşüğe doğru Kıralkızı, Görkem, Ürkmez, Cumhuriyet, Şahinbey, Selçuk ve Alper olarak sıralanmıştır), koca fiğ çeşitlerinde %36–51 arasında (Tarman, Özgen, Bozdağ, Balkan ve Karakaya) ve Macar fiğinde ise %24–37 arasında (Oğuz, Altınova, Akçalar, Atom ve Enes) saptanmıştır. 10 dS/m tuz dozunda koca fiğ çeşitlerinden Tarman, Özgen ve Bozdağ'da büyüme azalış miktarı %40'ın üzerinde belirlenirken, Balkan ve Karakaya koca fiğ çeşitleri ile yaygın fiğ ve Macar fiği çeşitlerinde %20 ile 40 arasında belirlenmiştir.

15 dS/m tuz dozunda yaygın fiğ çeşitlerinde büyümede meydana gelen azalış %42–52 (Kıralkızı, Şahinbey, Selçuk, Görkem, Ürkmez, Alper Cumhuriyet), koca fiğ çeşitlerinde %64–75 (Tarman, Özgen, Bozdağ, Balkan ve Karakaya) ve Macar fiği çeşitlerinde ise %45–52 (en fazla Oğuz, Enes, Atom, Altınova ve Akçalar) aralığında saptanmıştır. 15 dS/m tuz dozunda Koca fiğ çeşitlerinde büyüme kaybı %60'ın üzerine çıkmış ve en düşük büyüme kaybı Karakaya çeşidinde ortaya çıkmıştır.

20 dS/m tuz dozunda ise yaygın fiğ çeşitlerinde büyümede meydana gelen azalış %59–67 (Selçuk, Kıralkızı, Cumhuriyet, Görkem, Şahinbey, Alper ve en az Ürkmez); koca fiğ çeşitlerinde %84–86 (Özgen, Tarman, Bozdağ, Balkan ve Karakaya), Macar fiği çeşitlerinde %60–65 (Enes, Atom, Akçalar, Oğuz ve Altınova) arasında belirlenmiştir. Yaygın fiğ ve Macar fiği çeşitlerinin Koca fiğ çeşitlerinden 15 ve 20 dS/m tuz dozuna daha toleranslı olduğu görülmüştür.

Tuz stresi altında tüm çeşitlerde, hem sürgünlerde hem de köklerde, oksidatif zararın bir göstergesi olan H_2O_2 ve MDA miktarlarında özellikle 15 ve 20 EC gibi yüksek dozlarda genellikle artış oranı da yüksek olmuştur. Çeşitler bazında biyokimyasal parametreler incelendiğinde kontrole göre tuz stresi altında H_2O_2 artışı Alper çeşidinde sürgünlerde

%3–36, köklerde %2–12 ve MDA artışı sürgünlerde %8–46, köklerde %13–48; Görkem'de H_2O_2 sürgünlerde %6–38, köklerde %5–23 ve MDA sürgünlerde %18–68, köklerde %5–71; Kıralkızı'nda H_2O_2 sürgünlerde %3–13, köklerde %6–11 ve MDA sürgünlerde %15–81, köklerde %49–98; Selçuk'ta H_2O_2 sürgünlerde %2–39, köklerde %3–10 ve MDA sürgünlerde %20–112, köklerde %9–112144; Şahinbey'de H_2O_2 artışı sürgünlerde %2–8, köklerde %2–7 ve MDA artışı sürgünlerde %20–79, köklerde %16–129; Ürkmez'de H_2O_2 artışı sürgünlerde %4–8, köklerde %2–9 ve MDA artışı sürgünlerde %13–59, köklerde %34–87 oranında artmıştır. Yaygın fiğ çeşitlerinde en düşük H_2O_2 ve MDA artışı hem sürgünlerde hem de köklerde Alper çeşidinde bulunmuştur.

Koca fiğde Balkan çeşidinde H_2O_2 sürgünlerde %6–31, köklerde %9–22 ve MDA sürgünlerde %29–127, köklerde %37–110; Bozdağ'da H_2O_2 sürgünlerde %13–37, köklerde %2–15 ve MDA sürgünlerde %25–209, köklerde %7–153; Karakaya'da H_2O_2 sürgünlerde %1–13, köklerde %3–14 ve MDA sürgünlerde %23–134, köklerde %7–43; Özgen'de H_2O_2 sürgünlerde %12–41, köklerde %5–23 ve MDA sürgünlerde %126–223, köklerde %7–84; Tarman'da ise H_2O_2 sürgünlerde %3–41, köklerde %17–45 ve MDA sürgünlerde %41–237, köklerde %78–261 oranında artış göstermiştir. Tüm tuz dozlarında hem sürgün hem de kökte H_2O_2 ve MDA'da meydana gelen artış en düşük Karakaya çeşidinde belirlenmiştir.

Macar fiğinde Akçalar'da H_2O_2 sürgünlerde %1–5, köklerde %2–6 ve MDA sürgünlerde %11–168, köklerde %28–114; Altınova'da H_2O_2 sürgünlerde %2–8, köklerde %1–4 ve MDA sürgünlerde %10–106, köklerde %13–35; Atom'da H_2O_2 sürgünlerde %2–7, köklerde %2–7 ve MDA sürgünlerde %4–107, köklerde %14–88; Enes'te H_2O_2 sürgünlerde %3–15, köklerde %1–21 ve MDA sürgünlerde %9–90, köklerde %12–73; Oğuz'da H_2O_2 sürgünlerde %5–12, köklerde %3–24 ve MDA sürgünlerde %34–165, köklerde %31–90 oranında artmıştır. Macar fiği çeşitlerinde tuz stresi altında en düşük H_2O_2 ve MDA artışı Altınova çeşidinde saptanmıştır

Çeşitlerin tuz stresi altında antioksidan aktivitelerinde meydana gelen değişim de belirlenmiş; tuz stresiyle birlikte fosfomolibden yöntemi ile toplam antioksidan kapasite, DPPH radikali süpürme aktivitesi, toplam fenolik ve flavonoid ile prolin miktarında artış

meydana geldiği gözlenmiştir. Çeşitlere ve tuz dozlarına bağlı olarak elde edilen değerler farklılık göstermiştir.

Tuzluluk probleminin her geçen gün etkisini artırdığı ve tarım topraklarının geri dönüşümsüz olarak kaybedilmesine neden olduğu bilinmektedir. Türkiye'de hayvancılık sektöründe hayvan beslemede önemli yem kaynaklarından biri olan fiğ çeşitlerinin tuz stresine göstermiş oldukları tepkileri belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışma hem tarımsal verimliliğin artırılmasına katkı sağlaması açısından hem de kendinden sonraki çalışmalara kaynak olması açısından büyük önem taşımaktadır. İleriki çalışmalarda fiğ türlerinde tuz stresi altındaki fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmaların daha ayrıntılı olarak moleküler düzeyde araştırılması önerilmektedir. Özellikle gen ekspresyon düzeyinde (örneğin prolin biyosentez genleri, antioksidan enzim sistemleriyle ilişkili genler) yapılacak çalışmalar tuz tolerans mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

AbdElgawad, H., Zinta, G., Hegab, M. M., Pandey, R., Asard, H., & Abuelsoud, W. 2016. High salinity induces different oxidative stress and antioxidant responses in maize seedlings organs. **Frontiers in Plant Science**, **7:** 276.

Abogadallah, G. M., Serag, M. M., & Quick, W. P. 2010. Fine and coarse regulation of reactive oxygen species in the salt tolerant mutants of barnyard grass and their wild–type parents under salt stress. **Physiol. Plant, 138**: 60–73.

Açıkgöz, E. 2021. Yem Bitkileri (Cilt 1). Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 448 s.

Agati, G., Azzarello, S., Poolastri, M., & Tattini, M. 2012. Flavonoids as antioxidants in plants: location and functional significance. **Plant Science and International Journal of Experimental Plant Biology, 196**: 67–76.

Akhtar, P. ve Hussain, F. 2009. *Vicia sativa* L.'nin tuzlu koşullar altında büyüme performansı. **Pak. J. Bot.**, **41** (6): 3075–3080.

Akşit Özer, Ş., 2023. Kayseri ilinde yem bitkisi desteklemelerinin yem bitkisi yetiştiriciliği üretimine etkisi, ss. 107–128. İçinde *Bitkisel Üretim* (Eds: E. Çaçan & H. Ş. İnci). Ankara: İKSAD Yayınları.

Alçiçek, A., 2021. Türkiye Kaba Yem Üretimi, Sorunları ve Çözüm Önerileri. III International and XII National Animal Science Conference 27–28 November 2021, Bursa, Turkey. S.117

Almansouri, M., Kinet, J.M., & Lutts, S. 2001. Tuz ve ozmotik streslerin sert buğdayda (*Triticum durum* Desf.) çimlenmeye etkisi. **Bitki ve Toprak**, **231**: 243–254.

Al–Mudaris, M. A. 1998. Notes on various parameters recording the speed of seed germination. **Der Tropenlandwirt–Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics**, **99**(2): 147–154.

Annamalai, J., Shanmugam, J., & Nallamuthu, T. 2016. Salt stress enhancing the production of Phytochemicals in *Chlorella vulgaris* and *Chlamydomonas reinhardtii*. **J Algal Biomass Util, 7**(1): 37–44.

Arif, M., Khurshid, H., Rabbani, M. A., Jahanzaib, M., Khattak, S. H., Ullah, I., Farah, M.A., Singh, R., Li, L. (2024). Morpho–physiological traits and stress indices reveal divergence in early–stage salt stress response in elite soybean germplasm. **Journal of King Saud University–Science, 36**(11), 103522.

Arslan, H., Hacıömeroğlu, G., Bahadır, M., 2008. Bafra ovasında sulama suyu tuzluluğu üzerine etkisinin ve tuzluluğun yıllık değişiminin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak belirlenmesi, ss. 33–44, *Sulama ve Tuzlanma Konferansı,* 12–13 Haziran 2008, Şanlıurfa.

Arslan, M., Çetin, S., & Erdurmuş, C. 2013. Tuz stresinin bitki gelişimindeki olumsuz etkileri ve bazı yem bitkilerinin tuzluluk toleransları. **Ziraat Mühendisliği**, **360**: 32–39.

Arslan, M.,& Aydınoğlu, B. 2018. Tuzluluk (NaCl) stresinin mürdümükde (*Lathyrus sativus* L.) çimlenme ve erken fide gelişme özelliklerine etkisi. **Akademik Ziraat Dergisi**, **7**(1): 49–54.

Asada, K. 1999. The water–water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. **Annual Review of Plant Biology**, **50**(1): 601–639.

Ashraf, M. F. M. R., & Foolad, M. R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, **59**(2): 206–216.

Ashraf, M. J. B. A. 2009. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. **Biotechnology Advances, 27**(1): 84-93.

Aslanyürek, D. 2011. Tuz (NaCl) stresinin farklı tahıl türlerinde kuru madde üretimi, iyon birikimi ve fizyolojik unsurlar üzerine etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 70 s.

Atta, K., Mondal, S., Gorai, S., Singh, A. P., Kumari, A., Ghosh, T., ... & Jespersen, D. (2023). Impacts of salinity stress on crop plants: improving salt tolerance through genetic and molecular dissection. **Frontiers in Plant Science**, **14:** 1241736.

Avcı, S. (2019). Macar fiğ çeşitlerinde tuzluluğun çimlenme ve fide büyümesi üzerine etkileri, ss. 555-564. İçinde *4 th International Anatolian Agriculture, Food,*

Environment and Biology Congress, 20-22 Nisan 2019, Afyonkarahisar, Türkiye, 1084 s.

Avcıoğlu, R., Açıkgöz, E., Soya, H., & Tan, A. 2000. Yem bitkileri üretimi. *Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, 1,* 567-585.

Aydinoğlu, B., Shabani, A., & Safavi, S. M. 2019. Impact of priming on seed germination, seedling growth and gene expression in common vetch under salinity stress. **Cellular and Molecular Biology**, **65**(3): 18-24.

Babourina, O., Leonova, T., Shabala, S., & Newman, I. 2000. Effect of sudden salt stress on ion fluxes in intact wheat suspension cells. **Annals of Botany**, **85**(6): 759-767.

Başak, İ., 2024. Tuz stresinin biber (*Capsicum annuum L.*) bitkisinde oksidatif stres parametreleriyle antioksidant enzim düzeylerine etkisinin araştırılması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 36 s.

Baykal, F. 2006. Tuz Stresinin Triticale ve Bazı Secale Taksonlarında Süperoksit Dismutaz (SOD; EC 1.15. 1.1) ve Peroksidaz (POD; EC 1.11. 1.7) Aktiviteleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 92s.

Beyaz, R. 2021. Comparison of biochemical responses of common vetch (*Vicia sativa* L.) seedling organs to salinity. **Legume Research-An International Journal**, **44**(6): 641-645.

Bilgili, U., Carpici, E.B., Aşık, B.B. ve Çelik, N. 2011. Fiğ (*Vicia sativa* L.), yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve kanolanın (*Brassica napus* L.) erken olgunlaşma döneminde tuz stresine karşı kök ve sürgün tepkisi. **Türk Tarla Bitkileri Dergisi**, **16**(1): 33-38.

Bistgani, Z. E., Hashemi, M., DaCosta, M., Craker, L., Maggi, F., & Morshedloo, M. R. 2019. Effect of salinity stress on the physiological characteristics, phenolic compounds and antioxidant activity of *Thymus vulgaris* L. and Thymus daenensis Celak. **Industrial Crops and Products**, **135**: 311-320.

Bradford, K.J., May, D.M., Hoyle, B.J., Skibinski, Z.S., Scott, S.J., Tyler, K.B., 1988. Seed and Soil Treatments to Improve Emergence of Muskmelon from Cold and Crusted Soils. **Crop Sci. 28**:1001-1005

Bougrine, H., Hadjout, S., Zouidi, M., Belkendil, A., Zeghmar, A., Boulekdam, C., ... & Mebarkia, A. 2025. Assessment of salinity tolerance and ecotypic variability in *Vicia narbonensis* L.: morphological, physiological, and biochemical responses. **Phyton (0031-9457), 94**(1).

Büyük, İ., Soydam-Aydın, S., & Aras, S. 2012. Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. **Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/ Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji**, **69**(2), 97-110.

Cakmak, I. 1994. Activity of ascorbate-dependent H2O2-scavenging enzymes and leaf chlorosis are enhanced in magnesium-and potassium-deficient leaves, but not in phosphorus-deficient leaves. **Journal of Experimental Botany, 45**(9): 1259-1266.

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).

Cemek, B., Güler, M., Arslan, H., 2006. Bafra ovası sağ sahil sulama alanındaki tuzluluk dağılımının coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak belirlenmesi. **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37**(1): 63-72.

Chen, S., Wu, F., Li, Y., Qian, Y., Pan, X., Li, F., ... & Yang, A. 2019. NtMYB4 and NtCHS1 are critical factors in the regulation of flavonoid biosynthesis and are involved in salinity responsiveness. **Frontiers in Plant Science**, **10**: 178.

Cheng, C., Liu, J., Wang, Z., Liu, J., Wang, Y., Liao, Y., Gao, Z., Lu, Z., Zhu, B., & Yao, F. 2022. Analysis of Effect of Compound Salt Stress on Seed Germination and Salt Tolerance Analysis of Pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Visualized Experiments: JoVE**, **189:** e647222**.** 10.3791/64702. https://doi.org/10.3791/64702

Czarnocka, W., & Karpinski, S. 2018. Friend or foe? Reactive oxygen species production, scavenging and signaling in plant response to environmental stress. **Free Radical Biology and Medicine, 122:** 4-20.

Çakmakçı, S., & Dallar, A. 2019. Farklı sıcaklık ve tuz konsantrasyonlarının bazı silajlık mısır çeşitlerinin çimlenme özellikleri üzerine etkileri. **Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi**, **16**(2): 121-132.

Çaylak, E. (2011). Hayvan ve bitkilerde oksidatif stres ile antioksidanlar. **Tıp Araştırmaları Dergisi, 9**: 73-83.

Çelik, Y., Yarşi, G., & Özarslandan, A. 2019. Mikorizaların bitkilerde stres mekanizması üzerine etkileri. **Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi**, **2**(1), 1-11.

Çöçü, S., & Uzun, O. 2011. Germination, seedling growth and ion accumulation of bitter vetch (*Vicia ervilia* L.) Willd.) lines under NaCl stress. **African Journal of Biotechnology**, **10**(71): 15869-15874.

Çulha, Ş. 2011. Tuz stresinin aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerindeki bazı fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine etkisinin incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 177 s.

Çulha, Ş., & Çakırlar, H. 2011. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. **Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi**, **11**(2): 11-34.

Das, K., & Roychoudhury, A. 2014. Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. **Frontiers in Environmental Science**, **2:** 53.

Daşgan, H. Y., Koç, S., Ekici, B., Aktaş, H., & Abak, K. 2006. Bazı fasulye ve börülce genotiplerinin tuz stresine tepkileri. **Alatarım**, **5**(1): 23-31.

Dat, J. F., Lopez-Delgado, H., Foyer, C. H., & Scott, I. M. 2000. Effects of salicylic acid on oxidative stress and thermotolerance in tobacco. **Journal of Plant Physiology**, **156**(5-6): 659-665.

Day, S., & Uzun, S. 2016. Impact of different NaCl doses on germination and early seedling growth of common vetch cultivars (*Vicia sativa* L.). **Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology**, **4**(8): 636-641.

del Río, L. A., Corpas, F. J., López-Huertas, E., & Palma, J. M. 2018. Plant superoxide dismutases: Function under abiotic stress conditions (pp. 1-26). In *Antioxidants and antioxidant enzymes in higher plants*. Cham: Springer International Publishing.

Desalegn, K., & Hassen, W. (2015). Evaluation of biomass yield and nutritional value of different species of vetch (*Vicia*). **Academic Journal of Nutrition, 4**(3): 99-105.

Doğru, A. (2019). Bitkilerde antioksidan sistemler ve tuz stresine verdikleri yanıtlar. **Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi**, **1**(2): 164-185.

Doğru, A. 2014. Farklı mısır genotiplerinde tuz stresinin antioksidant sistem üzerindeki etkileri, *22. Ulusal Biyoloji Kongresi*, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 430 s.

Doğru, A., & Canavar, S. 2020. Bitkilerde tuz toleransının fizyolojik ve biyokimyasal bileşenleri. **Academic Platform-Journal of Engineering and Science**, **8**(1): 155-174.

Dölarslan, M., & Gül, E. 2012. Toprak bitki ilişkileri açısından tuzluluk. **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 2:** 56-59.

Ebrahim, F., Arzani, A., Rahimmalek, M., Sun, D., & Peng, J. 2020. Salinity tolerance of wild barley Hordeum vulgare ssp. spontaneum. **Plant Breeding**, **139**(2): 304-316.

Ekmekçi, E., Apan, M., & Kara, T. 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. **Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi**, **20**(3): 118-125.

Elçi, Ş. ve Açıkgöz, E., 1993. Baklagil (Leguminosae) ve Buğdaygil (Gramineae) Yem Bitkileri Tanıtma Klavuzu. TİGEM. Ankara: Afşaroğlu Matbaası.

Ellis, R. H., & Roberts, E. H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. **Seed Science and Technology (Netherlands)**, **9**(2): 373-409.

El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grains to the interactive e. ect of salinity and salicylic acid. **Plant Growth Regulation**, **45**(3): 215-224.

Ergene, A., 1993. Toprak Biliminin Esasları. Erzurum: Atatürk Ünv. Zir. Fak. Ders Notu, Yayın No: 267.

Ertekin, İ., Yılmaz, Ş., Atak, M., Can, E., Çeliktaş, N. 2017. Tuz stresinin bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* l.) çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri. **Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22**(2): 10-18.

Esechie, H. A. 1994. Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum. **Journal of Agronomy and Crop science**, **172**(3): 194-199.

Esringü, A., Kaynar, D., Turan, M., & Ercisli, S. 2016. Ameliorative effect of humic acid and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on Hungarian vetch plants

under salinity stress. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, **47**(5): 602-618.

Faller, A.L.K., Fialho, E., 2009. The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after domestic cooking. **Food Research International, 42** (1): 210-215.

Foolad, M.R., & Lin, G.Y., 1997. Genetic potential for salt tolerance during germination in Lycopersicon species. **Hortscience, 32**: 296-300.

Gabriel, J.L., Almendros, P., Hontoria, C. & Quemada, M. 2012. Sulanan sistemlerde örtü bitkilerinin rolü: Toprak tuzluluğu ve tuz sızıntısı. **Tarım, Ekosistemler ve Çevre**, **158**: 200-207.

Geren, H., Avcıoğlu, R., & Simic, A. 2013. Salinity tolerance of *Vicia species* during germination and early seedling growth, (pp. 343-346). *Proceedings of the 24th International Scientific-Expert-Conference of Agriculture and Food Industry*, 25-28 September 2013, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.

Gill, S. S., & Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, **48** (12): 909-930.

Gürel, A., & Avcıoğlu, R. 2001. Bitkilerde strese dayanıklılık fizyolojisi, (21: 308-313), İçinde *Bitki Biyoteknolojisi II: Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları*, (Edt.: Özcan, S., Gürel, E., & Babaoğlu, M.), Konya: Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları.

Haileselasie, T.H., Gselasie, B., 2012. The Effect of Salinity (NaCl) on Germination of Selected Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) Landraces of Tigray. **Asian Journal of Agricultural Sciences 4**(2): 96-101.

Hanen Azimzadeh Z, Hassani A, Mandoulakani BA, Sepehr E. 2024. Physiological, biochemical, and antioxidant responses of oregano sub-species (*Origanum vulgare* L. *ssp. gracile* and *ssp. Vulgare*) to NaCl stress. **Acta Physiol Plant 46**(2): 14.

Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Alam, M. M., & Fujita, M. 2012. Exogenous nitric oxide alleviates high temperature induced oxidative stress in wheat (*'Triticum aestivum*

'L.) seedlings by modulating the antioxidant defense and glyoxalase system. **Australian Journal of Crop Science, 6**(8): 1314-1323.

Hasanuzzaman, M., Raihan, M. R. H., Masud, A. A. C., Rahman, K., Nowroz, F., Rahman, M., ... & Fujita, M. 2021. Regulation of reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under salinity. **International Journal of Molecular Sciences**, **22**(17): 9326.

Hejing, Z., Rulin, W., Zhiguo, L., Liu, Z., & Gui-Xia, L. 2022. Evaluation of salt tolerance during the seed germination stage of five varieties of *Vicia sativa*. **Legume Research-An International Journal**, **45**(3): 357-362.

Hernández, M. A. L., Alvarez-Bernal, D., Cárdenas, G. C., & Estrada, S. O. 2018. Improvement of saline soils with *Vicia sativa* L. from a semiarid region. **Bragantia**, **77**(3): 501-509.

Hichem, H., & Mounir, D. 2009. Differential responses of two maize (*Zea mays* L.) varieties to salt stress: changes on polyphenols composition of foliage and oxidative damages. **Industrial Crops and Products**, **30**(1): 144-151.

Hmissi, M., Chaieb, M., & Krouma, A. 2023. Differences in the physiological indicators of seed germination and seedling establishment of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars subjected to salinity stress. **Agronomy**, **13**(7): 1718.

Huang, Y. F., Gao, X. L., Nan, Z. B., & Zhang, Z. X. 2017. Potential value of the common vetch (*Vicia sativa* L.) as an animal feedstuff: a review. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 101**(5), 807-823.

Isayenkov, S. V., & Maathuis, F. J. 2019. Plant salinity stress: many unanswered questions remain. **Frontiers in Plant Science**, **10:** 80.

Jaaska, V. 2005. İsozyme variation and phylogenetic relationships in *Vicia subgenus cracca* (Fabaceae). **Annals of Botany, 96**: 1085-1096.

Kader, M.A., 2005. A comparison of seed germination calculation formulae and the associated interpretation of resulting data. **Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales, 138**: 65-75.

Kamran, M., Ahmad, I., Meng, X., Wu, X., ... & Han, Q. 2021. Exogenous application of melatonin induces tolerance to salt stress by improving the photosynthetic

efficiency and antioxidant defense system of maize seedling. **Journal of Plant Growth Regulation**, **40**(3): 1270-1283.

Karabal, E., Yücel, M., & Öktem, H. A. 2003. Antioxidant responses of tolerant and sensitive barley cultivars to boron toxicity. **Plant Science, 164**(6): 925-933.

Karanlık, S., 2001. Değişik buğday genotiplerinde tuz stresine dayanıklılık ve dayanıklılığın fizyolojik nedenlerinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 125 s.

Karakas S., Çullu MA., & Dikilitaş M, 2017. Comparison of two halophyt especies (*Salsola soda* and *Portulaca oleracea*) for salt removal potential under different soil salinity conditions, **Turk J AgricFor, vol., 41**: 183-190.

Karaoğlu, M., & Yalçın, A. M. 2018. Toprak tuzluluğu ve Iğdır Ovası örneği. **Journal of Agriculture**, **1**(1): 27-41.

Karimzadeh Negari, Z., Sahhafi, S. R., & Dahajipour Heidarabadi, M. 2022. Salinity tolerance in some bitter vetch ecotypes in germination stage. **Journal of Crop Breeding, 14**(42): 43-52.

Kefu, Z., Hai, F., San, Z., & Jie, S. 2003. İzo-ozmotik tuz ve su stresi altında *Suaeda salsa* ve *Kalanchoe claigremontiana*'nın tuz ve kuraklığa dayanıklılığı üzerine çalışma . **Bitki Bilimi, 165**: 837–844.

Keser, Ö., Çolak, G., & Caner, N., 2009. Tuza toleransı farklı iki kültür bitkisinde bazı fizyolojik ve makromorfolojik parametreler üzerine Na2CO3 tipi tuz stresi etkileri. **BAÜ FBE Dergisi, 11** (2): 64-80.

Khan, M. A. H., Baset Mia, M. A., Quddus, M. A., Sarker, K. K., Rahman, M., Skalicky, M., ... & Hossain, A. 2022. Salinity-induced physiological changes in pea (*Pisum sativum* L.): germination rate, biomass accumulation, relative water content, seedling vigor and salt tolerance index. **Plants**, **11**(24): 3493.

Khan, M. A., & Rizvi, Y. 1994. Effect of salinity, temperature, and growth regulators on the germination and early seedling growth of *Atriplex griffithii* var. *stocksii*. **Canadian Journal of Botany**, **72**(4): 475-479.

Khan, M. A., Ungar, I. A., & Showalter, A. M. 2000. Effects of salinity on growth, water relations and ion accumulation of the subtropical perennial halophyte, *Atriplex griffithii* var. *stocksii*. **Annals of Botany**, **85**(2): 225-232.

Khan, N. A., & Singh, S. 2008. Abiotic Stress and Plant Responses. New Delhi: IK International, 503 p.

Kiani, R., Arzani, A., & Mirmohammady Maibody, S. A. M. 2021. Polyphenols, flavonoids, and antioxidant activity involved in salt tolerance in wheat, *Aegilops cylindrica* and their amphidiploids. **Frontiers in Plant Science**, **12:** 646221.

Kireçci, O. A. 2018. Bitkilerde enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar. **Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, **7**(2): 473-483.

Korkmaz, H., & Durmaz, A. 2017. Bitkilerin abiyotik stres faktörlerine karşı geliştirilen cevaplar. **Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, **7**(2): 192-207.

Kostopoulou, Z., Therios, I., Roumeliotis, E., Kanellis, A. K., & Molassiotis, A. 2015. Melatonin combined with ascorbic acid provides salt adaptation in Citrus aurantium L. seedlings. **Plant Physiology and Biochemistry, 86:** 155-165.

Koyro, H.-W. 2006. Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago cronopus* (L.). **Environmental and Experimental Botany, 56**: 136-146.

Ksouri, R., Megdiche, W., Debez, A., Falleh, H., Grignon, C., & Abdelly, C. 2007. Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte Cakile maritima. **Plant Physiology and Biochemistry, 45**(3-4): 244-249.

Kulak, M., Gül, F., & Sekeroglu, N. (2020). Changes in growth parameter and essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves in response to various salt stresses. **Industrial Crops and products, 145:** 112078.

Kumar, S., Beena, A. S., Awana, M., & Singh, A. 2017. Physiological, biochemical, epigenetic and molecular analyses of wheat (*Triticum aestivum*) genotypes with contrasting salt tolerance. **Front. Plant Sci., 8**: 1151.

Kunt, G., & Taş, İ. 2019. Sulama suyu tuzluluğunun eski ve yeni iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* conv. *distichon*) çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri. **Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi**, **6**(2): 216-221.

Kurt, Ö., 2014. Buğday (*Triticum aestivum* L.) Fidelerinde Tuz-Hidrojen Peroksit Etkileşiminde Çalışan Genlerin İfadesi ve Antioksidan Enzim Aktivitesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 36 s.

Kuşvuran Ş., Ellialtıoığlu Ş., Abak, K., & Yaşar F., 2007. Bazı Kavun (*Cucumis sp*.) Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri. **Tarım Bilimleri Dergisi, 13**(4): 395-404.

Kuşvuran, A. 2015. The effects of salt stress on the germination and antioxidative enzyme activity of Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) varieties. **Legume Research: An International Journal**, **38**(1): 51-59.

Kuşvuran, A., Nazlı, R.İ., & Tansı, V., 2011. Türkiye'de ve Batı Karadeniz bölgesi'nde çayır-mera alanları, hayvan varlığı ve yem bitkileri tarımının bugünkü durumu. **Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28**(2): 21-32.

Kuşvuran, Ş. 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 377 s.

Läuchli, A., & Grattan, S. R. 2007. Plant growth and development under salinity stress. **Advances in molecular breeding toward drought and salt tolerant crops**, 1-32.

Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stress. Chilling, Freezing, and High Temperature Stresses (pp. 497).

Lin, X., Wang, Q., Min, X., Liu, W., & Liu, Z. 2022. Comparative transcriptomic analysis of root and leaf transcript profiles reveals the coordinated mechanisms in response to salinity stress in common vetch. **International Journal of Molecular Sciences**, **23**(15), 8477.

Lotfi, A., Jahanbakhshian, Z., Faghihi, F., & Seyedi, S. M. 2015. The effect of salinity stress on survival percentage and physiological characteristics in three varieties of pistachio (Pistacia vera). **Biologia**, **70**(9): 1185-1192.

Malcolm. C.V., 1993. The Potential of Halophytes for Rehabilitation of Degraded Land in: Productive Use of Saline Land. [N. Davidson and R. Galloway. (Eds.)]. **ACIAR Pro. 42**: 8-11.

Marcum, K.B., 2006. Use of saline and non-potable water in the turfgrass industry: Constraints and developments. **Agricultural Water Management, 80**: 132–146.

Martinez, V., Mestre, T. C., Rubio, F., Girones-Vilaplana, A., Moreno, D. A., Mittler, R., & Rivero, R. M. 2016. Accumulation of flavonols over hydroxycinnamic acids favors oxidative damage protection under abiotic stress. **Frontiers in Plant Science**, **7**: 838.

Martins N., Barros L., Santos-Buelga C., Henriques M., Silva S., Ferreira I. C. 2015. Evaluation of Bioactive Properties and Phenolic Compounds in Different Extracts Prepared from Salvia officinalis L. **Food chemistry, 170**: 378-385.

Maas, E.V., Hoffman, G.J., 1977. Crop Salt Tolerance. **Current Assessment. J. Irrig. Drain. Div. ASCE 103**: 115-134.

Menezes, R. V., Azevedo, A. D. D., Ribeiro, M. D. O., & Cova, A. M. W. 2017. Growth and contents of organic and inorganic solutes in amaranth under salt stress. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, **47**(1): 22-30.

Mezni, M., Ghnaya-Chakroun, A. B., & Haffani, S. 2013. Growth and water status in narbonne vetch (*Vicia narbonensis* L.) under salt stres. **Journal of Agriculture and Veterinary Science**, **3**(3): 2319-2372.

Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**, **7**(9): 405-410.

Mudgal, V., Madaan, N., & Mudgal, A. 2010. Biochemical mechanisms of salt tolerance in plants: a review. **Int. J. Bot., 6**:136–143.

Munns, R. (2009). Strategies for Crop Improvement in Saline Soils. In: Ashraf, M., Ozturk, M., Athar, H. (eds) Salinity and Water Stress. Tasks for Vegetation Sciences, vol 44. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9065-3_11

Munns, R., & Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. **Annu. Rev. Plant Biol.**, **59**: 651-681.

Myaber, A.P. & Lerner, H.R. 1994. Plants in Saline Enviroments, (pp. 3-11). In. *Plant and Crop Stress.* (Ed. M. Pessarakli), New York: USA.

Nguyen, V., Riley, S., Nagel, S., Fisk, I., & Searle, I. R. 2020. Common vetch: a drought tolerant, high protein neglected leguminous crop with potential as a sustainable food source. **Frontiers in Plant Science, 11:** 818.

Noreen, S., Sultan, M., Akhter, M. S., Shah, K. H., Ummara, U., Manzoor, H., ... & Ahmad, P. 2021. Foliar fertigation of ascorbic acid and zinc improves growth, antioxidant enzyme activity and harvest index in barley (Hordeum vulgare L.) grown under salt stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, **158:** 244-254.

Odat, N., Tawaha, A. M., Hasan, M., Al-Tawaha, A. R., Thangadurai, D., Sangeetha, J., ... & Sirajuddin, S. N. 2021. Seed priming with chitosan alleviates salinity stress by improving germination and early growth parameters in common vetch (*Vicia sativa*). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (788 (1): p. 012059). IOP Publishing.

Odjegba, V. J., & Chukwunwike, I. C. 2012. Physiological responses of Amaranthus hybridus L. under salinity stress. **Indian J. Innov. Dev. 1**:742–748

Ölgün, L. 2018. Kahramanmaraş koşullarında fiğ-tritikale karışım yetiştirme olanakları, Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 45 s.

Önal, Ö., ve Üney, H. 2016. Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi. **Akademik Ziraat Dergisi**, **5**(1): 29-34.

Özen, H. Ç., & Onay, A. 2007. Bitki fizyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım, İstanbul, 350 s.

Öztürk, A., 2004. Tuzluluk ve sodyumluluğun oluşumu, bitki ve toprağa etkileri, (ss. 1-16), *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu (20-21 Mayıs, 2004)*. Bildiri Kitabı.

Özyazıcı, M. A., & Manga, İ. 2000. Çarşamba Ovası sulu koşullarında yeşil gübre olarak kullanılan bazı baklagil yembitkileri ile bitki artıklarının kendilerini izleyen mısır ve ayçiçeğinin verim ve kalitesine etkileri. **Türk J Agric For, 24:** 95-103.

Özyazıcı, M. A., İrey, M. O., & Açıkbaş, S. 2024. Baklagil Yem Bitkilerinin Arıcılıktaki Önemi. **Isarc International Science and Art Research Center,** 286-302.

Parida, A. K., & Das, A. B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and environmental safety, 60**(3): 324-349.

Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V. P., & Prasad, S. M. 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, **22:** 4056-4075.

Passam, H. C., & Kakouriotis, D. 1994. The effects of osmoconditioning on the germination, emergence and early plant growth of cucumber under saline conditions. **Scientia Horticulturae, 57**(3): 233-240.

Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. 1999. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. **Analytical Biochemistry**, **269**(2): 337-341.

Qiu-Fang, Z., Yuan-Yuan, L., Cai-Hong, P., Cong-Ming, L., & Bao-Shan, W. (2005). NaCl enhances thylakoid-bound SOD activity in the leaves of C3 halophyte Suaeda salsa L. **Plant Science, 168**(2): 423-430.

Quideau, S., Deffieux, D., Douat-Casassus, C., & Pouységu, L. 2011. Plant polyphenols: chemical properties, biological activities, and synthesis. **Angewandte Chemie International Edition**, **50**(3): 586-621.

Ramadan, E., Freeg, H. A., Shalaby, N., Rizk, M. S., Ma, J., Du, W., ... & El-Tahan, A. M. 2023. Response of nine triticale genotypes to different salt concentrations at the germination and early seedling stages. **PeerJ, 11:** e16256.

Romero-Aranda, M. R., Jurado, O., & Cuartero, J. 2006. Silicon alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status. **Journal of plant physiology**, **163**(8): 847-855.

Sabra, A. M. S. 2013. Physiological and biochemical responses of three echinacea species to salinity stress. University of Manitoba, Canada, 256 p.

Safdar, H., Amin, A., Shafiq, Y., Ali, A., Yasin, R., Shoukat, A., ... & Sarwar, M. I. 2019. A review: Impact of salinity on plant growth. **Nat. Sci, 17**(1): 34-40.

Safi, S. 2012. Su ve tuzluluk stresinin Mürdümük'te (*Lathyrus sativus* L.) bitki büyüme, gelişme, verim ve su tüketimi üzerine etkilerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 68 s.

Sairam, R. K., & Srivastava, G. C. 2002. Changes in antioxidant activity in sub-cellular fractions of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress. **Plant Science**, **162**(6): 897-904.

Saleem, A., Zulfiqar, A., Ali, B., Naseeb, M. A., Almasaudi, A. S., & Harakeh, S. 2022. Iron sulfate (FeSO4) improved physiological attributes and antioxidant capacity by reducing oxidative stress of *Oryza sativa* L. cultivars in alkaline soil. **Sustainability, 14**(24): 16845.

Santos, H.P., A.L. Fancelli, E.M. Reis, H.P. Dos-Sontos, 1994. Energy Balance of No-Tillage Wheat Rotation Systems. **Pesquisa Agrepecuaria-Brasileria, 29**(7): 1067-1073.

Sardar, H., Khalid, Z., Ahsan, M., Naz, S., Nawaz, A., Ahmad, R., ... & Abou Fayssal, S. 2023. Enhancement of salinity stress tolerance in lettuce (*Lactuca sativa* L.) via foliar application of nitric oxide. **Plants**, **12**(5): 1115.

Scandalios, J. G. 1993. Oxygen stress and superoxide dismutases. **Plant Physiology**, **101**(1): 7-12.

Sevengör Tepe, Ş. 2010. Kabakta (*Cucurbita pepo* L.) tuz stresine toleransın belirlenmesinde antioksidant enzim aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak incelenmesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 173 s.

Sevgi, B., & Leblebici, S. 2023. Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri ve geliştirilen tolerans mekanizmaları. **Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11**(3): 1498-1516.

Singleton, V.L., & Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phomolybdis-phosphotungistic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture, 16**: 144-158.

Sivritepe, N., & Eriş, A. 1996. Tuz stresi. **Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **12**, 209-222.

Snedecor, G. W. & Cochran, W. G. 1967. Statistical Methods. Ames, Iowa: Iowa State University Press.

Sofo, A., Scopa, A., Nuzzaci, M., & Vitti, A. 2015. Ascorbate peroxidase and catalase activities and their genetic regulation in plants subjected to drought and salinity stresses. **International Journal of Molecular Sciences**, **16**(6): 13561-13578.

Sommer, Â. S., Coelho, C. M. M., Padilha, M. S., & Nerling, D. 2024. Hydrolytic enzyme activity (phytase and α-amylase) is decisive in the germination metabolism of maize seeds under salt stress. **Ciência e Agrotecnologia**, **48:** e003224.

Soya, H., 1999. İkinci Ürün Olarak Yem Bitkileri Tarımı, Çayır Mera Amenajmanı ve Islahı. Ankara, 93.

Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus, U., & Weschke, W. 2000. Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedlings of foxtail millet (Setaria italica). **Physiologia Plantarum**, **109**(4): 435-442.

Sreenivasulu, N., Ramanjulu, S., Ramachandra-Kini, K., Prakash, H. S., Shekar-Shetty, H., Savithri, H. S., & Sudhakar, C. 1999. Total peroxidase activity and peroxidase isoforms as modified by salt stress in two cultivars of fox-tail millet with differential salt tolerance. **Plant Science**, **141**(1): 1-9.

Srivastava, P., Wu, Q. S., & Giri, B. (2019). Salinity: an overview. *Microorganisms in saline environments: strategies and functions*, 3-18.

Sun, Y., Li, J., Xing, J., Yu, X., Lu, Y., Xu, W., ... & Guo, Z. 2022. Evaluation of salt tolerance in common vetch (*Vicia sativa* L.) germplasms and the physiological responses to salt stress. **Journal of Plant Physiology**, **278:** 153811.

Sun, Y., Zhao, N., Sun, H., Xu, S., Lu, Y., Xi, H., ... & Shi, H. 2024. Transcriptome profiling reveals molecular responses to salt stress in common vetch (*Vicia sativa* L.). **Plants, 13**(5): 714.

Szabolcs, I., 1991. Desertification and Salinisation. I. A. V. Hassan IIISESCO. **Plant Salinity Research**, 3-18.

Tan, M., Serin Y. 2013. Baklagil Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 190, 222 s.

Tan, M., & Serin, Y. 2013. Yoncada en uygun koruyucu bitki ve bunun tesisten çıkarılma zamanının belirlenmesi. **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **29**(2): 219-229.

Tanji, K. K. (2002). Salinity in the soil environment. In *Salinity: Environment-plants-molecules* (pp. 21-51). Dordrecht: Springer Netherlands.

Temel, N., & Torun, H. 2020. Bağ ve bahçelerde örtücü bitki seçim kriterleri, ekolojik katkıları ve yabancı ot mücadelesindeki yeri. **Turkish Journal of Weed Science**, **23(**2): 177-187.

Tiryaki, I. ve İşidoğru, N. 2022. Gen hedefli fonksiyonel belirteçler kullanılarak *Vicia sativa* çeşitlerinin tuz tolerans seviyelerinin ve genetik ilişkilerinin belirlenmesi. **Acta Botanica Croatica**, **81**(1): 80-88.

Tiryaki, İ. 2018. Bazı tarla bitkilerinin tuz stresine gösterdikleri adaptasyon mekanizmaları. **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi**, **21**(5): 800-808.

Tlahig, S., Bellani, L., Karmous, I., Barbieri, F., Loumerem, M., & Muccifora, S. 2021. Response to salinity in legume species: An insight on the effects of salt stress during seed germination and seedling growth. **Chemistry & Biodiversity**, **18**(4): e2000917.

Tohidi, B., Rahimmalek, M., & Arzani, A. 2017. Essential oil composition, total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activity of Thymus species collected from different regions of Iran. **Food Chemistry, 220:** 153-161.

Tolan, T., Uzun, S., Kardeş, Y. M., 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.

Tufan, Y., Kurt, A. N., & Özkurt, M. 2023. Sürdürülebilir tarım açısından yem bitkilerinin önemi. *Uluslararası Güncel Akademik Çalışmalar Konferansı*, 19-20.

Tunçer, N. 2007. Patlıcanda tuza toleransın kalıtımı üzerinde arastırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 96 s.

Turkan, İ., Bor, M., ozdemir, F., & Koca, H. 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. **Plant Science, 168**(1): 223-231

Tuteja, N. 2007. Mechanisms of high salinity tolerance in plants. **Methods in Enzymology**, **428:** 419-438.

TÜİK, 2023. Bitkisel Üretim İstatistikleri (Web Sayfası: **https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr**) (Erişim Tarihi: Aralık 2024).

TÜRKVET, 2024. Tarım Bilgi Sistemi (Hayvan Kayıt Sistemi). (Web Sayfası **https://hbsapp.tarbil.gov.tr/Modules/TURKVET/Pages/User/UserAgreement.aspx**) (Erişim Tarihi: 16 Aralık 2024).

Uçarlı, C. 2020. Effects of salinity on seed germination and early seedling stage. In **Abiotic stress in plants**. (Eds. Fahad, S., Saud, S., Chen, Y., Wu, C., Wang, D). (IntechOpen).

Uslu, Ö. S., & Gedik, O. 2020. Bazı fiğ (*Vicia sp*.) çeşitlerinin tuzluluğa karşı toleransı üzerine bir araştırma. **Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi**, **2**(2): 1-10.

Van Hoorn, J.W., & Van Alphen, J.G., 1994. Salinty control. **Drenaj prensipleri ve uygulamaları.** , (Ed. 2), 533-600.

Van Zelm, E., Zhang, Y., & Testerink, C. 2020. Salt tolerance mechanisms of plants. **Annual Review of Plant Biology**, **71**(1): 403-433.

Vavilov, N.I. 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. **Chronica Botanica Comp. 13**: 33-76.

Velikova, V., Yordanov, I., & Edreva, A. J. P. S. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. **Plant science**, **151**(1): 59-66.

Ventorino, V., Caputo, R., De Pascale, S., Fagnano, M., Pepe, O., & Moschetti, G. 2012. Response to salinity stress of Rhizobium leguminosarum bv. viciae strains in the presence of different legume host plants. **Annals of microbiology**, **62**(2): 811-823.

Wang, X., & Han, J. 2009. Changes of proline content, activity, and active isoforms of antioxidative enzymes in two alfalfa cultivars under salt stress. **Agricultural Sciences in China, 8**(4): 432-440.

Weisany, W., Sohrabi, Y., Heidari, G., Siosemardeh, A., & Ghassemi-Golezani, K. 2012. Changes in antioxidant enzymes activity and plant performance by salinity stress and zinc application in soybean (*Glycine max* L.). **Plant Omics**, **5**(2): 60-67.

Yakupoğlu, T.,& Özdemir, N. 2007. Tuzluluk ve alkaliliğin toprağin bazi fiziksel özellikleri üzerine etkileri. **Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi**, **22**(1): 132-138.

Yavuz, D., Rashid, B. A. R., & Seymen, M. 2023. The influence of NaCl salinity on evapotranspiration, yield traits, antioxidant status, and mineral composition of lettuce grown under deficit irrigation. **Scientia Horticulturae, 310**: 111776.

Yediyıldız, A. G. 2008. Kuraklık ve tuz stresi uygulanan buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde antioksidant enzim aktivitesindeki değişimlerin belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 85 s.

Yılmaz, E., Tuna, A. L., & Bürün, B. 2011. Bitkilerin tuz stresi etkilerine karsı gelistirdikleri tolerans stratejileri-Tolerance strategıes developed by plants to the effects of salt stress. **Celal Bayar University Journal of Science**, **7**(1): 47-66.

Yılmaz, M., Doğru, A., & Kıldış, M. H. 2021. Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı serin iklim çim alan buğdaygillerinin çimlenmesi ve sürgün gelişimi üzerine etkileri. **Journal of Agricultural Biotechnology**, **2**(2): 66-77.

Yüksel. E.A., 2024. Effect of L-Arginine on Alleviating Salt Stress through Antioxidant Enzymes Activity in *Zea mays*. **Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology, 12**(3): 447-452.

Zhou, Z. S., Wang, S. J., & Yang, Z. M. 2008. Biological detection and analysis of mercury toxicity to alfalfa (*Medicago sativa*) plants. **Chemosphere, 70**(8): 1500-1509.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Şeyma Akşit ÖZER

Uyruğu: Türkiye (T.C)

Doğum Tarihi ve Yeri:

Medeni Durum:

e-mail:

Yazışma Adresi:

EĞİTİM

Derece	**Kurum**	**Mezuniyet Tarihi**
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri	2015
Lisans	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi	2012
Lise	Sümer Lisesi, Kayseri	2007

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2014-2015	Melikgazi Belediyesi Halk Eğitim Merkezi	2015
2013-2016	Kangal Ziraat Odası	2016
2016-2017	Gümüşhane Üniversitesi Şiran Mustafa Beyaz Meslek Yüksekokulu	2017
2017-2021	Tomarza İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	2021
2021-Halen	Kayseri İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	Halen

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

Akşit Özer, Ş., 2021. Aspir yetiştiriciliği ve Kayseri'de mevcut aspir üretim durumu, ss. 486-498. *ISPEC 6th Internatıonal Conference on Agrıculture, Anımal Scıence and Rural Development,* 2021, Siirt, Siirt Üniversitesi, 617 s.

Akşit Özer, Ş., 2022. Topraklardaki tuzluluk toksisitesinin bitki gelişimi üzerine etkileri, ss. 114-135. *Tarımsal Üretimde, Tarımsal Kirliliğin Ayak İzi* (Eds:K. Kökten, H. Ş. İnci). İKSAD.

Akşit Özer, Ş., 2023. Kayseri ilinde yem bitkisi desteklemelerinin yem bitkisi yetiştiriciliği üretimine etkisi, ss. 107-128. İçinde *Bitkisel Üretim* (Eds: E. Çaçan, H. Ş. İnci). İKSAD.

İnci, H. Ş., Çaçan, E., Bilici, B., Özer, Ş. A. 2024. Research on Heavy Metal Content of Fattening and Dairy Feeds. **Turkish Journal of Range and Forage Science, 5**(2): 109-118.