

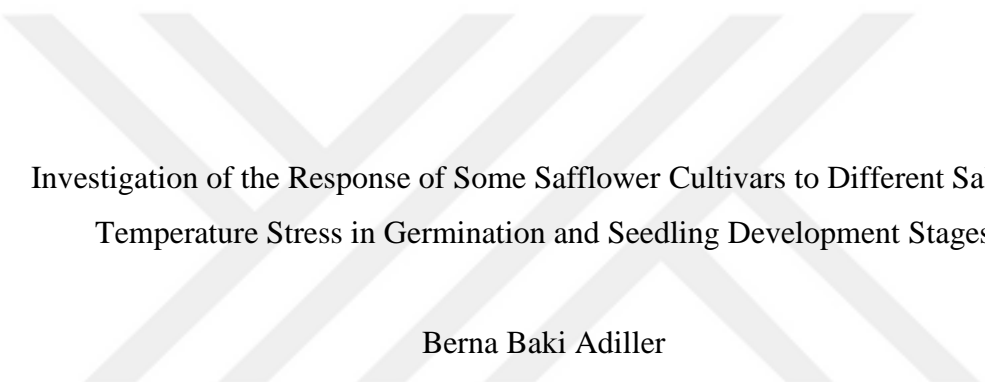
Bazı Aspir Çeşitlerinin Farklı Tuz ve Sıcaklık Streslerine Tepkilerinin Çimlenme ve Fide
Gelişim Dönemlerinde İncelenmesi

Berna Baki Adiller

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Mayıs 2022



Investigation of the Response of Some Safflower Cultivars to Different Salt and
Temperature Stress in Germination and Seedling Development Stages

Berna Baki Adiller

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Field Crops

May 2022

Bazı Aspir Çeşitlerinin Farklı Tuz ve Sıcaklık Streslerine Tepkilerinin Çimlenme ve Fide
Gelişim Dönemlerinde İncelenmesi

Berna Baki Adiller

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Endüstri Bitkileri Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Demir KAYA

Mayıs 2022

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Mehmet Demir KAYA danışmanlığında hazırlamış olduğum “Bazı Aspir Çeşitlerinin Farklı Tuz ve Sıcaklık Streslerine Tepkilerinin Çimlenme ve Fide Gelişim Dönemlerinde İncelenmesi” başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 20/05/2022

Berna Baki Adiller

ÖZET

Bu çalışmada bazı aspir çeşitlerinin (Balcı, Yekta, Linas ve Olas) çimlenme ve fide gelişim dönemlerinde farklı sıcaklık (10, 18 ve 25 °C) ve tuz konsantrasyonlarına (kontrol, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM) tepkileri incelenmiştir. Çalışma, 2021 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde çimlenme ve saksı denemeleri olarak yürütülmüştür. Çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığı ile saksı denemesinde çıkış oranı, fide boyu, yaprak sayısı, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sıcaklığı, klorofil oranı, yaprak oransal su içeriği ve elektrolit sızıntısı özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, artan tuz dozlarına bağlı olarak aspir çeşitlerinin çimlenme indeksi, kök ve sürgün uzunluğu ve fide yaş ağırlığında azalma belirlenirken, ortalama çimlenme süresi artmıştır. Sıcaklığın azalması incelenen özelliklere negatif etkide bulunmuştur. Artan tuz streslerinde Linas ve Olas çeşitleri en yüksek çimlenme yüzdesi ve indeksini verirken, en düşük çimlenme süresi Olas ve Yekta çeşitlerinde tespit edilmiştir. Tüm tuz dozlarında çimlenme ve fide gelişimi özellikleri bakımından Linas çeşidinin üstün olduğu belirlenmiştir. Saksı denemelerinde artan tuz dozu çıkış oranı, fide boyu, yaprak sayısı, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığı, yaprak oransal su içeriğinde azalma belirlenirken, yaprak sıcaklığı, klorofil oranı ve elektrolit sızıntısı artmıştır. Linas çeşidi en düşük elektrolit sızıntısına sahip olmuştur. Sonuç olarak artan tuz dozu ve düşük sıcaklık stresine karşı aspir çeşitleri farklı tepkiler vermekte olup, Linas ve Olas çeşitlerinin bu stres koşullarında üstünlük gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Carthamus tinctorius* L., sıcaklık, NaCl, çimlenme, çıkış

SUMMARY

In this study, the responses of some safflower cultivars (Balçı, Yekta, Linas and Olas) to salt concentrations (control, 50, 100, 150, 200 and 250 mM) at different temperature stresses (10, 18 and 25°C) during germination and seedling development stages were investigated. The study was established as germination and pot experiments at the Department of Field Crop Faculty of Agriculture Eskişehir Osmangazi University in 2021. Germination percentage, mean germination time, germination index, root length, shoot length, seedling fresh and dry weight in germination experiment, emergence rate, seedling height, leaf number per plant, aboveground fresh and dry weight, leaf temperature, chlorophyll content, leaf relative water content and electrolyte leakage were measured. According to the results of the research, the germination index, root and shoot length and seedling fresh weight of the safflower cultivars decreased depending on the increasing salt doses, while the mean germination time increased. The decrease in temperature also caused a reduction in the investigated properties. Linas and Olas cultivars gave the highest germination percentage and index under increasing salt stress, while the lowest germination time was determined in Olas and Yekta cultivars. It was determined that Linas showed superiority in terms of germination and seedling growth characteristics at all salt doses. In pot experiments, increasing salt dose caused a decline in emergence rate, seedling height, number of leaves, aboveground fresh and dry weight, leaf relative water content, while leaf temperature, chlorophyll rate and electrolyte leakage increased. Linas had the lowest electrolyte leakage. As a result, safflower varieties gave different responses to increasing salt doses and low temperatures, and Linas and Olas were superior to these stress conditions.

Keywords: *Carthamus tinctorius* L., temperature, NaCl, germination, emergence

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vi
SUMMARY	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Materyal	14
3.2. Yöntem	14
3.3. Verilerin Elde Edilmesi	15
3.3.1. Çimlenme denemeleri	15
3.3.1.1. <u>Çimlenme yüzdesi (%)</u>	15
3.3.1.2. <u>Ortalama çimlenme süresi (gün)</u>	15
3.3.1.3. <u>Çimlenme indeksi</u>	16
3.3.1.4. <u>Kök uzunluğu (cm)</u>	16
3.3.1.5. <u>Sürgün uzunluğu (cm)</u>	16
3.3.1.6. <u>Fide yaş ağırlığı (mg/bitki)</u>	16
3.3.1.7. <u>Fide kuru ağırlığı (mg/bitki)</u>	16
3.3.2. Saksı denemeleri	17
3.3.2.1. <u>Çıkış oranı (%)</u>	17
3.3.2.2. <u>Fide boyu (cm)</u>	17
3.3.2.3. <u>Yaprak sayısı (adet/bitki)</u>	17
3.3.2.4. <u>Toprak üstü yaş ağırlık (mg/bitki)</u>	17
3.3.2.5. <u>Toprak üstü kuru ağırlık (mg/bitki)</u>	17
3.3.2.6. <u>Yaprak yüzey sıcaklığı (°C)</u>	17
3.3.2.7. <u>Klorofil oranı (SPAD)</u>	18
3.3.2.8. <u>Yaprak oransal su içeriği (%)</u>	18
3.3.2.9. <u>Elektrolit sızıntısı (%)</u>	18
3.3.2.10. <u>Toprak tuzluluğu (mS/cm)</u>	19
3.4. Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi	19
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	20

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.1. Çimlenme Denemeleri.....	20
4.1.1. Çimlenme yüzdesi.....	20
4.1.2. Ortalama çimlenme süresi.....	22
4.1.3. Çimlenme indeksi.....	24
4.1.4. Kök uzunluğu.....	27
4.1.5. Sürgün uzunluğu.....	29
4.1.6. Fide yaş ağırlığı.....	32
4.1.7. Fide kuru ağırlığı.....	34
4.2. Saksı Denemeleri.....	36
4.2.1. Çıkış oranı.....	36
4.2.2. Fide boyu.....	38
4.2.3. Yaprak sayısı.....	40
4.2.4. Toprak üstü yaş ağırlığı.....	41
4.2.5. Toprak üstü kuru ağırlığı.....	43
4.2.6. Yaprak sıcaklığı.....	45
4.2.7. Klorofil oranı.....	47
4.2.8. Yaprak oransal su içeriği.....	48
4.2.9. Elektrolit sızıntısı.....	50
4.2.10. Toprak tuzluluğu.....	52
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	54
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin yaprak sayıları (adet/bitki). Sütunlar üzerindeki harfler %5 düzeyinde farklılık gruplandırmalarını göstermektedir.....	41
4.2. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin yaprak oransal su içeriği (%). Sütunlar üzerindeki harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.	49
4.3. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin elektrolit sızıntısı (%). Sütunlar üzerindeki harfler %5 düzeyinde farklılık gruplandırmalarını göstermektedir.....	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	20
4.2. Artan tuz dozlarında incelenen aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.....	21
4.3. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	22
4.4. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki çimlenme süresi (gün) ortalamaları.....	23
4.5. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki çimlenme indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları	25
4.6. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki çimlenme indeksi ortalamaları	26
4.7. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki kök uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları.....	27
4.8. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki kök uzunluğu (cm) ortalamaları	28
4.9. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki sürgün uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları.....	29
4.10. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki sürgün uzunluğu (cm) ortalamaları	31
4.11. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki fide yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	32
4.12. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki fide yaş ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları.....	33
4.13. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki fide kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	34
4.14. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki fide kuru ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları.....	35
4.15. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki çıkış oranına ilişkin varyans analiz sonuçları	36
4.16. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki çıkış oranı (%) ortalamaları	37
4.17. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki fide boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları	38

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.18. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki fide boyu (cm) ortalamaları	39
4.19. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C sıcaklıktaki yaprak sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları	40
4.20. Farklı tuz dozları uygulanan aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki toprak üstü yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları.....	42
4.21. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki toprak üstü yaş ağırlık (mg/bitki) ortalamaları.....	42
4.22. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki toprak üstü kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	43
4.23. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki toprak üstü kuru ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları.....	44
4.24. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki yaprak sıcaklığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	45
4.25. Artan tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki yaprak sıcaklığı (°C) ortalamaları.....	46
4.26. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki klorofil oranına ilişkin varyans analiz sonuçları	47
4.27. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki klorofil oranı (SPAD) ortalamaları.....	48
4.28. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C sıcaklıktaki yaprak oransal su içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları	49
4.29. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin elektrolit sızıntısına ilişkin varyans analiz sonuçları	50
4.30. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki hasat sonrası toprak tuzluluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	52
4.31. Farklı tuz dozları uygulanan aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki hasat sonrası toprak tuzluluğu (mS/cm)	53

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

EC
%
NaCl
N
Cl
SO₄
Na
KCl
KNO₃

Açıklama

Elektriksel iletkenlik
Yüzde
Sodyum klorür
Azot
Klor
Sülfat
Sodyum
Potasyum Klorür
Potasyum Nitrat

Kisaltmalar

da
ha
t
g
mg
kg
m
cm
mL
L
mM
dS
V.K.
K.T.
S.D.
OÇS
°C
vd.
MPa
Ppm
GlyBet
MS
mS

Açıklama

Dekar
Hektar
Ton
Gram
Miligram
Kilogram
Metre
Santimetre
Mililitre
Litre
Milimolar
desiSiemens
Varyasyon kaynakları
Kareler Toplamı
Serbestlik Derecesi
Ortalama Çimlenme Süresi
Santigrat derece
Ve diğerleri
Megapaskal
Milyonda bir birim
Glisin Betainin
Megasiemens
Milisiemens

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Aspir bitkisi, tek yıllık, tohum, çiçek ve sapsarı ile farklı kullanım alanlarına sahip olan önemli bir yağ bitkisidir (Knowles, 1982). Özellikle tohumunda bulunan %25-40 oranında yağın %90'ı oleik ve linoleik asit olması nedeniyle yemeklik yağ kalitesi yüksek bir bitkidir (Baydar ve Erbaş, 2014). Oleik tipindeki aspir yağları, zeytinyağ kalitesindedir (Öztürk vd., 2007). Aspir yağında E vitamini fazla olan tokoferoller bulunmaktadır. Antioksidan özelliğinin yanısıra anti kolestrol etkisi nedeniyle kalp ve damar hastalarının diyet programında önemli yere sahiptirler (Pongracz vd., 1995). Ayrıca aspir yağı, biyodizel üretimine de uygun olup, son yıllarda bu alandaki önemi artmıştır.

Dünyada yağ bitkilerinin durumu incelendiğinde, ekim alanı bakımından ilk sırada soya yer almakta ve bunu kolza, yer fıstığı ve ayçiçeği izlemektedir. Aspir ise 816.699 ha ekim alanı, 653 bin ton üretim ve yaklaşık 80 kg/da verim ile 6. sırada yer almaktadır. En fazla aspir ekimi yapan ülkeler Kazakistan, Rusya ve Hindistan olup, Türkiye 11. sırada yer almaktadır (Anonim, 2022a). Ülkemizde ise yağ bitkilerinin durumu 2021 yılı verilerine göre incelendiğinde, en fazla ekim ve üretim %54'lük bir payla (2 milyon 215 bin ton) ayçiçeğinin yanında yer fıstığı (234 bin 167 ton), soya (182 bin ton), kolza (140 bin ton), susam (17 bin 657 ton) ve aspir (16 bin 200 ton) bitkileri üretilmiştir. Aynı yıl aspir ekim alanı 145.882 da ve verimi ise 112 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2022b). Ülkemizde aspir ekimi en fazla olan iller Ankara, Muş, Aksaray ve Konya olurken, Eskişehir'de 1.440 da ekim alanında, 151 ton üretim ve 110 kg/da verim alınmıştır. Eskişehir ilindeki aspir ekilişi bir önceki yıla göre 2021'de %78 oranında bir artış göstermiştir. Ekim alanı bakımından 18. sırada yer alan Eskişehir ilinde en fazla üretim Mihaliççık ilçesinde gerçekleşmiştir.

Ülkemizde yağ bitkileri tarımının yetersiz olmasından dolayı, bitkisel yağ ihtiyacımız olan yaklaşık 2 milyon ton yağın üretimi gerçekleştirilememektedir. Bu ihtiyaç ithalat yoluyla karşılanmaktadır. 2020 yılında yağlı tohum, bitkisel ham ve rafine yağ ile yağlı tohum küspesi ithalatına 4,2 milyar dolar değerinde döviz ödenmiştir (Anonim, 2022b). İthalatın azaltılarak, bitkisel yağ üretiminde kendine yeter duruma gelebilmek için mutlaka yağ bitkilerinin ekim alanını ve üretimini artırmamız gerekmektedir. Üretimin

artırılması, yağlı tohumlu bitkilerin ekim alanının ve verimlerinin artırılmasıyla gerçekleştirilebilir. Ancak tarım alanlarımız son yirmi yıl içerisinde yaklaşık 3 milyon hektar azalmıştır. Bu nedenle ekim alanlarının artırılma imkânı oldukça zayıftır. Bunun dışında yağ bitkilerinin verimleri 2 kat artırılabilir bile mevcut ekim alanları ile yağ ihtiyacımızı karşılayacak üretime ulaşamamaktadır (Kolsarıcı vd., 2015). Bu nedenle, arazilerin atıl halde bulunduğu yerlerde bu alanlara adapte olabilecek yağ bitkilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Aspir, adaptasyon sınırlarının geniş olması nedeniyle ülkemizin hemen her bölgesinde rahatlıkla yetiştirilebilmektedir. Ayrıca köklerinin toprağın derin katmanlarına inebilmesi ile toprağın farklı katmanlarındaki su ve besin maddelerinden yararlanabilmesi, dikenli ve dikensiz çeşitlerinin oluşu, kurağa, yüksek ve düşük sıcaklığa toleranslı olması aspir bitkisinin ülkemiz tarımı için önemini artırmaktadır (Kaya vd., 2009). Aspir, fazla bakım gerektirmeyen tahıl üretimi yapan bir işletmede bulunan alet-ekipmanla tarımı yapılabilen ve mekanizasyon problemi olmayan bir bitkidir. Kurağa toleranslı olduğundan yağışa dayalı tarım yapılan bölgelerde bile yeterli verim alınabilmektedir. Ayrıca, tuzluluğa orta derecede toleranslı bir bitkidir (Maas, 1986) ve bazı çeşitlerin tuzluluğa daha toleranslı olduğu bildirilmektedir (Bassil ve Kaffka, 2002; Kaya vd., 2003; Yeilaghi vd., 2012). Sıralanan bu özellikleri ile aspir özellikle ülkemizin karasal iklimin hakim olduğu yerlerdeki kıraç alanlarında üretim potansiyeli yüksek bir bitki olarak kabul edilmektedir.

Tuzluluk, dünyada olduğu gibi ülkemiz topraklarında da karşılaşılan en büyük sorunlardan biridir. Ülke genelinde içinde bulunduğu sıcak ve kurak iklim koşulları, düşük yağış miktarı ve özellikle tarımsal alanlarda yapılan yanlış sulama uygulamaları sonucu drenaj probleminin yaşandığı bu tip alanlarda tuzluluk problemi ortaya çıkmaktadır. Tuzluluk hem tarım topraklarını olumsuz etkilemekte hem de tuzluluk tehdidi altındaki topraklarda yetişen bitkilerde çok farklı olumsuzluklara neden olmaktadır. Tuz stresi; değişik tuzların toprak ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak tanımlanmakta ve geniş alanların tarım dışı kalmasına neden olmaktadır (Dölaslan ve Gül, 2012). Dünyada bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörleri arasında yer alan tuzluluk, sulanabilir alanların %20'sini, tarım arazilerinin ise %6-7'sini etkilemiş durumdadır. Tuzluluğun artışına bağlı olarak sürdürülebilir tarım alanlarının önümüzdeki 25 yıl içerisinde

%30'unun, 21. yüzyılın ortalarında ise %50'sinin etkisi altına alabileceği tahmin edilmektedir (Anonim, 2022a). Ülkemizde ise 1978 yılında yapılan Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası etütlerinde kullanılan tuzluluk ve alkalilik kriterlerine göre 1,518,722 ha alanda tuzluluk ve alkalilik sorunu tespit edilmiştir (Sönmez vd., 2008). Bununla birlikte FAO-UNESCO toprak haritalarına göre, ülkemizde işlenen alanların yaklaşık 2-2,5 milyon ha'ı tuzluluk problemi ile karşı karşıya olduğu bildirilmektedir.

Toprak tuzluluğu, bitkileri iki şekilde etkilemektedir. Birincisi, bitkilerin toprak çözeltisinden su alımını engelleyen ozmotik etki, ikincisi ise bitkilerdeki bazı fizyolojik olayları etkileyen toksik iyon etkisidir. Ayrıca tuzluluk nedeniyle topraklarda bulunan fazla miktarlardaki değişebilir sodyum ise, toprakta su geçirgenliğinin ve havalanmanın azalması gibi sorunlara neden olduğu için bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Bresler ve Charter, 1982; James vd., 1982). Toprak tuzluluğu, bitkinin transpirasyonu ve solunumu yanında, su alımını ve kök gelişimini azaltmaktadır. Bunun sonucunda bitkide hormon dengesi bozulmakta, fotosentez azalmakta, nitrat alımı düşerek protein sentezinde azalma görülmekte ve bitki boyu kısalmaktadır. Bu durum, bitkinin yaş ve kuru ağırlığını etkilediğinden çiçek sayısını azaltmakta, dolayısıyla verimin azalmasına neden olmaktadır (Sharma, 1980; Robinson vd., 1983).

Tuzluluk problemi, kurak ve yarı kurak bölgelerde, yağışın yetersiz olduğu bölgelerde doğal olarak bulunmaktadır. Tuzluluk problemi olan topraklarda Cl^- ve SO_4^{2-} tuzları dominant olarak bulunmakta ve doğadaki tuzluluk stresi genelde Na^+ tuzları ve NaCl tarafından ortaya çıkmaktadır (Özdemir ve Engin, 1994; Özcan vd., 2000). Bununla birlikte, bitkilerin tuz yoğunluklarına karşı gösterdikleri tepkiler farklıdır. Bazı bitkilerin tuza toleransı daha fazla olabileceği gibi bazı bitkilerde daha hassas olabilmektedir (Maas, 1986). Bitkiler tuza tolerans bakımından genellikle hassas, orta düzeyde hassas, orta düzeyde toleranslı ve toleranslı olarak değerlendirilmektedir (Sayed, 1985).

Tuzlu alanlar için toleranslı bitkilerin geliştirilmesi amacıyla uygulanabilecek klasik ıslah yöntemleri Flowers ve Yeo (1995) tarafından beş başlık altında toplanmıştır: 1- Tuzlu alanlarda alternatif halofit (tuzcul) bitkilerin yetiştirilmesi, 2- Tuza toleranslı yabani bitkiler ile melezlemeler, 3- Mevcut varyasyon içerisinde toleranslı bitkilerin seleksiyonu, 4- Mutasyon, doku kültürü ve tekrarlamalı seleksiyon gibi yöntemleri kullanarak

varyasyon oluşturmak ve 5- Toleranslı çeşit ışlah etmek yerine tuzlu alanlarda verim alınabilecek bitkileri yetiştirmek olarak sıralanmıştır. Elbette bu klasik ışlah yöntemlerinin yanında, tuza toleransı sağlayan genlerin biyoteknolojik yöntemler kullanılarak aktarılması da mümkündür (Flowers vd., 1997; Ashraf ve Akram, 2009; Turan vd., 2012)

Bitkilerde tuza toleransı etkileyen çeşitli faktörler vardır. Bunlar arasında, bitki türü, sıcaklık, tuz kompozisyonu, bitkinin gelişme dönemi, tuz seviyesi, çevresel değişkenler, toprak verimliliği ve kullanılan çeşitler sıralanabilir. Aspir tuzluluğa orta derecede toleranslı bir bitki olduğu ancak çeşitlere göre tuza tolerans bakımından farklılıkların bulunduğu çeşitli araştırcılar tarafından bildirilmektedir (Yermanos vd., 1964; Ghorashy vd., 1972; Mass, 1986; Bassil ve Kaffka, 2002; Kaya vd., 2003; Siddiqi vd., 2007; Singh vd., 2014). Aspir lkemiz için daha çok kurak ve yarı kurak alanlarda buğday-nadas tarımının yapıldığı alanlarda potansiyel bitki olarak görülmektedir. Soğuğa toleransı yüksek bir bitki olduğundan yüksek verim alınması için erken ekim yapılması önerilmektedir (ztrk ve Akın, 2000). Erken ekim koşullarında düşük toprak sıcaklığı çimlenme ve çıkışı geciktirmektedir. Bu nedenle, yürütülen bu çalışmada ülkemizde tescilli bazı aspir çeşitlerinin düşük sıcaklık ve tuzluluk koşullarında çimlenme ve fide gelişim özellikleri incelenmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Aspir bitkisi, orta derecede tuza toleranslı bitkiler grubunda yer aldığı için gerek dünyada gerekse ülkemizde tuzluluk ile ilgili yapılan çalışmalarda oldukça fazla yer almaktadır. Toleransı yüksek hat ve çeşitlerin geliştirilmesi veya mevcut genotipler arasından yüksek toleranslı bitkilerin seleksiyonu üzerine yapılmış oldukça fazla sayıda araştırma bulunmaktadır. Araştırmamızda, ülkemizde son yıllarda tescil ettirilmiş bazı aspir çeşitlerinin farklı sıcaklık ve tuzluluk koşullarında çimlenme ve fide gelişimi özellikleri incelenmiş ve bu konuda yapılan bazı çalışmaların özetleri aşağıda sırasıyla verilmiştir.

Bassil ve Kaffka (2002) toprak tuzluluğunun aspir bitkisinin büyüme, gelişme ve yağ oranı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, 1,8 ve 7,2 dS/m toprak tuzluluğuna sahip alanlarda, bitkileri normal (<1 dS/m) ve tuzlu su (6,7 dS/m) ile sulayarak yetiştirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda bitki boyunun tuzlu topraklarda 32 cm daha kısa olduğunu belirlemişlerdir. Tane ve yağ veriminin tuzlu topraklardan önemli bir şekilde etkilenmediğini ancak bin tane ağırlığı ve yağ oranında artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca hasat indeksinin de tuzlu koşullarda bitki biyomasındaki azalma nedeniyle daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak, aspir bitkisinin tuza toleransının yüksek olduğunu ve tuzlu alanlarda tarımı yapılabilecek bitkilerden birisi olduğunu bildirmişlerdir.

Ada vd. (2003) farklı tuz dozları (kontrol, 5, 10 ve 20 g/L) ve sıcaklıkların (10°C ve 20°C) üç aspir çeşidi (Dinçer, Remzibey ve Black Sun2) ve dört aspir hattının (A19, F4, I1 ve J19) çimlenme ve fide özelliklerine olan etkilerini inceledikleri çalışmada, 10°C ve 20°C sıcaklıklarda en yüksek çimlenme oranının (%93,88 ve 94,32), sürgün uzunluğunun (4,60 ve 8,72 cm), kök uzunluğunun (4,27 ve 6,54 cm), sürgün kuru ağırlığının (22,37 ve 25,99 mg) ve kök kuru ağırlığının (2,22 ve 2,47 mg) kontrol (saf su) grubu uygulamalarından elde edildiğini, tuz dozu arttıkça incelenen tüm özelliklerde düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir. 10°C ve 20°C sıcaklıklarda en yüksek tuz dozu konsantrasyonunda (20 g/L) çimlenme oranını %21,28 ve 26,66, sürgün uzunluğunu 1,32 ve 1,35 cm, kök uzunluğunu 1,04 ve 1,10 cm, sürgün kuru ağırlığını 8,05 ve 7,49 mg ve

kök kuru ağırlığını 0,83 ve 0,98 mg olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca düşük sıcaklıklarda erken ilkbahar ekimi için en uygun çeşidin ise Dinçer olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kaya vd. (2003) çalışmalarında üç yerli aspir çeşidinin (5-154 (dikensiz), Dinçer 5-118 (dikenli) ve Yenice 5-38 (dikenli)) farklı toprak tuzluluk seviyelerinde (0,8, 2,5, 5,1, 8,7, 13,0, 15,2 ve 23,0 dS/m) çimlenme ve fide gelişimlerini incelemişlerdir. Çeşitler arasında 23 dS/m tuzluluk seviyesinde en yüksek çıkış oranı (%23,35), kök uzunluğu (3,54 cm), fide boyu (4,97 cm), kök (7,23 mg) ve sürgün kuru ağırlığı (26,73 mg) ve kök/sürgün kuru ağırlık oranını (%20,77) 5-154 çeşidinde belirlemişlerdir. Bu çeşidin yüksek tuz konsantrasyonlarında daha yüksek kök ve sürgün tuzluluk stres indeksi verdiğini ve 5,1 dS/m tuz seviyesinde tüm çeşitlerin fide gelişiminin azaldığını belirlemişlerdir. İncelenen özellikler bakımından en yüksek değerlerin 5-154 (dikenli) çeşidinden elde edildiğini ve sonuç olarak tuzlu topraklarda aspir tarımı için dikenli çeşitlerin tercih edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Siddiqi vd. (2007) tuza toleranslı 10 aspir hattında (Safflower-31, Safflower-32, Safflower-33, Safflower-34, Safflower-35, Safflower-36, Safflower-37, Safflower-38, Safflower-39 ve Safflower-78) beş farklı tuz seviyesinin (0, 60, 120, 180 ve 240 mM NaCl) çimlenme ve fide özelliklerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmada, tuz seviyesinin artmasıyla tüm aspir hatlarının çimlenme yüzdesi, fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlığı değerlerinde önemli azalış gerçekleştiğini ve en yüksek azalışın 180 ve 240 mM tuz dozlarında olduğunu tespit etmişlerdir. 180 ve 240 mM tuz dozlarında, Safflower-31 ve Safflower-35 aspir hatlarının diğer hatlara göre daha yüksek çimlenme yüzdesi ve sürgün kuru ağırlığı verdiğini; Safflower-32, Safflower-33, Safflower-37, Safflower-38 ve Safflower-78 aspir hatlarının ise en düşük çimlenme yüzdesi ve sürgün kuru ağırlığı verdiklerini bildirmişlerdir.

Siddiqi ve Ashraf (2008) tuza toleranslı 10 aspir hattının (Safflower-31, Safflower-32, Safflower-33, Safflower-34, Safflower-35, Safflower-36, Safflower-37, Safflower-38, Safflower-39 ve Safflower-78) vejetatif dönemde uygulanan tuz dozlarında (0 ve 150 mM NaCl) inceledikleri çalışmada, tuz stresi ile sürgün yaş ağırlığı, nispi su oranı, su potansiyeli ve yaprak turgor potansiyeli hariç osmotik potansiyelinde önemli düşüşlerin belirlendiğini, tuz uygulanan Safflower-36, Safflower-37 ve Safflower-38 aspir hatlarının

sürgün ağırlıklarının diğer aspir hatlarına göre daha yüksek olduğunu, incelenen tüm özelliklerin tuz stresi ile azaldığını belirlemişlerdir.

Çulha ve Çakırlar (2011) çimlenme ve fide evresindeki aspir çeşitlerine (Remzibey-05, Yenice ve Dinçer) uygulanan farklı tuz dozlarının (kontrol, 75, 150, 225 ve 300 mM NaCl) etkilerini inceledikleri araştırmada, tuz dozlarının aspir çeşitlerinin çimlenme yüzdesi ve kök uzunluğunda azalmaya neden olduğunu, 150 mM tuz konsantrasyonunda çimlenme yüzdesi bakımından en yüksek değerlerin Yenice çeşidinde, en düşük değerlerin ise Remzibey-05 çeşidinde olduğunu belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda, 150 mM ve daha yüksek tuz konsantrasyonlarının üç aspir çeşidinin çimlenme yüzdesi, kök ve sürgün uzunluğunu olumsuz etkilediğini, çimlenme yüzdesinin kontrol ve 75 mM tuz uygulanan gruplara göre %50 oranında azaldığını, 150 mM ve daha yüksek konsantrasyonların kontrol gruplarına göre kök uzunluklarında %90, sürgün uzunluklarında ise %80 oranında azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda, kullandıkları çeşitleri tuza tolerans bakımından Yenice, Dinçer ve Remzibey olarak sıralamışlardır.

Karimi vd. (2011) aspir genotiplerinde (Gila, G1, G2, G3, G4, G5 ve Kino76) tuz stresinin (kontrol, 50, 100 ve 200 mM) çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, 50, 100 ve 200 mM tuz dozlarında genotiplerin kontrol gruplarına göre çimlenme yüzdesinin sırasıyla, %14, %38 ve %74 oranında; kök uzunluğunun sırasıyla %21, %50 ve %71 oranında, sürgün uzunluğunun ise sırasıyla %16, %31 ve %62 oranında azaldığını belirlemişlerdir. Özellikle 100 mM'dan yüksek tuz dozunda fidelerin kök tolerans indeksi ve uzunluk değerlerinde önemli azalmalar tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, tuza en dayanıklı genotipin G5 olduğunu belirlemişlerdir.

Khodadad (2011) çalışmalarında aspir genotiplerinin (KM5, KM8, KM12, KM19, KM47 ve Köse) tuz stresinin çimlenme ve erken fide büyümesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Üç tekerrürlü faktöriyel deneme deseni uygulanan bu çalışmada, aspir genotipleri tuzlu çözeltilerle (0, -0,3, -0,5, -1 ve -1,5 MPa NaCl) sulamışlardır. Uygulanan tuz dozlarının tüm aspir genotiplerin çimlenme yüzdesinde, kök ve sürgün uzunluğunda, çimlenme indeksinde ve ortalama çimlenme süresinde olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir. Aspir genotiplerinin çimlenme yüzdesinde azalma tespit etmişler, en fazla azalışın -1.5 MPa tuz uygulamasında olduğunu ve dozda Köse genotipinin (%97,3)

diğerlerine göre daha yüksek çimlenme yüzdesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kök ve sürgün uzunluğunun artan tuz dozuyla azaldığını, en yüksek kök uzunluğu değerlerinin KM5 (3,1 mm), KM12 (3 mm) ve Köse (2,8 mm) genotiplerinde, en düşük ise KM47 genotipinde (0,6 mm) olduğunu, sürgün uzunluğunda en yüksek değer KM12 (4,1 mm) genotipinde, en düşük değer ise KM47 (0,3 mm) genotipinde olduğunu belirtmişlerdir. Tüm özellikler incelendiğinde, maksimum tuz dozunda yüksek değer gösteren en dayanıklı genotipin Köse olduğu, en hassas olan genotiplerin ise KM5, KM8 ve KM47 olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Elouaer ve Hannachi (2012) tuzluluğun aspir bitkisinin çimlenme ve çıkış sonrası dönemdeki gelişimini inceledikleri çalışmada, beş tuz dozu (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 g/L NaCl) ile 20°C'de üç tohum uygulaması (kontrol, KCl (5 g/L 24 saat) ve NaCl (5 g/L 12 saat)) yapmışlardır. Çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, fide uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığı gibi özellikleri incelemişlerdir. Çimlenme yüzdesinin NaCl uygulamasında %82,3, KCl tohum uygulamasında %78,7 ve kontrolde %73,6 olduğunu, bu sebeple tohum uygulamasının, yapılmayana göre daha erken çimlendiğini ve daha uzun fideler oluştuğunu tespit etmişlerdir. Fide yaş ağırlığının kontrolde 3,04 g, en yüksek dozda 0,84 g olduğunu, fide kuru ağırlığının kontrolde 0,19 g, en yüksek dozda 0,06 g olduğunu ve artan tuz dozuyla belirgin bir azalma gösterdiğini vurgulamışlardır. Tuz stresi, tohum uygulamasında çimlenme indeksini, kök uzunluğunu, fide yaş ve kuru ağırlığını düşürmüştür. Tohum uygulamasının, tohum gücünü artırarak çimlenmeyi ve fide gelişimini iyileştiren bir teknik olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma sonucuna göre tohum uygulaması, özellikle tuz stresinin bulunduğu koşullarda çiftçilerin taleplerini karşılamak açısından etkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Ghazizade vd. (2012) aspir genotiplerinin (Arak2811, Golsefid, IL.111, Isfahan14, Isfahan28, Kashan, Köse, Mex.2-138, Mex.22-191 ve Shiraz) farklı tuz dozlarının (0, 5, 10 ve 15 dS/m NaCl) çimlenme ve fide gelişimindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, en yüksek ve en düşük çimlenme yüzdesinin sırasıyla Mex.2-138 (%99,16) ve IL.111 (%69,58) genotiplerinde olduğunu, en yüksek ve en düşük kök uzunlukları sırasıyla Isfahan 14 (19,52 cm) ve IL.111 (11,28 cm) genotiplerinde olduğunu tespit etmişlerdir. En yüksek ve en düşük sürgün uzunlukları sırasıyla Isfahan 14 (2,4 cm) ve IL.111 (0,12 cm) genotiplerinde ölçmüşlerdir. Seçtikleri aspir genotiplerinin fide gelişimi özellikle 10 ve 15

dS/m tuz dozlarından daha fazla olumsuz etkilendiğini tespit etmişlerdir. Araştırma sonucuna göre, çeşitler arasında tuzluluk stresinde daha yüksek çimlenme yüzdesi ve daha iyi bir fide büyümesi gerçekleştirmesi sebebiyle İsfahan 14 ve Golsefid genotipleri tuza toleranslı olduğunu, bu özelliklerde düşük değer gösterdiği için IL 11 genotipinin ise en hassas genotip olduğunu bildirmişlerdir.

Yeilaghi vd. (2012) tuzluluğun 64 aspir çeşidinin tohum yağ içeriği ve yağ asidi üzerine olan etkilerini inceledikleri çalışmada, bitkileri çıkıştan itibaren 21 gün süresince tuzlu olmayan su ($EC_w = 2$ dS/m) ve sonrasında tuzlu su ($EC_w = 12$ dS/m) ile sulamışlardır. Genotiplerin yağ içeriği kontrol koşullarında %23,4-35,5 ve tuzlu su koşullarında ise %19,9-32,8 arasında değiştiğini, tuz uygulaması ile tohum yağ içeriğinin azaldığını, genotipler arasındaki ortalama yağ içeriği azalmanın %7,7 olduğunu bildirmişlerdir. Tuzluluk stresi ile aspir genotiplerinin yağ veriminde %29 oranında azaldığını ancak, tuza toleranslı genotiplerde bu azalışın diğer genotiplere göre daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Oleik asit (C18:1) oranının kontrol koşullarında %11,6-18,9 arasında değiştiğini, tuzlu koşullarda ise %14,9-21,0 oranına yükseldiğini ve tuzluluğun oleik asit miktarını artırdığını belirlemişlerdir. Genotiplerin linoleik asit (C18:2) oranı ise stressiz koşullarda %70,8-78,7 iken, tuz stresinde %70-76 arasında değişim gösterdiğini ve linoleik asit oranının azaldığını, tuzlu koşullarda yağ verim ve kalitesini artırmak için yağ içeriği ve yağ asitleri bakımından geliştirilmiş çeşitlerin seçilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Echi vd. (2013) tuz stresinin (kontrol, 75, 140 ve 210 mg/L NaCl) aspir tohumlarına (Esfahan 14) ekim öncesi uygulanan Salisilhidroksamik asit (kontrol, 50, 75 ve 100 ppm) ile etkileşiminin çimlenme indeksi ve enzimler üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, aspir tohumlarının kontrol ve 210 mg/L uygulama gruplarında çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, fide kuru ağırlığı, fide yaş ağırlığı değerlerini sırasıyla, %77,27 ve %59,36; 44,65 ve 24,57 mm; 35,20 ve 15,67 mm; 18,14-6,67 mg; 103-32,74 mg olarak tespit edildiğini ve artan tuz seviyeleriyle birlikte incelenen özelliklerde önemli azalışların gerçekleştiğini bildirmişlerdir. İncelenen özelliklerin Salisilhidroksamik asit ile ön muamele edilen aspir tohumlarında da edilmeyenlere göre daha yüksek değerler verdiğini, tuzlu koşullarda ekim öncesi salisilhidroksamik asit ile ön

işleme tabi tutulan aspir tohumlarının çimlenme ve erken fide gelişim değerlerinin arttığını bildirmişlerdir.

Danicic vd. (2016) farklı tuz seviyelerinin (kontrol, 0,2, 0,6 ve 1,2 g/L NaCl) aspir bitkisinin büyüme ve gelişmesine olan etkilerini inceledikleri çalışmada, yaprak sayısı, kuru yaprak kütlesi/yaprak alanı, taze ve kuru ağırlık oranlarında tuz seviyelerinin artmasıyla birlikte önemli derecede azalışların olduğunu, 0,6 g/L tuz uygulamasında yaprak sayısının %11,6 oranında azaldığını, en düşük (0,9 mg/cm²) kuru yaprak kütlesi/yaprak alanının 1,2 g/L tuz uygulamasından elde etmişlerdir. Topraktaki yüksek tuz varlığında bitki köklerinin aşırı tuzlara daha fazla tolerans göstermesiyle bitki büyümesindeki azalışların genel olarak ilk başlarda sürgünlerde gerçekleştiğini ve bu azalmanın ilk olarak bitkilerin kütle ve yaprak alanında gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Kandil vd. (2016) KNO₃ ile tohum uygulaması yapılmış bazı aspir genotiplerinin (Hat 168, Hat 1697 ve Giza 1 hatları) farklı tuz konsantrasyonları (0, 3, 6, 9, 12, 15 ve 18 dS/m NaCl) altında çimlenmeye etkisinin incelendiği çalışmada, %2 NaCl (0,2 g/L) ve %3 KNO₃ (0,3 g/L) çözeltileriyle ayrı tohum uygulamaları yapıldığı belirtilmiştir. Çimlenme yüzdesi tohum uygulaması yapılmadığında ortalama %76,5 iken, KNO₃ uygulanan tohumlarda %80,4, NaCl uygulanan tohumlarda ise %78,4 olduğu tespit edilmiştir. Artan tuz dozlarında çimlenme yüzdesi (%28), çimlenme indeksi (%29,4) ve çimlenme oranı (%41) azalmıştır. Hatlar arasında çimlenme yüzdesi, çimlenme oranı ve enerjisi en fazla olan Hat 168, en düşük ise Giza 1 hattı olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, tuzun çimlenme ve çıkış üzerine olumsuz etkilerinin, Na⁺ ve Cl⁻ nin toksik etkisinden dolayı olduğu sonucuna varılmıştır.

Alasvandyari vd. (2017) glisin betainin (GlyBet) tuz stresiyle birlikte aspir bitkisinde oluşturduğu vejetatif ve fizyolojik değişimini incelemiştir. Farklı dozlarda (0, 50, 100 ve 150 mM) NaCl stresine maruz bırakıp, yapraklarına 0, 10, 30 ve 60 mM GlyBet uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, 30 ve 60 mM Glybet ile tohum uygulamasının kontrole göre 50 ve 100 mM tuz dozunda kök ve sürgün uzunluklarının arttığı, kontrolde Glybet (30 ve 60 mM) ile tohum uygulaması yapılan tohumların çimlenmesinin %65 arttığı, en yüksek stres uygulamasında (150 mM NaCl) ise çimlenmenin %23 arttığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda GlyBet uygulanan aspir tohumlarının tuz stresine

toleransının daha yüksek olabildiği ve GlyBet konsantrasyonunun daha yüksek seviyeye çıktığında (60 mM) diğer konsantrasyonlardan daha da etkili olabildiği tespit edilmiştir. GlyBet'in eksojen uygulaması tuzluluk stresinde aspir bitkisinin bitki büyümesi açısından yararlı bir adım olarak düşünülebileceği sonucuna varılmıştır.

Toprak ve Tunçtürk (2018) beş aspir çeşidinin (Linac, Balcı, Dinçer, Yenice ve Remzibey) kontrol ve 150 mM NaCl koşullarında fide gelişimini incelemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, tuz stresinin aspir bitkisinin bitki boyunu %7,9, yaprak sayısını %4,4, kök uzunluğunu %11,3, kök yaş ağırlığını %24 ve kök kuru ağırlığını %33,3 azalttığını belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda tüm çeşitlerde tuz stresinden dolayı olumsuz etkilerinin olduğunu, her çeşitte bu etkilerin farklı olduğunu ve tuz stresine en dayanıklı çeşidin Remzibey-05 ve en hassas olan çeşitlerin ise Dinçer ve Yenice olduğunu tespit etmişlerdir.

Fenner vd. (2019) çalışmalarında tuz stresinin aspir bitkisinin çimlenme ve erken dönemdeki fide gelişimini incelemişlerdir. Sera koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine göre 6 tekerrürlü olarak yürütmüşler ve saksılarda yetiştirdikleri bitkilere 0, 2, 4, 6 ve 8 dS/m dozlarında NaCl uygulamışlardır. Kök ve sürgün kuru ağırlığı, yaprak sayısı ve bitki boyunu incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, 2 dS/m tuz dozundan itibaren stresin olumsuz etkilerinin başladığını gözlemlemişlerdir. Tuz dozu 8 dS/m olduğunda bitki boyunun kontrole göre %41,5, yaprak sayısının %52,4, sürgün kuru ağırlığının %68, kök kuru ağırlığının %72 oranında azaldığını belirlemişlerdir. 6 ve 8 dS/m tuz uygulamalarının aspir bitkisinin morfolojik ve fizyolojik gelişiminin azaldığı sonucuna ulaşmışlardır.

Keleş (2019) Balcı aspir çeşidinin *in vitro* koşullarındaki çimlenmesi üzerine sodyum klorür'ün etkisi araştırılmıştır. Farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 75, 150 ve 300 mM) NaCl bulunan 1/4 MS ortamında inkübe edilerek büyüme odasında çimlenmeye bırakılmış, 3 haftalık kültür periyodu sonunda uygulanan tuzluluk faktörünün morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Balcı aspir çeşidinin çimlenme yüzdelerinde tuz faktörünün olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Kontrol grubunda %100 olan çimlenme yüzdesinin, 150 mM NaCl uygulamasında %30'a ve 300 mM uygulamasında ise %5'e düştüğü, fidelerin gelişimin oldukça yavaşladığı, 300

mM konsantrasyonda ise fide gelişiminin olmadığı bildirilmiştir. Artan tuz stresiyle fide yaş ağırlığında önemli bir azalma olduğu, kök uzunluğunda ortalama %74 oranında azalma, sürgün uzunluğunda ise ortalama %77 azalma olduğu tespit edilmiştir. Aspir bitkisinin, artan tuz konsantrasyonlarında fide uzunluğunu ve diğer organların biyo kütlelerinde düşüşe yol açtığı, tuz stresi altında aktif oksijen türleri çoklu doymamış yağ asitleri ile reaksiyona girerek lipid peroksil radikallerin oluşmasına neden olduğunu, ortaya çıkan bu radikallerin membran organizasyonu ve bütünlüğünün bozulmasına yol açarak bitki organlarının gelişmesini kısıtladığı belirtmiştir.

Gürsoy (2020) tuzlu ortamda kitosan ile yapılan ön işlemin aspir çeşitlerinin gelişimine ve antioksidan enzim aktivitelerine etkisi incelenmiştir. Tesadüf parselleri deneme desenine göre aspir çeşitlerine (Balcı, Linas ve Remzibey), kitosan (0, %0,2, %0,4 ve %0,6) ile ön işlem yapıldıktan sonra tuz (0 (kontrol), 50, 100 ve 150 mM NaCl) uygulanmıştır. Morfolojik (çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, fide boyu, kök ve fide yaş ağırlığı) ve biyokimyasal (klorofil, karotenoid, β -karoten ve likopen) parametreler incelendiğinde, tuz dozlarının olumsuz etkisine rağmen kitosan uygulamasının olumlu etkisi olduğu ve stres durumunda bitkilerin savunma aracı olan enzim aktivitelerinin artmasını teşvik ettiği belirtilmiştir. En uzun fide boyu (10 cm) Balcı çeşidinin kontrol ve %0,4 kitosanlı uygulamasında; en kısa fide boyu (6,40 cm) Balcı çeşidinin 150 mM NaCl ve %0,6 kitosanlı uygulamasında, en uzun kök uzunluğu (3,8 cm) Remzibey çeşidinin kontrol ve kitosansız uygulamasında, en kısa fide boyu (2,59 cm) Remzibey çeşidinin 150 mM NaCl ve %0,6 kitosanlı uygulamasında olduğu bildirilmiştir. Araştırma sonucunda tuzlu toprak koşullarında kitosan ön işlemi ile bitkilerin çimlenme ve fide gelişiminde ayrıca verim ve kalitesinde artış olabileceği bildirilmiştir.

Kurtuluş (2020) bazı aspir çeşitlerinin (Asol, Balcı, Dinçer, Linas ve Olas) farklı tuz dozlarına (saf su (kontrol), 100, 200 ve 300 mM NaCl) karşı çimlenme ve fide gelişimindeki etkilerini incelediği bu çalışmada, artan tuz dozuyla çimlenme oranı %7,7, çimlenme indeksi %32,3, çıkış oranı %87,1, fide uzunluğu %86, kök uzunluğu %76, fide yaş ağırlığı %77, tuza tolerans yüzdesi %82 azaldığı, fide kuru ağırlığı %19 ve çimlenme süresi %29 arttığı tespit edilmiştir. Araştırma bulgularına göre, aspir yetiştirilecek yerin tuz oranı 300 mM'e yakın ise sırası ile Linas ve Olas çeşitleri, 200 mM veya altında ise Dinçer ve Linas çeşitlerinin tercih edilmesi gerektiği bildirilmiştir.

Takıl (2020) çalışmalarında bazı tuz konsantrasyonlarında (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dS/m) bazı kolza çeşitlerinin (DK Exstorm, Elvis, DK Excalibur, ES Mercure, Orkan ve NK Caravel) çimlenme ve fide gelişim evresindeki değişimlerini incelemişlerdir. Artan tuz dozuyla birlikte çimlenme yüzdesinin %7,7, çimlenme indeksinin %29,4, kök %51,3 ve sürgün uzunluğunun %54,3, fide yaş ağırlığının %34,4, bitki ağırlığının %55, yaprak sayısının %25,8, yaprak oransal su içeriğinin %37 ve yaprak yüzey sıcaklığının %29,7 oranında azaldığını belirlemişlerdir. Ortalama çimlenme süresinin %24,8, fide kuru ağırlığının %9,7, hücre membran stabilitesinin %62,6 ve klorofil içeriğinin ise %18,2 oranında arttığı tespit edilmiştir. Araştırma sonucuna göre, kolza çeşitlerinin 10 dS/m tuz dozuna kadar toleranslı olduğunu, 15 dS/m tuz dozunda ise çimlenme ve fide gelişiminin azaldığını bildirmişlerdir. Seçilen çeşitler arasında tuz stresine daha fazla tolerans gösteren çeşitlerin DK Exstorm ve ES Mercure çeşitleri olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Tonguç vd. (2021) artan tuz konsantrasyonlarında (0, 60, 120, 180 ve 240 mM) bazı aspir çeşitlerinin (Gila, UC-1, Royal, US-10, Leed, AC Sunset, Lesaf 414, Quiriego 88, San Jose 89 ve FO2) çimlenme düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, artan tuz dozuyla birlikte çimlenme yüzdesinde azalma olduğunu, kontrolde en yüksek değeri aldığını (Leed %89), en düşük çimlenme yüzdesinin ise 240 mM tuz uygulamasında (FO2 %15) olduğunu, ortalama çimlenme süresinde artış olduğunu tespit etmişlerdir. Çimlenme aşamasında FO2 ve Leed çeşitlerinin tuz konsantrasyonuna daha duyarlı olduğunu çimlenme indeksine göre tespit etmişler, Royal ve US-10 çeşitlerinin ise diğer çeşitlere göre tuza daha dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir.

Yolci vd. (2021) çalışmalarında tuz stresinin (0, 100 ve 200 mM NaCl) bazı yerbuğdayı çeşitlerinin (Arıoğlu-2003 ve Gazipaşa) büyüme ve fizyolojik durumları üzerine etkisini incelemişlerdir. Üç tekerrürlü tesadüf parselleri deneme desenine göre iklim odasında gerçekleştirdikleri çalışmada, artan tuz dozlarının kök uzunluğunu (Arıoğlu-2003 %30,1 ve Gazipaşa %6,9), kök yaş ağırlığını (Arıoğlu-2003 %28,9 ve Gazipaşa %23,5), klorofil oranını (Arıoğlu-2003 %7,4 ve Gazipaşa %10,9) azalttığını, yaprakta iyon sızıntısını (Arıoğlu-2003 %56,6 ve Gazipaşa %75) ve yaprak sıcaklığını (Arıoğlu-2003 %4,5 ve Gazipaşa %7,5) arttırdığını belirlemişlerdir. Gazipaşa çeşidinin Arıoğlu-2003 çeşidine göre kısmen tuzluluğa daha dayanıklı olduğu tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırma, 2021 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tohum Bilimi ve Teknolojisi laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada tuz stresi oluşturmak amacıyla NaCl kullanılmıştır. Araştırmada, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilen Balcı ve Yekta çeşitleri ile Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ait Linas ve Olas aspir çeşitleri kullanılmıştır. Çeşitlerin özelliklerine ait bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

Balcı çeşidi, çiçek rengi sarı, tane rengi beyaz olan dikenli bir çeşittir. Yağ oranı %38-41 arasında olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2022c).

Yekta çeşidi, çiçek rengi sarı, tane rengi beyaz olan orta dikenli bir çeşittir. Yağ oranı %35-37 arasında olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2022d).

Linas çeşidinin çiçek rengi turuncu, tane rengi krem ve üzeri boyuna çizgili ve dikenli bir çeşittir. Ortalama yağ oranı %37-38 arasında olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2022e).

Olas çeşidi, çiçek rengi sarı, tane rengi krem ve üzeri boyuna çizgili ve dikenli bir çeşittir. Yağ oranının yaklaşık %39-40 arasında olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2022f).

3.2. Yöntem

Araştırmada aspir çeşitlerine ait tohumların farklı tuz konsantrasyonlarındaki çimlenme ve fide gelişim performansları, ISTA (2003) kurallarına göre hazırlanan standart çimlenme testleri ile belirlenmiştir. Çimlenme denemesinde, aspir çeşitleri her bir tekrerde elli adet tohum olacak şekilde dört tekerrürlü olarak (4×50) kurulmuş ve toplamda 200 adet tohum kullanılmıştır. Tohumlar filtre kağıdı arasına yerleştirilmiş ve kağıtlar kontrol (distile su), 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl çözümü ile sulanmıştır.

Daha sonra ağzı kilitli plastik torbalara konulan tohumlar, tamamen karanlık ortamda 25°C'ye ayarlanmış inkübatörde 10 gün süreyle çimlenmeye bırakılmıştır (ISTA, 2003). Çeşitlerin düşük sıcaklık ve tuz stresindeki çimlenme performanslarını belirlemek amacıyla serin ve soğuk test uygulanmıştır. Serin test 18°C, soğuk test ise 10°C sıcaklıkta yürütülmüştür (Şehirli, 1997). Tuz birikimi olmaması için iki günde bir kağıtlar değiştirilerek aynı konsantrasyonda solüsyondan eklenmiştir. Her gün tohumlar sayılarak kökçük uzunluğu 2 mm olan tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir.

Saksı denemesi dört tekerrürlü olarak hazırlanmış ve her tekerrürde 25 adet tohum kullanılmıştır. Plastik kaplarda (ebatları 17 × 23 × 7 cm) torf, perlit ve vermikülit (3:1:1 oranlı) karışımı hazırlanmıştır. Tohumlar iki santimetre derinliğe ekildikten sonra kaplar 15°C ve 20°C sıcaklıkta, %70 nispi nem koşullarında bitki büyütme kabinine alınmıştır. Saksılar kontrol, 50, 100 ve 150 mM olarak hazırlanan dört NaCl solüsyonu ile sulanmıştır. Ekimden itibaren 30 gün sonra denemeye son verilmiş, ölçüm ve gözlemler yapılmıştır.

3.3. Verilerin Elde Edilmesi

3.3.1. Çimlenme denemeleri

3.3.1.1. Çimlenme yüzdesi (%)

İki milimetre kökçük uzunluğuna sahip tohumların toplam tohum sayısına oranlanarak çimlenme oranı yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (ISTA, 2003).

3.3.1.2. Ortalama çimlenme süresi (gün)

Her gün çimlenen tohumlar sayılmış ve sonuçlar Ellis ve Roberts (1981)'in belirtmiş olduğu aşağıda verilen formülden yararlanılarak gün olarak hesaplanmıştır (3.1).

$$O.Ç.S. = (\sum Dn / \sum n) \times 100 \quad (3.1)$$

D: Sayım günündeki çimlenen tohum sayısı

n: Sayım yapılan gün sayısı

3.3.1.3. Çimlenme indeksi

Aşağıdaki formülle çimlenme indeksi hesaplanmıştır (Mares ve Mrva, 2001) (3.2).

$$\text{Çİ} = \frac{(5 \times N_1 + 4 \times N_2 + \dots + 1 \times N_5)}{(\text{toplam çimlenme gün sayısı} \times \text{çimlenmede kullanılan tohum sayısı})} \times 100 \quad (3.2)$$

N_1, N_2, \dots, N_5 : 1. günde, 2. günde, ..., 5. günde çimlenen tohum sayısı

3.3.1.4. Kök uzunluğu (cm)

Denemenin yedinci gününde her tekerrürden tesadüfen alınan on adet fidenin kök uzunluğu cetvel yardımıyla ölçülüp santimetre (cm) olarak belirlenmiştir.

3.3.1.5. Sürgün uzunluğu (cm)

Denemenin yedinci gününde her tekerrürden tesadüfen alınan on adet fidenin sürgün uzunluğu cetvel yardımıyla ölçülmüş ve santimetre (cm) olarak belirlenmiştir.

3.3.1.6. Fide yaş ağırlığı (mg/bitki)

Seçilen ve ölçümü yapılan on adet fidenin ağırlıkları hassas terazide tartılıp oranlanarak mg/bitki olarak hesaplanmıştır.

3.3.1.7. Fide kuru ağırlığı (mg/bitki)

Yaş ağırlıkları belirlenen fideler 80 °C'de 24 saat etüvde kurutulmuş ve hassas terazide tartılarak mg/bitki olarak hesaplanmıştır.

3.3.2. Saksı denemeleri

3.3.2.1. Çıkış oranı (%)

Kotiledon yaprakları toprak yüzeyinde görünür olduğunda çıkmış kabul edilmiştir (Goertz and Coons, 1989).

$$\text{Çıkış oranı (\%)} = (\text{Çıkan fide sayısı} / \text{toplam ekilen tohum sayısı}) \times 100$$

3.3.2.2. Fide boyu (cm)

Fidenin kök boğazı (toprak yüzeyi) ile tepe noktası arası ölçülerek santimetre (cm) olarak belirlenmiştir.

3.3.2.3. Yaprak sayısı (adet/bitki)

Hasat sırasında alınan 5'er adet fidenin üzerlerindeki yaprakların sayılarak yaprak sayısı adet/bitki olarak belirlenmiştir.

3.3.2.4. Toprak üstü yaş ağırlık (mg/bitki)

Hasattan sonra 5 adet fide toprak yüzeyinden kesilerek hassas terazide tartılmış ve toprak üstü yaş ağırlıkları mg/bitki olarak belirlenmiştir.

3.3.2.5. Toprak üstü kuru ağırlık (mg/bitki)

Toprak üstü yaş ağırlıkları ölçülen beş adet fide 80 °C'de 24 saat etüvde kurutulmuş ve hassas terazide tartılarak mg/bitki olarak belirlenmiştir.

3.3.2.6. Yaprak yüzey sıcaklığı (°C)

Her tekerrürdeki beş adet fidenin yaprak sıcaklıkları infrared lazer termometre ile ölçülmüş ve santigrat derece (°C) olarak ortalamaları alınmıştır.

3.3.2.7. Klorofil oranı (SPAD)

Hasat sırasında yaprakların klorofil ölçümü için ‐Konica Minolta SPAD502‐ portatif klorofil metre kullanılmıştır. Her tekerrürdeki beş fidenin üstten ikinci yaprağının ana damara yakınından alınarak ölçüm yapılmış ve SPAD birimi olarak belirlenmiştir.

3.3.2.8. Yaprak oransal su içeriği (%)

Hasatta her tekerrürden alınan beş adet yaprağın yaş ağırlıkları (Y.A.) belirlendikten sonra 4 saat saf suda bekletilmiş ve tartılarak turgor ağırlığı (T.A.) belirlenmiştir. Bu yapraklar 80 °C sıcaklıkta 24 saat etüvde kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları da (K.A.) belirlenerek aşağıdaki formülle birlikte yaprak oransal su içeriği (Y.O.S.İ.) yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Turner, 1986) (3.4).

$$Y.O.S.İ. (%) = [(Y.A.-K.A.) / (T.A.-K.A.)] \times 100 \quad (3.4)$$

Y.A.: Yaş ağırlık, K.A.: Kuru ağırlık, T.A.: Turgor ağırlık

3.3.2.9. Elektrolit sızıntısı (%)

Her tekerrürdeki beş fidenin üçüncü yapraklarından alınan 1 cm çapındaki on adet disk, 50 mL’ lik cam deney tüpüne 5 mL saf su koyulup içerisine konulmuştur. 15 mL daha saf su eklenerek tüpün ucu alüminyum folyo ile kapatılmıştır. Elektriksel iletkenlik (EC) ölçümleri için tamamen karanlık ortamda 20 °C sıcaklığa ayarlanmış inkübatör içinde 24 saat bekletilmiş ve daha sonra WTW 3.15 model EC metre ile ölçümleri yapılmıştır (T1). Daha sonra örnekler 121 °C’de 20 dakika otoklavda bekletildikten sonra 25 °C’ ye soğutulularak tekrar EC değerleri ölçülmüştür (T2). Aşağıdaki formül yardımıyla elektrolit sızıntısı hesaplanmıştır (Lutts vd., 1996) (3.5).

$$\text{Elektrolit Sızıntısı (\%)} = (T1 / T2) \times 100 \quad (3.5)$$

T1: Otoklavlanma öncesi EC değeri.

T2: Otoklavlanma sonrası EC değeri.

3.3.2.10. Toprak tuzluluğu (mS/cm)

Fideler hasat edildikten sonra toprak örnekleri 1 hafta ortamda kurutulmuş ve sonra 50 g örnek alınarak 24 saat boyunca 80 °C'de etüvde bekletilmiştir. Daha sonra bu topraklardan 10 g kuru örnek alınmış ve üzerine 100 mL saf su (1:10) eklenerek spatül ile karıştırılmıştır. 20°C sıcaklıkta 24 saat bekletildikten sonra EC değerleri WTW 3.15 EC metre yardımıyla mS/cm olarak ölçülerek tespit edilmiştir.

3.4. Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi

Deneme sonucunda elde edilen verilerin, dört tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme deseninde iki faktörlü (çeşit × tuz dozu) faktöriyel deneme düzeninde varyans analizi MSTAT-C paket programında yapılmıştır. Ortalama değerler arasındaki farklılıklar önemli bulunduğunda, önem düzeyleri Duncan Çoklu Karşılaştırma testiyle belirlenmiştir (Düzgüneş vd., 1987).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bazı aspir çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişim dönemlerinde farklı sıcaklık ve tuz streslerine tepkilerinin belirlenmesi amacıyla laboratuvar koşullarında çimlenme ve saksı denemeleri olarak yürütülen bu çalışmada, üç sıcaklıkta, dört aspir çeşidinin altı tuz seviyesinde çimlenme özelliklerinin yanısıra iki sıcaklık ve dört tuz dozunda çıkış özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar ayrı başlıklar halinde sırasıyla açıklanmıştır.

4.1. Çimlenme Denemeleri

4.1.1. Çimlenme yüzdesi

Farklı sıcaklıklarda aspir çeşitlerinin artan tuz konsantrasyonlarındaki çimlenme yüzdesi incelenmiş ve elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	25°C		18°C		10°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	95	9333	-	4976	-	7885	-
Çeşit (A)	3	6491	152**	3555	170**	2849	42**
Tuz dozu (B)	5	426	6**	406	12**	2220	19**
A × B	15	1391	7**	512	5**	1173	3**
Hata	72	1026	-	502	-	1644	-

** : %1 düzeyinde önemli

Çimlenme yüzdesi verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları incelendiğinde, tüm sıcaklıklarda aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu etkileşimini istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu Çizelge 4.1’de verilmiştir. Farklı sıcaklıklarda artan tuz dozlarına göre aspir çeşitlerinin çimlenme yüzdesi ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.2’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.2. Artan tuz dozlarında incelenen aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				Ortalama
	Balcı	Yekta	Linan	Olas	
25 °C					
Kontrol	98,0 ^{ab}	85,0 ^{fg}	100,0 ^a	100,0 ^{a*}	95,8 ^a
50	94,5 ^{abc}	85,5 ^{efg}	100,0 ^a	100,0 ^a	95,0 ^a
100	93,5 ^{bcd}	88,5 ^{def}	100,0 ^a	100,0 ^a	95,5 ^a
150	95,5 ^{abc}	63,0 ⁱ	100,0 ^a	100,0 ^a	89,6 ^b
200	96,0 ^{abc}	77,0 ^h	100,0 ^a	100,0 ^a	93,3 ^a
250	91,0 ^{cde}	80,5 ^{gh}	100,0 ^a	100,0 ^a	92,9 ^a
Ortalama	94,8 ^b	79,9 ^c	100,0 ^a	100,0 ^a	
18 °C					
Kontrol	96,0 ^{ab}	90,5 ^d	100,0 ^a	100,0 ^a	96,6 ^a
50	96,0 ^{ab}	90,5 ^d	100,0 ^a	100,0 ^a	96,6 ^a
100	96,0 ^{ab}	90,0 ^d	100,0 ^a	100,0 ^a	96,5 ^a
150	88,5 ^d	78,5 ^f	100,0 ^a	100,0 ^a	91,8 ^c
200	94,5 ^{bc}	83,5 ^e	100,0 ^a	100,0 ^a	94,5 ^b
250	91,0 ^{cd}	78,0 ^f	100,0 ^a	100,0 ^a	92,3 ^c
Ortalama	93,7 ^b	85,2 ^c	100,0 ^a	100,0 ^a	
10 °C					
Kontrol	94,0 ^{a-d}	83,5 ^{fgh}	96,5 ^a	92,5 ^{a-e}	91,6 ^a
50	95,0 ^{ab}	86,5 ^{c-g}	95,5 ^{ab}	92,0 ^{a-e}	92,3 ^a
100	92,5 ^{a-e}	86,5 ^{c-g}	96,5 ^a	90,5 ^{a-f}	91,5 ^a
150	93,0 ^{a-e}	78,0 ^h	94,5 ^{a-c}	89,5 ^{a-g}	88,8 ^a
200	94,5 ^{abc}	86,0 ^{d-g}	95,0 ^{ab}	86,5 ^{c-g}	90,5 ^a
250	82,5 ^{gh}	58,0 ⁱ	85,5 ^{efg}	87,5 ^{b-g}	78,4 ^b
Ortalama	91,9 ^{ab}	79,7 ^c	93,9 ^a	89,7 ^b	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde, 25°C sıcaklıkta Linan ve Olas çeşitlerinin çimlenme yüzdesi tüm tuz konsantrasyonlarında %100 olarak belirlenmiştir. Tuz dozunun artması ile birlikte Yekta çeşidinin çimlenme yüzdesinde, 150 mM NaCl uygulamasından itibaren diğer çeşitlere göre daha belirgin bir azalış gerçekleşmiştir.

Sıcaklık 18°C olduğunda, 50 ve 100 mM NaCl konsantrasyonlarındaki çimlenme yüzdesinde önemli bir azalma olmadığı, Linan ve Olas çeşitlerinin tüm tuz seviyelerinde

%100 çimlenme oranına sahip olduğu belirlenmiştir. En düşük çimlenme yüzdesi Yekta çeşidinin 250 mM tuz dozundan elde edilmiştir.

En düşük sıcaklık olan 10°C’de, diğer sıcaklıklara göre daha düşük çimlenme yüzdesi elde edilmiştir. Beklenildiği gibi, tuz dozlarının artmasıyla aspir çeşitlerinin çimlenme yüzdeleri azalmış, en fazla azalma kontrole göre %31 oranında Yekta çeşidinde tespit edilmiştir. Tüm aspir çeşitlerinde çimlenme yüzdesi ise 250 mM seviyesinde önemli şekilde azalmıştır.

Tuz stresinin artmasıyla çimlenme oranının azaldığı ancak düşük dozlardaki NaCl’nin çimlenme üzerine teşvik edici olduğu belirlenmiştir. Benzer bulguları Ada vd. (2003), Siddiqi vd. (2007), Çulha ve Çakırlar (2011) asperde, Uyanık vd. (2014), Kaya vd. (2005) ve Al-Thabet vd. (2004) kolzada bildirmişlerdir. Tuz stresinin, su alımını yavaşlatması, metabolik gelişmeleri engellemesi, iyon toksisitesine neden olarak çimlenmeyi önemli ölçüde olumsuz etkilediği Amor vd. (2005), Khan vd. (2006) ve Leblebici ve Işık (2018) tarafından da tespit edilmiştir. Araştırmacılar Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının düşük seviyede olduklarında toksik etki yapmadığını ve çimlenme oranını artırdığını belirlemişlerdir (Ekmekçi vd., 2005).

4.1.2. Ortalama çimlenme süresi

Farklı sıcaklıklarda, aspir çeşitlerinin artan tuz konsantrasyonlarındaki ortalama çimlenme süresi incelenmiş ve elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3’ de özetlenmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	25°C		18°C		10°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	95	16	-	20,2	-	92,9	-
Çeşit (A)	3	0,4	2,4**	2,4	14**	27,9	379**
Tuz dozu (B)	5	8,6	30,8**	12,6	43,3**	60,4	492**
A × B	15	3	3,6**	0,9	1,1**	2,9	7,8**
Hata	72	4	-	4,2	-	1,8	-

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.3'te belirtildiği gibi, ortalama çimlenme süresi bakımından üç sıcaklıkta da aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu etkileşimi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Artan tuz dozlarına göre aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki ortalama çimlenme süreleri ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki çimlenme süresi (gün) ortalamaları

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				Ortalama
	Balcı	Yekta	Linaz	Olas	
25 °C					
Kontrol	1,82 ^{g-j}	1,56 ^{ij}	1,54 ^j	1,83 ^{g-j*}	1,69 ^c
50	1,61 ^{ij}	1,73 ^{hij}	1,82 ^{g-j}	1,76 ^{hij}	1,73 ^c
100	1,84 ^{f-j}	1,74 ^{hij}	1,81 ^{g-j}	2,03 ^{d-h}	1,85 ^c
150	1,92 ^{e-j}	2,23 ^{c-f}	2,66 ^{ab}	1,83 ^{g-j}	2,16 ^b
200	2,08 ^{d-h}	2,19 ^{c-g}	2,36 ^{bcd}	1,94 ^{e-i}	2,14 ^b
250	2,56 ^{abc}	2,89 ^a	2,47 ^{bc}	2,29 ^{b-e}	2,55 ^a
Ortalama	1,97 ^{ab}	2,06 ^a	2,11 ^a	1,94 ^b	
18 °C					
Kontrol	2,15 ^{hij}	1,71 ^k	2,15 ^{hij}	1,87 ^{jk}	1,97 ^e
50	2,04 ^{ijk}	2,03 ^{ijk}	2,57 ^{d-g}	2,34 ^{f-i}	2,24 ^d
100	2,23 ^{g-j}	2,36 ^{f-i}	2,79 ^{b-e}	2,57 ^{d-g}	2,49 ^c
150	2,48 ^{e-h}	2,47 ^{e-h}	2,95 ^{a-d}	2,90 ^{a-d}	2,70 ^b
200	2,62 ^{c-g}	2,67 ^{c-f}	2,91 ^{a-d}	2,93 ^{a-d}	2,78 ^b
250	2,99 ^{abc}	2,98 ^{abc}	3,25 ^a	3,09 ^{ab}	3,07 ^a
Ortalama	2,42 ^c	2,37 ^c	2,77 ^a	2,61 ^b	
10 °C					
Kontrol	3,98 ^e	3,24 ^{fgh}	3,12 ^{ghi}	2,92 ⁱ	3,31 ^f
50	3,97 ^e	3,91 ^e	3,33 ^{fg}	3,02 ^{hi}	3,56 ^e
100	4,58 ^d	4,00 ^e	3,39 ^f	3,14 ^{ghi}	3,78 ^d
150	5,28 ^c	4,52 ^d	4,09 ^e	3,30 ^{fg}	4,30 ^c
200	5,87 ^b	5,41 ^c	4,64 ^d	4,46 ^d	5,10 ^b
250	6,18 ^a	6,00 ^{ab}	5,18 ^c	4,51 ^d	5,47 ^a
Ortalama	4,98 ^a	4,51 ^b	3,96 ^c	3,56 ^d	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Uygun sıcaklık (25°C) koşullarında, aspir çeşitlerinin ortalama çimlenme süresi artan tuz konsantrasyonları ile uzamıştır. Olas çeşidinde çimlenme süresinin %25 oranında arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte 150 mM ve üzerindeki NaCl konsantrasyonlarında en düşük çimlenme süresi Olas çeşidinden elde edilmiştir.

Ortam sıcaklığı 18°C'ye düştüğünde, aspir çeşitlerinin ortalama çimlenme süresi uzamıştır. En erken çimlenme 1,71 gün ile Yekta çeşidinin kontrol uygulamasında elde edilmiş ve artan tuz dozuyla birlikte en fazla artış sırasıyla Yekta (%74), Olas (%65), Linas (%51) ve Balcı (%39) çeşitlerinde belirlenmiştir. Balcı ve Linas çeşitleri kontrolde aynı seviyede başlamış, 250 mM tuz dozunda Linas çeşidi 3,25 gün ile en yüksek çimlenme süresine sahip olmuştur.

En düşük çimlenme sıcaklığı olan 10°C'de ise diğer sıcaklıklara göre çimlenme süresi daha uzun bulunmuştur. Tüm tuz dozlarında en kısa çimlenme süresi Olas, en uzun ise Balcı çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Artan tuz dozuyla çimlenme süresindeki artış sırasıyla Yekta (%85), Linas (%66), Balcı (%55) ve Olas (%54) çeşidinde belirlenmiştir.

Çimlenme süresi, tohumların çimlendiği ortamdaki hava ve suya, tohumun su alma kapasitesine ve sıcaklığa bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Uyanık vd., 2014). NaCl konsantrasyonu arttığında ortamdaki suyun osmotik basıncı da arttığı için tohumların su alımları yavaşlamakta ve böylece çimlenme gecikmektedir (Elouaer ve Hannachi, 2012). Na ve Cl iyonları fazla bulunması toksik etki yapmakta ve tuzlu ortamda suyun osmotik basıncı arttığı için çalışmamızda da artan tuz dozları ile aspir çeşitlerinin çimlenme süresinin uzaması bu bulguları destekler niteliktedir (Kurtuluş, 2020; Tonguç vd., 2021).

4.1.3. Çimlenme indeksi

Farklı sıcaklıklarda, aspir çeşitlerinin artan tuz dozlarındaki çimlenme indeksi incelenmiş ve elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5' de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki çimlenme indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	25°C		18°C		10°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	95	7539	-	2744	-	933	-
Çeşit (A)	3	1874	180**	395	73**	285	220**
Tuz dozu (B)	5	4937	285**	1921	213**	585	272**
A × B	15	479	9**	299	11**	32	5**
Hata	72	249	-	130	-	31	-

** : %1 düzeyinde önemli

Çimlenme indeksi bakımından yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5). Artan tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki çimlenme indeksi ortalamaları ve ortalamalar arasındaki farklılıkların gruplandırılması Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi, 25°C sıcaklıkta artan tuz dozu ile birlikte çimlenme indeksi azalmıştır. Linas ve Olas çeşitlerinin daha yüksek çimlenme indeksi verdiği ve en yüksek doz olan 250 mM NaCl konsantrasyonunda da Olas ve Linas çeşitlerinin üstünlüğü belirlenmiştir. Olas çeşidinin kontrol dışında tüm tuz seviyelerinde diğer çeşitlere göre çimlenme indeksinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Aspir çeşitlerinin 18°C sıcaklıktaki çimlenme indeksi artan tuz dozlarına bağlı olarak azalmış ve genel olarak 25°C'ye göre daha düşük değerler elde edilmiştir. Çimlenme indeksindeki azalışlar sırasıyla Yekta (%56), Olas (%47), Linas (%35) ve Balcı (%34) çeşitlerinde belirlenmiştir. Tüm tuz seviyelerinde en yüksek çimlenme indeksine Olas çeşidi sahip olmuştur.

Sıcaklık 10°C'ye düştüğünde, çimlenme indeksi de azalmıştır. Olas çeşidi 200 mM NaCl uygulaması dışında, tüm dozlarda en yüksek çimlenme indeksine, Balcı ve Yekta ise tüm tuz dozlarında en düşük çimlenme indeksine sahip çeşitler olmuştur.

Çizelge 4.6. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki çimlenme indeksi ortalamaları

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				Ortalama
	Balcı	Yekta	Linaz	Olas	
25 °C					
Kontrol	38,2 ^{cd}	35,6 ^{def}	45,2 ^a	43,7 ^{a*}	40,7 ^a
50	37,4 ^{cd}	33,1 ^f	42,6 ^{ab}	43,6 ^a	39,2 ^b
100	27,7 ^{gh}	33,4 ^f	36,4 ^{de}	40,1 ^{bc}	34,4 ^c
150	26,5 ^{ghi}	17,9 ^{mn}	28,2 ^g	39,2 ^c	28,0 ^d
200	23,8 ^{ijk}	21,1 ^{kl}	26,4 ^{ghi}	33,7 ^{ef}	26,2 ^e
250	18,8 ^{lm}	15,8 ⁿ	22,9 ^{jk}	25,1 ^{hij}	20,7 ^f
Ortalama	28,7 ^c	26,1 ^d	33,6 ^b	37,6 ^a	
18 °C					
Kontrol	24,0 ^{efg}	33,0 ^b	27,7 ^c	36,9 ^a	30,4 ^a
50	23,8 ^{efg}	25,6 ^{de}	24,7 ^{ef}	28,2 ^c	25,6 ^b
100	22,3 ^{ghi}	22,6 ^{f-i}	23,1 ^{fgh}	27,2 ^{cd}	23,8 ^c
150	19,0 ^{kl}	16,9 ^{mn}	21,5 ^{hij}	23,6 ^{efg}	20,2 ^d
200	19,2 ^{kl}	16,6 ^{mn}	20,1 ^{jkl}	20,9 ^{ijk}	19,2 ^e
250	15,9 ^{no}	14,5 ^o	18,1 ^{lm}	19,4 ^{kl}	17,0 ^f
Ortalama	20,7 ^d	21,5 ^c	22,5 ^b	26,0 ^a	
10 °C					
Kontrol	12,3 ^f	13,3 ^{de}	15,8 ^b	16,9 ^a	14,6 ^a
50	12,6 ^{ef}	11,9 ^{fg}	14,7 ^c	15,9 ^b	13,8 ^b
100	10,3 ^{hi}	11,2 ^{gh}	14,6 ^c	14,7 ^c	12,7 ^c
150	9,0 ^{jk}	8,9 ^{jk}	12,3 ^f	14,0 ^{cd}	11,0 ^d
200	8,2 ^k	8,2 ^k	11,1 ^{gh}	9,9 ^{ij}	9,3 ^e
250	6,7 ^l	5,0 ^m	8,5 ^k	10,0 ⁱ	7,6 ^f
Ortalama	9,8 ^c	9,7 ^c	12,8 ^b	13,6 ^a	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Her üç sıcaklıkta da artan NaCl dozları aspir çeşitlerinin çimlenme indeksinde azalmaya neden olmuştur. Aspir çeşitlerinde azalan ortam sıcaklığında da çimlenme indeksinde azalma olması beklenen bir sonuçtur. Tüm sıcaklıklarda çimlenme indeksi en yüksek değer olan Olas çeşidinden, en düşük değer olan ise Balcı ve Yekta çeşitlerinden elde edildiği tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar Kandil vd. (2016) tarafından artan tuz dozlarıyla aspir tohumlarının çimlenme indeksinin azaldığını bildirmiş, Tan vd. (2017) kolzada, Okçu vd. (2005) bezelyede ve Carpıcı vd. (2009) mısırdaki benzer sonuçlara ulaşmıştır.

4.1.4. Kök uzunluğu

Farklı sıcaklıklarda aspir çeşitlerinin artan tuz dozlarındaki kök uzunlukları incelenmiş ve elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7' de özetlenmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki kök uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	25°C		18°C		10°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	95	560	-	298	-	44,4	-
Çeşit (A)	3	169	1237**	49	433**	3,0	401**
Tuz dozu (B)	5	319	1400**	209	1106**	37,5	2990**
A × B	15	69	100**	37	66**	3,8	100**
Hata	72	3	-	3	-	0,2	-

** : %1 düzeyinde önemli

Kök uzunluğu verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de incelendiğinde, her üç sıcaklıkta da aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Artan tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki kök uzunlukları ve ortalamalar arasındaki farklılıkların gruplandırılması Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki kök uzunluğu (cm) ortalamaları

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				Ortalama
	Balcı	Yekta	Linas	Olas	
25 °C					
Kontrol	9,10 ^b	6,54 ^d	4,73 ^f	6,02 ^{e*}	6,60 ^a
50	8,41 ^c	6,60 ^d	3,53 ^{ij}	4,84 ^f	5,84 ^b
100	9,50 ^a	4,01 ^{gh}	3,75 ^{hi}	2,96 ^k	5,05 ^c
150	4,69 ^f	3,23 ^{jk}	3,54 ^{ij}	2,45 ^l	3,48 ^d
200	4,27 ^g	1,49 ^m	1,41 ^m	2,49 ^l	2,41 ^e
250	2,37 ^l	1,36 ^{mn}	1,07 ⁿ	1,37 ^{mn}	1,54 ^f
Ortalama	6,39 ^a	3,87 ^b	3,00 ^d	3,35 ^c	
18 °C					
Kontrol	7,52 ^a	4,51 ^{de}	4,49 ^e	5,26 ^b	5,44 ^a
50	7,57 ^a	2,94 ^{ij}	4,04 ^f	5,00 ^{bc}	4,89 ^b
100	4,79 ^{cd}	4,56 ^{de}	3,59 ^g	4,34 ^e	4,32 ^c
150	4,53 ^{de}	3,37 ^{gh}	3,17 ^{hi}	2,75 ^{jk}	3,46 ^d
200	2,69 ^{jk}	1,82 ^l	1,87 ^l	2,55 ^k	2,23 ^e
250	1,69 ^{lm}	0,81 ⁿ	1,53 ^m	0,94 ⁿ	1,24 ^f
Ortalama	4,80 ^a	3,00 ^c	3,11 ^c	3,48 ^b	
10 °C					
Kontrol	2,59 ^a	2,27 ^b	1,81 ^{de}	1,61 ^f	2,07 ^a
50	2,05 ^c	1,85 ^d	1,24 ^h	1,64 ^f	1,69 ^b
100	1,75 ^e	1,39 ^g	0,72 ^k	1,08 ⁱ	1,23 ^c
150	1,08 ⁱ	0,86 ^j	0,64 ^l	0,75 ^k	0,83 ^d
200	0,43 ^{mn}	0,50 ^m	0,59 ^l	0,46 ^{mn}	0,49 ^e
250	0,29 ^o	0,19 ^p	0,45 ^{mn}	0,37 ⁿ	0,33 ^f
Ortalama	1,37 ^a	1,18 ^b	0,91 ^d	0,99 ^c	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi, tuz konsantrasyonundaki artış aspir çeşitlerinin kök uzunluğunu olumsuz etkilemiştir. 25°C sıcaklıktaki tüm çeşitlerde tuz dozunun artmasıyla kök uzunluğunda belirgin bir düşüş olmuştur. En yüksek kök uzunluğu 9,50 cm ile Balcı çeşidinin 100 mM tuz dozunda, en az ise 1,07 cm ile Linas çeşidinin 250 mM tuz uygulamasında tespit edilmiştir. Tuz dozlarına bağlı olarak kök uzunluğundaki azalma Yekta çeşidinde %79, Linas ve Olas çeşidinde %77 ve Balcı çeşidinde %74 olmuştur.

18°C sıcaklıkta, çeşitler arasında en yüksek kök uzunluğu 7,57 cm ile Balcı çeşidinin 50 mM tuz uygulamasında, en düşük ise 0,81 cm ile Yekta çeşidinin 250 mM tuz

dozunda olduğu belirlenmiştir. Kök uzunluğundaki kontrolden 250 mM tuz seviyesine kadar en fazla azalış %82 ile Yekta ve Olas çeşitlerinde olurken, Balcı tüm dozlarda en fazla kök uzunluğuna sahip çeşit olmuştur.

Aspir çeşitlerinin kök uzunluğu 10°C’de daha düşük olduğu ölçülmüştür. En yüksek kök uzunluğu 2,59 cm ile Balcı çeşidinin kontrol uygulamasında, en düşük kök uzunluğu 0,19 cm ile Yekta çeşidinin 250 mM tuz dozunda gerçekleşmiştir.

Düşük dozlarda tuz, bitkinin kök uzunluğunda bir artışa neden olmuştur. Çünkü, düşük tuz dozu bitki besin elementi olarak etki göstermektedir (Kacar, 2009). Tuz konsantrasyonunun artmasıyla düşük stoma direnci organik madde alımında bitkiyi zora sokmaktadır (Danicic vd., 2016). Birçok tuzluluk araştırmalarında aspir ve diğer bitkilerde tuzluluğun, bitkinin kök ve fide gelişimini olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (Elkoca vd., 2003; Baydar ve Kara, 2010). Tuz stresine bağlı olarak kök uzunluğunun Çulha ve Çakırlar (2011) ve Khodadad (2011), Ghazizade vd. (2012) aspirde, Day vd. (2009) kolzada, Kiremit vd. (2017) ketende yaptıkları çalışmalarda kök uzunluğunun azaldığını bildirmişlerdir.

4.1.5. Sürgün uzunluğu

Farklı sıcaklıklarda, aspir çeşitlerinin artan tuz dozlarındaki sürgün uzunlukları incelenmiş ve elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki sürgün uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	25°C		18°C		10°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	95	318	-	87	-	2,7	-
Çeşit (A)	3	17	339**	6	484**	0,1	127**
Tuz dozu (B)	5	284	3415**	71,1	3429**	2,4	2066**
A × B	15	16	64**	9,6	154**	0,2	53**
Hata	72	1	-	0,3	-	0,1	-

** : %1 düzeyinde önemli

Aspir çeşitlerinin sürgün uzunlukları verileriyle yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, tüm sıcaklıklarda çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit \times tuz dozu etkileşimini istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9). Artan tuz dozlarına göre aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki sürgün uzunlukları ve ortalamalar arasındaki farklılıkların gruplandırılması Çizelge 4.10'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi, 25°C sıcaklıkta en yüksek sürgün uzunluğu kontrol uygulamasında 6,22 cm ile Balcı çeşidinde, en düşük ise 0,50 cm ile Balcı ve Yekta çeşitlerinin 250 mM tuz dozunda tespit edilmiştir. Tuz dozlarının artmasıyla çeşitler arasında sürgün uzunluğunda en fazla etkilenen çeşit %92 ile Balcı olmuş, bunu sırasıyla %88 ile Olas, %87 ile Yekta ve Linas çeşitleri izlemiştir. Yekta çeşidi bütün tuz dozlarında en düşük sürgün uzunluğuna sahip olmuştur. Ortalama en yüksek sürgün uzunluğu Balcı çeşidinde elde edilmiştir.

Sıcaklık 18°C'ye düştüğünde, tuz dozlarına bağlı olarak Linas ve Olas'ın sürgün uzunluğu sürekli azalmıştır. Balcı ve Yekta çeşitleri 250 mM tuz dozundaki sürgün uzunluğu 0,45 cm olarak ölçülmüştür. Sürgün uzunluğunda kontrole göre 250 mM tuz dozunda Olas çeşidinde %86'lık, Yekta çeşidinde de %73'lük bir azalış gerçekleşmiştir. Linas çeşidi en yüksek sürgün uzunluğuna sahip çeşit olmuştur.

Çizelge 4.10. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki sürgün uzunluğu (cm) ortalamaları

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				Ortalama
	Balcı	Yekta	Linaz	Olas	
25 °C					
Kontrol	6,22 ^a	3,98 ^e	4,94 ^c	4,82 ^{c*}	4,99 ^a
50	5,13 ^b	3,56 ^f	4,37 ^d	3,71 ^f	4,19 ^b
100	4,46 ^d	1,83 ^h	2,56 ^g	2,42 ^g	2,82 ^c
150	1,16 ^j	0,87 ^k	1,41 ⁱ	1,17 ^j	1,15 ^d
200	0,77 ^{klm}	0,55 ⁿ	0,91 ^k	0,81 ^{kl}	0,76 ^e
250	0,50 ⁿ	0,50 ⁿ	0,64 ^{lmn}	0,59 ^{mn}	0,56 ^f
Ortalama	3,04 ^a	1,88 ^d	2,47 ^b	2,26 ^c	
18 °C					
Kontrol	2,74 ^d	1,68 ^h	3,62 ^a	3,32 ^b	2,84 ^a
50	2,96 ^g	2,13 ^f	3,22 ^c	2,63 ^e	2,48 ^b
100	1,26 ^j	1,37 ⁱ	1,93 ^g	1,65 ^h	1,55 ^c
150	0,73 ^m	1,25 ^j	1,16 ^j	1,03 ^k	1,04 ^d
200	1,24 ^j	0,47 ⁿ	0,80 ^m	0,89 ^l	0,85 ^e
250	0,45 ⁿ	0,45 ⁿ	0,53 ⁿ	0,47 ⁿ	0,47 ^f
Ortalama	1,40 ^c	1,22 ^d	1,88 ^a	1,66 ^b	
10 °C					
Kontrol	0,63 ^{bc}	0,54 ^{ef}	0,60 ^{cd}	0,69 ^a	0,61 ^a
50	0,51 ^{fg}	0,61 ^{cd}	0,56 ^{de}	0,67 ^{ab}	0,59 ^b
100	0,48 ^g	0,60 ^{cd}	0,46 ^{gh}	0,51 ^{fg}	0,51 ^c
150	0,31 ^j	0,39 ⁱ	0,43 ^{hi}	0,55 ^{ef}	0,42 ^d
200	0,24 ^{kl}	0,26 ^k	0,22 ^{kl}	0,22 ^{kl}	0,23 ^e
250	0,19 ^l	0,23 ^{kl}	0,25 ^k	0,21 ^{kl}	0,22 ^e
Ortalama	0,39 ^d	0,44 ^b	0,42 ^c	0,47 ^a	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Diğer sıcaklıklara göre 10°C’de daha düşük sürgün uzunlukları elde edilmiştir. En yüksek sürgün uzunluğu 0,69 cm ile Olas çeşidinin kontrol uygulamasında, en düşük sürgün uzunluğu ise 0,19 cm ile Balcı çeşidinin 250 mM tuz dozunda belirlenmiştir. Bnezer şekilde Kaya vd. (2003), Karimi vd. (2011) ve Keleş (2019) tarafından artan tuz dozuyla aspride sürgün uzunluğunun azaldığını tespit etmişlerdir. Bybordi ve Tabatabaei (2009) ve Hu vd. (2018) kolzada, Delgado ve Sanchez-Raya (2007) ayçiçeğindeki sonuçlar araştırma bulgularımızı destekler özellikte bulunmuştur.

4.1.6. Fide yaş ağırlığı

Farklı sıcaklıklarda, aspir çeşitlerinin artan tuz konsantrasyonlarındaki fide yaş ağırlığı incelenmiş ve elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki fide yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	25°C		18°C		10°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	95	774150	-	422531	-	21507	-
Çeşit (A)	3	70731	422**	85126	1032**	4083	370**
Tuz dozu (B)	5	673559	2411**	298172	2170**	16481	896**
A × B	15	25837	31**	37254	90**	678	12**
Hata	72	4022	-	1979	-	265	-

** : %1 düzeyinde önemli

Fide yaş ağırlıkları verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları incelendiğinde, aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu Çizelge 4.11’de görülmektedir. Artan tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki fide yaş ağırlığı ortalamaları ve farklılık gruplandırılmaları Çizelge 4.12’de gösterilmiştir.

Aspir çeşitlerinin 25°C sıcaklıktaki tuz dozlarına göre fide yaş ağırlığının azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Fide yaş ağırlığında tuz stresine bağlı olarak en fazla azalma %79 ile Balcı çeşidinde, %75 ile Yekta ve Olas çeşitlerinde ve %73 ile Linas çeşidinde olmuştur. En yüksek fide yaş ağırlığı, 100 mM dışındaki tüm tuz dozlarında, Linas çeşidinde, en düşük ise Yekta çeşidinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki fide yaş ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				Ortalama
	Balcı	Yekta	Linas	Olas	
25 °C					
Kontrol	324,8 ^b	229,0 ^g	341,5 ^a	314,0 ^{c*}	302,3 ^a
50	264,0 ^e	199,8 ⁱ	275,0 ^d	244,5 ^f	245,8 ^b
100	244,0 ^f	124,5 ^l	211,0 ^h	165,5 ^j	186,3 ^c
150	110,5 ^m	77,5 ^{pq}	154,3 ^k	114,0 ^{lm}	114,1 ^d
200	85,3 ^{op}	66,0 ^r	119,0 ^{lm}	96,50 ⁿ	91,7 ^e
250	67,0 ^{qr}	56,8 ^r	91,0 ^{no}	79,0 ^p	73,4 ^f
Ortalama	182,6 ^b	125,6 ^d	198,6 ^a	168,9 ^c	
18 °C					
Kontrol	206,5 ^e	142,8 ^h	272,0 ^a	254,0 ^b	218,8 ^a
50	166,5 ^g	122,5 ⁱ	225,3 ^d	203,3 ^e	179,4 ^b
100	123,3 ⁱ	115,0 ^j	187,3 ^f	245,0 ^c	167,6 ^c
150	91,0 ^{kl}	76,3 ^m	136,5 ^h	109,8 ^j	103,4 ^d
200	74,3 ^m	57,8 ⁿ	93,8 ^k	85,3 ^l	77,8 ^e
250	58,3 ⁿ	57,8 ⁿ	89,0 ^{kl}	72,5 ^m	69,4 ^f
Ortalama	120,0 ^c	95,3 ^d	167,3 ^a	161,6 ^b	
10 °C					
Kontrol	81,8 ^b	69,8 ^e	90,8 ^a	84,3 ^b	81,6 ^a
50	65,5 ^{fg}	53,3 ^j	78,3 ^c	73,8 ^d	67,7 ^b
100	53,8 ^j	57,3 ⁱ	67,5 ^{ef}	62,0 ^h	60,1 ^c
150	47,0 ^k	45,8 ^k	63,0 ^{gh}	54,8 ^{ij}	52,6 ^d
200	39,3 ^l	40,3 ^l	55,3 ^{ij}	47,3 ^k	45,5 ^e
250	38,0 ^l	40,5 ^l	53,3 ^j	45,0 ^k	44,2 ^e
Ortalama	54,2 ^c	51,1 ^d	68,0 ^a	61,2 ^b	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Sıcaklık 18°C'ye düştüğünde, Olas çeşidinin 100 mM uygulamasındaki artış dışında, tüm çeşitlerin fide yaş ağırlığı artan tuz dozuyla azalmıştır. En yüksek fide yaş ağırlığı 272,0 mg/bitki ile Linas çeşidinin kontrol uygulamasında, en düşük ise 57,8 mg/bitki ile Yekta çeşidinin 200 ve 250 mM tuz dozlarında belirlenmiştir. Balcı çeşidinin fide yaş ağırlığı artan tuz dozuyla düzenli bir azalış göstermiştir.

En düşük sıcaklık olan 10°C'de, tüm NaCl dozlarında en yüksek fide yaş ağırlığı Linas çeşidinde belirlenmiştir. 250 mM NaCl uygulamasında çeşitler arasında en düşük fide yaş ağırlığı Balcı çeşidinde elde edilmiştir. Tuz dozuna bağlı olarak fide yaş

ağırlığındaki azalma %54 ile Balcı çeşidinde belirlenirken, bunu sırasıyla %47 ile Olas, %42 ile Yekta ve %41 ile Linas çeşitleri izlemiştir. Keleş (2019) aspirde, Bandeh vd. (2018) ve Takıl (2020) kolzada, Osuagwu ve Udogu (2014) ve Satu ve Shahrear (2019) yer fıstığında tuz dozunun artması ile fide yaş ağırlığının azaldığını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda tuz konsantrasyonlarındaki artış bitkilerin su içeriği, su potansiyelini olumsuz etkileyip bitkinin biyokütlesinde azalmaya neden olduğu Sıddıqi ve Ashraf (2008) tarafından belirlenmiştir.

4.1.7. Fide kuru ağırlığı

Farklı sıcaklıklarda aspir çeşitlerinin artan tuz konsantrasyonlarındaki fide kuru ağırlığı incelenmiş ve elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki fide kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	25°C		18°C		10°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	95	1325	-	1090	-	1170	-
Çeşit (A)	3	752	79,1**	925	201,4**	1005	242,0**
Tuz dozu (B)	5	118	7,5**	27	3,5**	16,6	2,4**
A × B	15	227	4,8**	28	1,2**	49,3	2,4**
Hata	72	1325	-	1090	-	1170	-

** : %1 düzeyinde önemli

Fide kuru ağırlığı bakımından yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, her üç sıcaklıkta da aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13). Artan tuz dozlarına göre aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki fide kuru ağırlığı ve ortalamaların farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 25°C, 18°C ve 10°C sıcaklıklardaki fide kuru ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				Ortalama
	Balcı	Yekta	Linaz	Olas	
25 °C					
Kontrol	23,5 ^{ghi}	20,5 ^j	22,5 ^{hij}	23,3 ^{hij*}	22,4 ^c
50	26,3 ^{d-g}	22,3 ^{hij}	27,3 ^{cde}	24,3 ^{f-i}	25,0 ^{ab}
100	27,0 ^{def}	20,5 ^j	33,3 ^a	23,5 ^{ghi}	26,1 ^a
150	25,0 ^{e-h}	20,5 ^j	31,8 ^{ab}	23,3 ^{hij}	25,1 ^{ab}
200	26,5 ^{def}	22,0 ^{ij}	29,8 ^{bc}	22,0 ^{ij}	25,1 ^{ab}
250	25,0 ^{e-h}	21,8 ^{ij}	28,3 ^{cd}	23,5 ^{ghi}	24,6 ^b
Ortalama	25,5 ^b	21,3 ^d	28,8 ^a	23,3 ^c	
18 °C					
Kontrol	25,8 ^{cde}	21,5 ^h	31,8 ^a	25,8 ^{cde}	26,2 ^{ab}
50	26,5 ^{cd}	22,5 ^{gh}	31,5 ^{ab}	25,3 ^{cde}	26,4 ^{ab}
100	27,0 ^c	24,0 ^{efg}	31,3 ^{ab}	26,0 ^{cde}	27,1 ^a
150	25,3 ^{cde}	21,3 ^h	31,8 ^a	25,3 ^{cde}	25,9 ^b
200	25,8 ^{cde}	22,0 ^h	29,8 ^b	24,8 ^{de}	25,6 ^b
250	25,3 ^{cde}	22,8 ^{fgh}	29,8 ^b	24,5 ^{def}	25,6 ^b
Ortalama	25,9 ^b	22,3 ^c	31,0 ^a	25,3 ^b	
10 °C					
Kontrol	27,5 ^c	23,3 ^{fgh}	31,0 ^{ab}	26,3 ^{cd}	27,0 ^a
50	25,3 ^{de}	21,0 ⁱ	30,3 ^b	26,0 ^{cd}	25,6 ^b
100	24,0 ^{efg}	23,0 ^{fgh}	32,0 ^{ab}	26,0 ^{cd}	26,3 ^{ab}
150	24,8 ^{def}	22,8 ^{gh}	32,3 ^a	26,3 ^{cd}	26,5 ^{ab}
200	24,8 ^{def}	23,3 ^{fgh}	31,0 ^{ab}	27,3 ^c	26,6 ^a
250	25,8 ^{cde}	21,5 ^{hi}	32,0 ^{ab}	25,8 ^{cde}	26,3 ^{ab}
Ortalama	25,3 ^c	22,5 ^d	31,4 ^a	26,3 ^b	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Çizelge 4.14 incelendiğinde, aspir çeşitlerinin 25°C sıcaklıkta artan tuz dozlarına farklı tepkiler verdiği belirlenmiştir. Artan tuz dozuyla birlikte fide kuru ağırlığı artmıştır. En yüksek fide kuru ağırlığı 100 mM NaCl uygulamasında 33,3 mg/bitki ile Linaz çeşidinde elde edilirken, en düşük kontrol, 100 ve 150 mM tuz dozunda 20,5 mg/bitki ile Yekta çeşidinde belirlenmiştir. Çeşitler arasında en düşük fide kuru ağırlığı Yekta çeşidinde, tuz uygulamalarında ise en yüksek değer Linaz çeşidinden elde edilmiştir. Artan tuz stresiyile birlikte fide kuru ağırlığı, Olas çeşidinde %1'lik artış gerçekleşirken, Linaz'ta %26'lık, Balcı ve Yekta çeşitlerinde ise %6'lık bir azalma belirlenmiştir.

Ortam sıcaklığı 18°C olduğunda, artan tuz dozları aspir çeşitlerinin fide kuru ağırlığını azaltmıştır. Linas çeşidinin en yüksek fide kuru ağırlığına sahip olduğu tespit edilmiştir. Linas çeşidinde %6, Olas çeşidinde %5 ve Balcı çeşidinde %2 oranında azalış belirlenirken, Yekta çeşidinin fide kuru ağırlığında %6 oranında artış tespit edilmiştir.

En düşük sıcaklık olan 10°C’de, artan tuz konsantrasyonlarına göre çeşitlerin fide kuru ağırlıklarında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Linas çeşidinde %3’lük artış gerçekleşirken, Yekta, Balcı ve Olas çeşitlerinde sırasıyla %8, %6 ve %2 azalma olduğu belirlenmiştir. En yüksek ortalama fide kuru ağırlığı Linas çeşidinde tespit edilmiştir. Çalışma bulgularımızla benzer olarak, artan tuz streslerine bağlı fide kuru ağırlığındaki azalma Siddiqi vd. (2007), Çulha ve Çakırlar (2011), Aymen vd. (2012), Harrathi vd. (2012), Zhang vd. (2015) ve Toprak ve Tunçtürk (2018) tarafından da bildirilmiştir. Sairam ve Srivastava (2002) tuz stresinin dokularda su içeriğinin, klorofil ve karotenoid miktarının azalmasına neden olduğu, bunun bitkide ağırlık kaybına sebep olduğunu belirtmektedir.

4.2. Saksı Denemeleri

4.2.1. Çıkış oranı

Saksı denemelerinde artan tuz konsantrasyonlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıktaki çıkış oranı ve elde edilen değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15’ de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki çıkış oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	20°C		15°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	63	13169	-	8702	-
Çeşit (A)	3	8974	829**	3566	240**
Tuz dozu (B)	3	1275	119**	3468	233**
A × B	9	2746	85**	1430	32**
Hata	48	173	-	238	-

** : %1 düzeyinde önemli

İki sıcaklıkta aspir çeşitlerinin çıkış oranı, çeşitler, tuz dozları ve çeşit × tuz dozu interaksiyonundan istatistiksel olarak %1 düzeyinde etkilendiği belirlenmiştir (Çizelge 4.15). Artan tuz dozlarına göre aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki çıkış oranı ve ortalamaların farklılık gruplandırılmaları Çizelge 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki çıkış oranı (%) ortalamaları

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				Ortalama
	Balcı	Yekta	Linaz	Olas	
20 °C					
Kontrol	88,0 ^b	63,8 ^g	74,0 ^f	80,0 ^{d*}	76,4 ^b
50	77,0 ^c	64,0 ^g	82,8 ^{cd}	81,3 ^{cd}	76,3 ^b
100	93,3 ^a	60,0 ^h	86,8 ^b	77,0 ^e	79,3 ^a
150	83,0 ^c	31,8 ^l	82,8 ^{cd}	72,0 ^f	67,4 ^c
Ortalama	85,3 ^a	54,9 ^d	81,6 ^b	77,6 ^c	
15 °C					
Kontrol	91,8 ^a	83,0 ^b	84,0 ^b	85,3 ^b	86,0 ^a
50	78,8 ^c	64,0 ^e	53,3 ^g	82,8 ^b	69,7 ^c
100	82,8 ^b	72,3 ^d	59,0 ^f	72,3 ^d	71,6 ^b
150	79,0 ^c	54,8 ^g	61,3 ^{ef}	73,0 ^d	67,0 ^d
Ortalama	83,1 ^a	68,5 ^c	64,4 ^d	78,3 ^b	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Çizelge 4.16 incelendiğinde, 20°C sıcaklıkta aspir çeşitlerinin çıkış oranı artan tuz dozuyla birlikte genel olarak azalmıştır. Çeşitler arasında tuz dozlarına bağlı olarak en fazla azalış %50 ile Yekta çeşidinin 150 mM tuz dozunda gerçekleşmiştir. Artan tuz dozu ile birlikte en yüksek çıkış oranı Balcı çeşidinde tespit edilmiştir. Çeşitlerin tuza karşı farklı tepkiler vermesi, çeşitlerin genetik yapısından kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Kurtuluş, 2020).

Düşük sıcaklıkta (15°C), artan NaCl dozları bütün çeşitlerin çıkış oranında genel olarak azalmaya neden olmuştur. Tuz dozları nedeniyle çıkış oranı en fazla etkilenen çeşit Yekta olurken, en yüksek çıkış oranı Balcı çeşidinden elde edilmiştir. Benzer bulgular Kaya vd. (2003) tarafından da tuzluluğun çimlenmeyi olumsuz etkilediği ve çıkışı geciktirdiği tespit edilmiştir.

4.2.2. Fide boyu

Saksı denemelerinde artan tuz konsantrasyonlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıktaki fide boyu bakımından elde edilen değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17' de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki fide boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	20°C		15°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	63	348	-	12,5	-
Çeşit (A)	3	13	70**	0,6	5**
Tuz dozu (B)	3	199	1075**	7,4	64**
A × B	9	133	239**	2,8	8**
Hata	48	3	-	1,8	-

** : %1 düzeyinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre, 20°C ve 15°C sıcaklıklarda yetiştirilen aspir çeşitlerinin fide boyu, çeşitler, tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu interaksiyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17). Artan tuz dozlarına göre aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki fide boyu ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.18' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki fide boyu (cm) ortalamaları

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				
	Balcı	Yekta	Linas	Olas	Ortalama
20 °C					
Kontrol	6,93 ^e	6,02 ^g	11,34 ^a	10,40 ^{b*}	8,67 ^a
50	6,97 ^e	7,65 ^c	7,49 ^c	6,55 ^f	7,16 ^b
100	7,07 ^{de}	4,47 ⁱ	3,44 ^j	7,43 ^{cd}	5,60 ^c
150	5,40 ^h	4,27 ⁱ	3,35 ^j	2,73 ^k	3,94 ^d
Ortalama	6,59 ^b	5,60 ^d	6,40 ^c	6,78 ^a	
15 °C					
Kontrol	2,12 ^{ab}	1,90 ^b	2,25 ^a	1,59 ^{cd}	1,96 ^a
50	1,55 ^{cde}	1,35 ^{def}	1,94 ^b	1,83 ^{bc}	1,67 ^b
100	1,37 ^{def}	1,48 ^{de}	1,26 ^{ef}	1,89 ^b	1,50 ^c
150	1,31 ^{def}	0,78 ^h	0,95 ^{gh}	1,07 ^{fg}	1,03 ^d
Ortalama	1,59 ^a	1,38 ^b	1,60 ^a	1,60 ^a	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Çizelge 4.18 incelendiğinde, 20°C sıcaklıkta tuz dozu arttıkça aspir çeşitlerinin fide boyu da olumsuz yönde etkilenmiştir. Tuz dozlarına bağlı olarak Linas ve Olas çeşitlerinin fide boyları kontrole göre 150 mM tuz dozunda sırasıyla %70 ve %74 oranında azalmıştır. Olas çeşidi en yüksek fide boyuna sahip çeşit olmuştur.

Beklendiği gibi, aspir çeşitlerinin fide boyları 15°C' de daha kısa olmuştur. En uzun fide boyu 2,25 cm ile Linas çeşidinin kontrol uygulamasında, en düşük 0,78 cm ile Yekta çeşidinin 150 mM tuz dozunda elde edilmiştir. Yekta ve Linas çeşitlerinin fide boyları 150 mM tuz dozunda kontrole göre belirgin bir azalış (%59 ve %58) göstermiştir. En uzun fide boyu Linas ve Olas çeşitlerinde tespit edilmiştir. Artan tuz dozu uygulamasıyla fide boyundaki azalmanın, osmotik basınç farklılıklarından, hücre çoğalmasında inhibisyon ve yapraklarda Na⁺ birikiminden kaynaklanabileceği öngörülmektedir (Munns ve Tester, 2008; Alasvandyari vd., 2017; Bina ve Bostani, 2017; Keleş 2019). Çalışmamıza benzer olarak bitkilerin fide uzunluğunun ve başka organlarının da artan tuz dozunun etkileşimiyle biyokütlelerinde azalmaya sebep olduğu Bassil ve Kaffka (2002), Kaya vd. (2003), Karimi vd. (2011), Sadeghi (2011), Çulha vd. (2011), Aymen vd. (2012), Harrathi vd. (2012), Echi vd. (2013), Çulha Erdal ve Çakırlar (2014), Alasvandyari vd. (2017), Toprak vd. (2018) ve Gürsoy (2020) tarafından da belirtilmiştir.

4.2.3. Yaprak sayısı

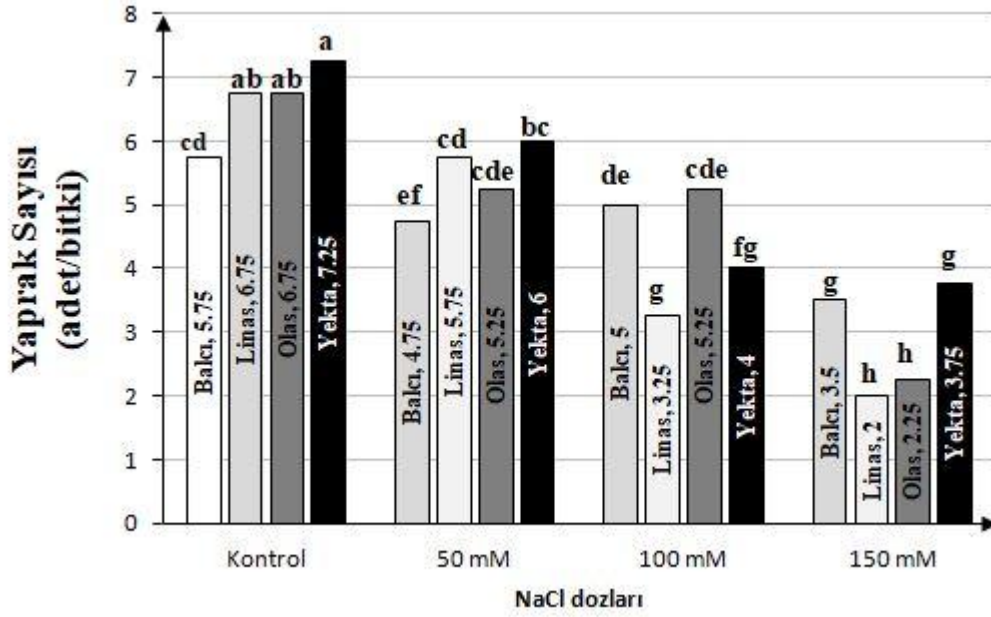
Saksı denemesinde aspir çeşitlerinin 20°C sıcaklıktaki artan tuz konsantrasyonlarında yaprak sayısı incelenmiş ve elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19’ da verilmiştir. 15°C sıcaklıkta ise aspir çeşitleri yeterli büyümeyi sağlayamadığından, yaprak sayıları verilmemiştir.

Çizelge 4.19. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C sıcaklıktaki yaprak sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	F Değeri
Genel	63	165	-
Çeşit (A)	3	5	6**
Tuz dozu (B)	3	122	128**
A × B	9	23	8**
Hata	48	15	-

** : %1 düzeyinde önemli

Yaprak sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları incelendiğinde, 20°C sıcaklıkta aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu etkileşimi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiş ve yaprak sayısı ortalamaları ile farklılık gruplandırmaları Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin yaprak sayıları (adet/bitki). Sütunlar üzerindeki harfler %5 düzeyinde farklılık gruplandırmalarını göstermektedir.

Artan tuz konsantrasyonlarının 20°C sıcaklıkta yetiştirilen aspir çeşitlerinin yaprak sayısını olumsuz etkilediği Şekil 4.1’de görülmektedir. Linas çeşidinde, artan tuz dozuyla yaprak sayısında %70 oranında azalma olmuştur. Bu çeşidi %67 ile Olas çeşidi izlemiştir. Yekta ve Balcı çeşitleri 150 mM tuz dozunda en fazla yaprak sayısına sahip çeşitler olmuştur. Bitkiler tuz stresine karşı bazı fizyolojik tepkiler vermekte ve genellikle yapraklarda sıcaklık yükselmesi ve stomaların kapanması şeklinde oluşan bu durumun tuz stresinde yeni yaprak oluşumunu azalttığı Sirault vd. (2009) ve Tiryaki (2018) tarafından bildirilmiştir. Çulha ve Çakırlar (2011), Sadeghi (2011), Danicic vd. (2016), Santangeli vd. (2019) ve Fenner vd. (2019) aspride, Korkmaz (2020) kolzada çalışmamıza benzer bulgular tespit etmişlerdir.

4.2.4. Toprak üstü yaş ağırlığı

Saksı denemesinde iki farklı sıcaklıkta ve farklı tuz konsantrasyonlarında yetiştirilen aspir çeşitlerinin toprak üstü yaş ağırlığı incelenmiş ve elde edilen değerlerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı tuz dozları uygulanan aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki toprak üstü yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	20°C		15°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	63	4903564	-	10863691	-
Çeşit (A)	3	139232	10**	1047016	20**
Tuz dozu (B)	3	4070294	292**	6259425	118**
A × B	9	470687	11**	2705151	17**
Hata	48	223351	-	852099	-

** : %1 düzeyinde önemli

Toprak üstü yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları incelendiğinde, 20°C ve 15°C sıcaklıklarda aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu Çizelge 4.25 'te görülmektedir. Artan tuz dozlarına göre aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki toprak üstü yaş ağırlığı ve ortalamaların farklılık gruplandırılmaları Çizelge 4.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki toprak üstü yaş ağırlık (mg/bitki) ortalamaları

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				Ortalama
	Balcı	Yekta	Linaz	Olas	
20 °C					
Kontrol	1677 ^{bc}	2298 ^a	2117 ^a	1700 ^{bc*}	1948 ^a
50	1428 ^{de}	1758 ^{bc}	2115 ^a	2273 ^a	1894 ^a
100	1661 ^{bc}	1252 ^{efg}	1589 ^{cd}	1848 ^b	1587 ^b
150	1091 ^g	1062 ^g	1177 ^{fg}	1313 ^{ef}	1161 ^c
Ortalama	1464 ^c	1592 ^b	1750 ^a	1783 ^a	
15 °C					
Kontrol	1075 ^a	883 ^{bc}	904 ^b	1102 ^a	991 ^a
50	583 ^{gh}	753 ^{de}	792 ^{cd}	641 ^{fg}	692 ^b
100	520 ^h	403 ⁱ	711 ^{def}	686 ^{ef}	580 ^c
150	377 ⁱ	211 ^j	345 ⁱ	214 ^j	287 ^d
Ortalama	639 ^a	563 ^b	688 ^a	661 ^a	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Çizelge 4.21 incelendiğinde, 20°C sıcaklıkta en yüksek toprak üstü yaş ağırlığı 2298 mg/bitki ile Yekta çeşidinin kontrol uygulamasında, en düşük 1062 mg/bitki ile

Yekta çeşidinin 150 mM tuz dozunda elde edilmiştir. Tüm çeşitlerde toprak üstü yaş ağırlığında belirgin bir düşüş olup, en yüksek ortalama değer Olas çeşidinde belirlenmiştir.

Sıcaklık 15°C'ye düştüğünde, artan tuz dozuyla birlikte toprak üstü yaş ağırlığı azalmaktadır. Balcı, Yekta, Linas ve Olas çeşitlerinin toprak üstü yaş ağırlığı 150 mM tuz dozunda, kontrol uygulamasına göre sırasıyla %65, %76, %62 ve %81 oranında azalma göstermiştir. Ortalama en yüksek toprak üstü yaş ağırlığı Linas çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Kuşvuran (2010) tarafından yapılan çalışmada tuz stresinin bitkilerin topraktan yeterli su alımını engellediğini, Önal ve Üney (2016) ise artan tuz uygulamasının bitki boyu ile yaprak sayısını azaltarak, toprak üstü yaş ağırlığını da azalttığını bildirmiştir. Çalışmamıza benzer olarak Keleş (2019) tuz stresinin toprak üstü yaş ağırlığının azaldığını belirlemiştir.

4.2.5. Toprak üstü kuru ağırlığı

Saksı denemesinde iki farklı sıcaklıkta, artan tuz konsantrasyonlarında aspir çeşitlerinin toprak üstü kuru ağırlıkları incelenmiş ve elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22' de özetlenmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki toprak üstü kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	20°C		15°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	63	18911	-	159392	-
Çeşit (A)	3	3635	351**	12568	29**
Tuz dozu (B)	3	13446	1298**	121295	285**
A × B	9	1664	54**	18718	15**
Hata	48	166	-	6811	-

** : %1 düzeyinde önemli

Toprak üstü kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları incelendiğinde, 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu Çizelge 4.22'de görülmektedir. Artan tuz dozlarına göre aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki

toprak üstü kuru ağırlığı ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.23'te gösterilmiştir.

Tuz stresinin artmasıyla 20°C sıcaklıkta aspir çeşitlerinin toprak üstü kuru ağırlığında azalma olduğu görülmektedir (Çizelge 4.23). En yüksek toprak üstü kuru ağırlığı 303 mg/bitki ile Yekta çeşidinin kontrol uygulamasında, en düşük 123 mg/bitki ile Yekta çeşidinin 150 mM tuz dozunda tespit edilmiştir. Artan tuz dozuyla Yekta çeşidinin toprak üstü kuru ağırlığında %59'luk bir düşüş gerçekleşmiştir. Ortalama en yüksek toprak üstü kuru ağırlığı Olas çeşidinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki toprak üstü kuru ağırlığı (mg/bitki) ortalamaları

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				Ortalama
	Balcı	Yekta	Linaz	Olas	
20 °C					
Kontrol	232 ^{cd}	303 ^a	260 ^b	250 ^{bc*}	261 ^a
50	172 ^f	193 ^e	225 ^d	235 ^{cd}	206 ^b
100	170 ^f	150 ^g	190 ^e	200 ^e	178 ^c
150	130 ^h	123 ^h	160 ^{fg}	158 ^{fg}	143 ^d
Ortalama	176 ^c	192 ^b	209 ^a	211 ^a	
15 °C					
Kontrol	73,0 ^a	56,0 ^d	66,3 ^b	67,3 ^b	65,6 ^a
50	46,8 ^e	45,3 ^{ef}	55,0 ^d	44,8 ^{ef}	47,9 ^b
100	43,0 ^f	23,0 ^h	58,8 ^c	46,3 ^e	42,8 ^c
150	34,8 ^g	9,8 ^j	35,0 ^g	20,3 ⁱ	25,0 ^d
Ortalama	49,4 ^b	33,5 ^d	53,8 ^a	44,6 ^c	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Düşük sıcaklık (15°C) koşullarında, en yüksek toprak üstü kuru ağırlık 73,0 mg/bitki ile Balcı çeşidinin kontrol uygulamasında, en düşük 9,8 mg/bitki ile Yekta çeşidinin 150 mM tuz dozunda belirlenmiştir. Tuz dozlarına bağlı olarak toprak üstü kuru ağırlığında Yekta çeşidinde %59, Balcı çeşidinde %44, Linaz çeşidinde %38 ve Olas çeşidinde %37'lik azalma tespit edilmiştir. Linaz çeşidinin kontrol uygulaması dışında tüm dozlarda toprak üstü kuru ağırlıkları yüksek bulunmuştur. Özkorkmaz ve Yılmaz (2017) tuz stresi ile birlikte bitkinin organik madde üretiminin kısıtlandığını ve bu da toprak üstü kuru ağırlığın azalmasına yol açtığını bildirmiştir. Araştırma bulgularımız Echi vd. (2013)

ve Elouaer ve Hannachi (2012) aspirde, Joaquin vd. (1982) soyada, Goertz ve Coons (1991) fasulyede, Özdemir ve Engin (1994) ve Karakullukçu (2008) nohutta belirlediği tuz stresinin toprak üstü kuru ağırlığını azalttığı sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

4.2.6. Yaprak sıcaklığı

Saksı denemelerinde 20°C ve 15°C sıcaklık koşullarında, farklı tuz konsantrasyonları uygulanarak yetiştirilen aspir çeşitlerinin yaprak sıcaklığı değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24’ te gösterilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki yaprak sıcaklığına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	20°C		15°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	63	242,5	-	42,9	-
Çeşit (A)	3	11,2	21,7**	9,9	15,3**
Tuz dozu (B)	3	10,3	412,9**	14,6	22,7**
A × B	9	8,2	6,7**	8,2	4,3**
Hata	48	9,5	-	10,3	-

** : %1 düzeyinde önemli

Yaprak sıcaklığı bakımından elde edilen verilerle yapılan varyans analiz sonuçları incelendiğinde, her iki sıcaklıkta da aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.24). Artan tuz dozlarına göre aspir çeşitlerinin yaprak sıcaklığı ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.25’te özetlenmiştir.

Çizelge 4.25. Artan tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki yaprak sıcaklığı (°C) ortalamaları

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				Ortalama
	Balcı	Yekta	Linaz	Olas	
20 °C					
Kontrol	19,2 ^{gh}	18,9 ^h	20,1 ^f	19,7 ^{fg*}	19,5 ^c
50	22,8 ^e	23,4 ^{cde}	23,8 ^{bc}	23,5 ^{bcd}	23,4 ^b
100	23,4 ^{b-e}	22,8 ^e	24,5 ^a	24,1 ^{ab}	23,7 ^a
150	24,6 ^a	23,4 ^{b-e}	24,7 ^a	22,9 ^{de}	23,9 ^a
Ortalama	22,5 ^b	22,1 ^c	23,3 ^a	22,5 ^b	
15 °C					
Kontrol	18,1 ^{bc}	18,3 ^b	18,4 ^b	18,0 ^{bc}	18,2 ^b
50	16,3 ^e	17,4 ^{cd}	18,3 ^b	16,9 ^{de}	17,2 ^c
100	16,8 ^{de}	18,6 ^{ab}	18,0 ^{bc}	18,2 ^b	17,9 ^b
150	18,4 ^b	18,3 ^b	19,2 ^a	18,2 ^b	18,5 ^a
Ortalama	17,4 ^c	18,1 ^{ab}	18,5 ^a	17,8 ^b	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Aspir çeşitlerinin 20°C sıcaklıktaki en yüksek yaprak sıcaklığı 24,7°C ile Linaz çeşidinin 150 mM tuz dozunda, en düşük ise 18,9°C ile Yekta çeşidinin kontrol uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 4.25). Yaprak sıcaklığında tuz dozlarına bağlı olarak en yüksek artış %28 ile Balcı çeşidinde elde edilmiş ve bunu sırasıyla %24 ile Yekta, %23 ile Linaz ve %16 ile Olas çeşitleri takip etmiştir. Linaz çeşidi ise bütün tuz dozlarında en yüksek yaprak sıcaklığına sahip çeşit olmuştur. En düşük ortalama yaprak sıcaklığı Yekta çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Artan NaCl dozlarında aspir çeşitlerinin 15°C sıcaklıkta yaprak sıcaklıkları incelendiğinde, Linaz dışında bütün çeşitlerin 100 mM tuz dozunda artış olduğu, Yekta çeşidinin kontrol ve 150 mm tuz dozundaki yaprak sıcaklıkları benzer bulunmuştur. En düşük ortalama yaprak sıcaklığı ise Balcı çeşidinde tespit edilmiştir. Yaprak sıcaklığının artması bitkinin strese girdiğinin ilk göstergelerinden biri olduğu, bunun transpirasyonu önlenmesi ve böylece radyasyonu çektiği Chaerle ve Van Der Straeten (2000) ve Bora (2015) tarafından bildirilmiştir. Takıl (2020) kolzada ve Yolci vd. (2021) yer fıstığında yaptığı çalışmada artan tuz stresinin yaprak sıcaklığını arttırdığını bildirmiştir.

4.2.7. Klorofil oranı

Saksı denemelerinde farklı tuz konsantrasyonlarında incelenen aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıktaki klorofil oranı incelenmiş ve elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26' da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki klorofil oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	20°C		15°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	63	28	-	3732	-
Çeşit (A)	3	270	157**	701	31**
Tuz dozu (B)	3	1915	1111**	2408	106**
A × B	9	140	27**	260	4**
Hata	48	28	-	362	-

** : %1 düzeyinde önemli

Klorofil oranı bakımından yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, 20°C ve 15°C sıcaklıkta aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu etkileşimini istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu Çizelge 4.26'da belirlenmiştir. Artan tuz dozlarına göre aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıktaki klorofil oranı ortalamaları ve istatistiksel olarak gruplandırmaları Çizelge 4.27'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki klorofil oranı (SPAD) ortalamaları

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				Ortalama
	Balcı	Yekta	Linaz	Olas	
20 °C					
Kontrol	42,1 ^h	35,1 ^j	41,2 ^h	36,6 ^{i*}	38,7 ^d
50	51,1 ^c	45,1 ^g	44,1 ^g	46,2 ^f	46,6 ^c
100	51,0 ^c	47,9 ^e	54,0 ^b	49,4 ^d	50,6 ^b
150	56,1 ^a	50,1 ^{cd}	53,4 ^b	53,5 ^b	53,2 ^a
Ortalama	50,1 ^a	44,5 ^d	48,2 ^b	46,4 ^c	
15 °C					
Kontrol	58,2 ^g	52,3 ^h	58,4 ^g	57,4 ^g	56,6 ^d
50	59,5 ^{fg}	59,9 ^{fg}	68,8 ^{cd}	63,3 ^{ef}	62,9 ^c
100	65,5 ^{de}	64,2 ^e	73,5 ^b	74,3 ^b	68,4 ^b
150	70,7 ^{bc}	67,0 ^{cde}	73,3 ^b	79,0 ^a	72,5 ^a
Ortalama	63,5 ^b	60,8 ^c	68,5 ^a	68,5 ^a	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Tuz dozunun artmasıyla 20°C sıcaklıkta yetiştirilen aspir çeşitlerinin klorofil oranı da artmıştır (Çizelge 4.27). Aspir çeşitlerinin yapraklarında klorofil oranları 35,1-56,1 SPAD arasında değişiklik göstermiştir. Yekta çeşidi 50 mM tuz dozu dışında tüm uygulamalarda en düşük klorofil oranına sahip olmuştur.

Sıcaklık 15°C'ye düştüğünde, aspir çeşitlerinin yapraktaki klorofil oranının daha yüksek olduğu görülmektedir. Yekta çeşidi bu sıcaklıkta da 50 mM tuz dozu dışında tüm uygulamalarda en düşük klorofil oranına sahip olmuştur. Benzer şekilde Munns ve Tester (2008) ve Hooks vd. (2019) yaprakların koyu yeşil olmasında yapraktaki suyun kloroplastları yaprağın yüzeyine yaklaştırmasıyla gerçekleştiği, tuzluluk stresinin de yaprağın büyüme ve gelişmesini azalttığı için birim yaprak alanına düşen kloroplast miktarının artmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Takıl (2020) kolzada tuz dozunun artmasıyla klorofil oranının arttığını belirterek çalışmamıza benzer sonuç elde edilmiştir.

4.2.8. Yaprak oransal su içeriği

Saksı denemesinde 15°C sıcaklıkta yeterli bitki gelişimi olmadığı için yaprak oransal su içeriği elde edilememiştir. 20°C sıcaklıkta farklı tuz konsantrasyonlarında

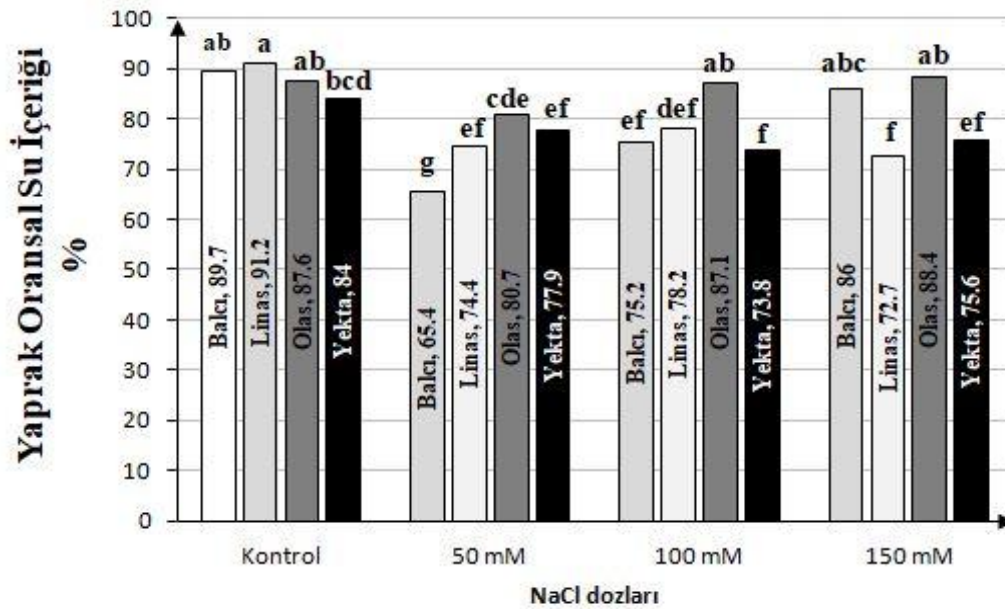
incelenen aspir çeşitlerinin yaprak oransal su içeriği değerler ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.28' de özetlenmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C sıcaklıktaki yaprak oransal su içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	F Değeri
Genel	63	4064	-
Çeşit (A)	3	655	14**
Tuz dozu (B)	3	1535	33**
A × B	9	1133	8**
Hata	48	740	-

** : %1 düzeyinde önemli

Yaprak oransal su içeriği bakımından yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, 20°C sıcaklıkta aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu Çizelge 4.28'de görülmektedir. Artan tuz dozlarına göre aspir çeşitlerinin 20°C sıcaklıktaki yaprak oransal su içeriği ortalamaları ve istatistiksel olarak gruplandırılmaları Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin yaprak oransal su içeriği (%). Sütunlar üzerindeki harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Şekil 4.2 incelendiğinde, aspir çeşitlerinin yaprak oransal su içeriklerinin %65,4-91,2 arasında değiştiği görülmektedir. Artan tuz stresine bağlı olarak aspir çeşitlerinin yaprak oransal su içeriği değişmiş ancak Olas çeşidinin tüm tuz dozlarında yaprak oransal su içeriğindeki değişim sınırlı kalmıştır. Aspir çeşitleri içerisinde en yüksek yaprak oransal su içeriği %91,2 ile kontrol uygulamasında Linas çeşidinden, en düşük ise %65,4 ile 50 mM NaCl dozunda Balcı çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitlerin yaprak oransal su içeriği 50 mM tuz dozunda belirgin bir azalma ve daha yüksek dozlarda dalgalanmalar belirlenmiştir. Srivastava vd. (1988) yaprak oransal su içeriğinin düşmesi, turgor kaybının bir göstergesi olduğunu ve bu durumun hücre büyümesi için gerekli olan suyu engellediğini bildirmiştir. Çalışma bulgularımız, Keleş (2019) aspirde tuz stresinin yaprak oransal su içeriğini azalttığını bildirdiği araştırma sonuçları ile desteklenmiştir. Ayrıca, Nguyen vd. (2005) çeltikte, Kavas vd. (2015) yer fıstığında ve Jamil vd. (2012) şeker pancarında, Saleh (2012) pamukta ve Jan vd. (2016) kolzada benzer sonuçlar elde etmiştir.

4.2.9. Elektrolit sızıntısı

Saksı denemesinde 15°C sıcaklıkta bitki gelişimi zayıf olduğu için elektrolit sızıntısını ölçebilecek sayıda yaprak elde edilememiştir. Dolayısıyla farklı tuz konsantrasyonlarında incelenen aspir çeşitlerinin 20°C sıcaklıktaki elektrolit sızıntısı incelenmiş ve elde edilen değerlerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir.

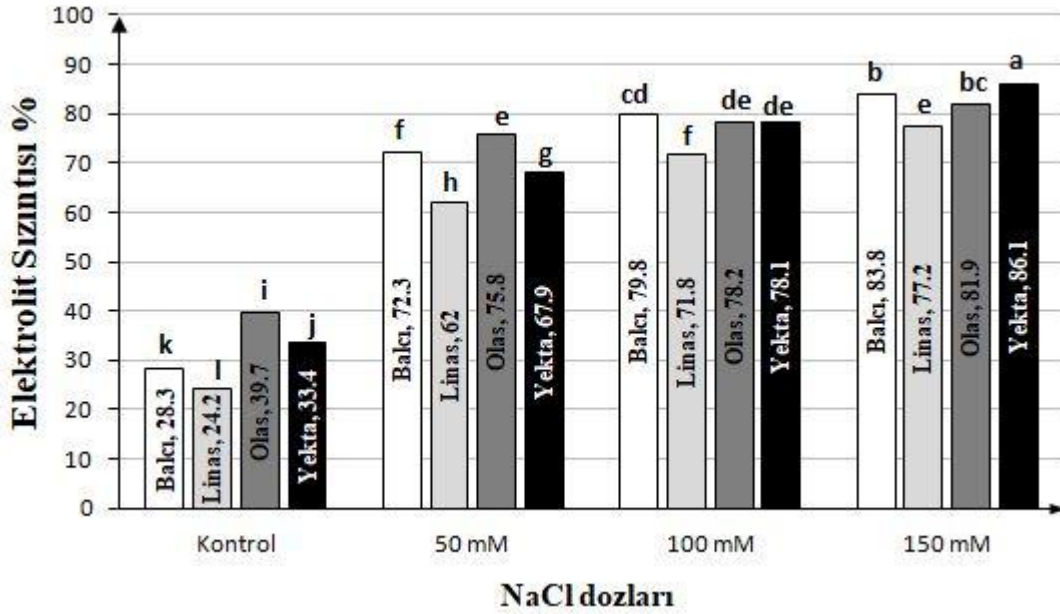
Çizelge 4.29. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin elektrolit sızıntısına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	F Değeri
Genel	63	26904	-
Çeşit (A)	3	905	118**
Tuz dozu (B)	3	25500	3338**
A × B	9	377	16**
Hata	48	122	-

** : %1 düzeyinde önemli

Elektrolit sızıntısı verileriyle yapılan varyans analiz sonuçları incelendiğinde, 20°C sıcaklıklarda aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu

interaksiyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu Çizelge 4.29'da görülmektedir. Artan tuz dozlarına göre 20°C sıcaklıkta yetiştirilen aspir çeşitlerinin elektrolit sızıntısı ve ortalamaların farklılık gruplandırmaları Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin elektrolit sızıntısı (%). Sütunlar üzerindeki harfler %5 düzeyinde farklılık gruplandırmalarını göstermektedir.

Şekil 4.3'te görüldüğü gibi, aspir çeşitlerinin artan tuz dozları sebebiyle hücre membran bütünlüğü bozularak iyon sızıntısında artış olduğu belirlenmiştir. Özellikle 50 mM NaCl dozunda iyon sızıntısında önemli ölçüde artış gerçekleşmiştir. Elektrolit sızıntısı en fazla 150 mM dozunda, en düşük kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Tüm tuz seviyelerinde en düşük elektrolit sızıntısı Linas çeşidinde belirlenmiştir. Devenci ve Tuğrul (2017) bitkiler tuz stresine maruz kaldığında membran bütünlüğünün bozulduğunu ve hücredeki suda eriyen maddelerin hücreler arası boşluklara geçip, dokunun elektriksel iletkenliğini yükselttiğini bildirmişlerdir. Çalışmamıza benzer olarak Sabagh vd. (2015) soyada, Takıl (2020) ve Korkmaz vd. (2020) kolzada tuz stresiyile elektrolit sızıntısının arttığını tespit etmişlerdir.

4.2.10. Toprak tuzluluğu

Saksı denemesinde bitkiler hasat edildikten sonra topraktaki tuz seviyeleri belirlenmiş ve elde edilen değerler ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.30' da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Farklı tuz dozlarında aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki hasat sonrası toprak tuzluluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	20°C		15°C	
		K.T.	F Değeri	K.T.	F Değeri
Genel	63	674	-	42488180	-
Çeşit (A)	3	1	3**	6118659	442**
Tuz dozu (B)	3	661	2517**	32949793	2380**
A × B	9	8	10**	3198178	77**
Hata	48	4	-	221549	-

** : %1 düzeyinde önemli

Hasat sonrası toprak tuzluluk değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları incelendiğinde, her iki sıcaklıkta da aspir çeşitleri ve tuz dozları arasındaki farklılıklar ile çeşit × tuz dozu interaksiyonunun istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.30). Artan tuz dozlarına göre 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki toprak tuzluluk değerleri ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.31'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.31 incelendiğinde, 20°C sıcaklıkta hasat sonrası toprak tuzluluğu 50 mM tuz uygulamasında belirgin bir artış göstermiştir. Tuz seviyesi 150 mM'a çıktığında ise tuzluluk 9,70 mS/cm, Yekta çeşidinde ise 8,34 mS/cm olarak ölçülmüştür. Olas, artan tuz dozuyla yüksek değere sahip çeşit olmuştur. Ortalama en düşük toprak tuzluluğu Linas çeşidinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı tuz dozları uygulanan aspir çeşitlerinin 20°C ve 15°C sıcaklıklardaki hasat sonrası toprak tuzluluğu (mS/cm)

Tuz Dozları (mM)	Çeşitler				Ortalama
	Balcı	Yekta	Linaz	Olas	
20 °C					
Kontrol	0,82 ^{fg}	0,87 ^f	0,40 ^g	0,65 ^{fg*}	0,68 ^d
50	3,69 ^e	3,97 ^e	3,65 ^e	4,00 ^e	3,83 ^c
100	7,40 ^c	7,52 ^c	6,62 ^d	7,14 ^c	7,17 ^b
150	8,63 ^b	8,34 ^b	9,69 ^a	9,70 ^a	9,09 ^a
Ortalama	5,14 ^b	5,17 ^{ab}	5,09 ^b	5,37 ^a	
15 °C					
Kontrol	1,40 ^g	1,56 ^{ef}	1,26 ^h	0,34 ^j	1,14 ^c
50	0,87 ⁱ	1,60 ^{ef}	0,92 ⁱ	0,93 ⁱ	1,08 ^d
100	1,59 ^{ef}	2,66 ^{cd}	1,54 ^f	1,66 ^e	1,86 ^b
150	2,60 ^d	3,21 ^a	2,73 ^c	2,88 ^b	2,86 ^a
Ortalama	1,62 ^b	2,26 ^a	1,61 ^b	1,45 ^c	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Sıcaklık 15°C'ye düştüğünde, toprak tuzluluğu Balcı ve Linaz çeşitlerinin 50 mM tuz dozunda azalışı dışında, tüm çeşitlerin artan tuz dozlarına bağlı olarak yükselmiştir. Balcı ve Linaz çeşitlerinde toprak tuzluluğu 50 mM tuz dozunda azalmasına rağmen, daha yüksek dozlarda artmıştır. En yüksek toprak tuzluluğu 3,21 mS/cm ile Yekta çeşidinin 150 mM tuz dozunda, en düşük ise 0,34 mS/cm ile Olas çeşidinin kontrol uygulamasında ölçülmüştür. Sulama suyuna uygulanan tuz dozundaki artışla deneme sonundaki toprağın tuzluluk değerinin de arttığı Güngör vd. (1993), Eröze ve Öztürk (1996), Kocaer ve Başkaya (2004) ve Parlak ve Özaslan Parlak (2006) tarafından da bildirilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde 2021 yılında işlenen toplam tarım alanı 23,4 milyon hektar'dır. Bunun 1 milyon 81 bin hektarı yağ bitkileri ekim alanını oluşturmaktadır. Dolayısıyla yağ bitkilerinin toplam tarım alanları içerisindeki payı %4,6 olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2022b). Bu ekim alanlarında ihtiyacımız olan yaklaşık 2 milyon ton bitkisel yağın ancak 1 milyon tonu üretilmektedir. Bu nedenle yağ bitkileri ekim alanlarının artırılması gerekmektedir. Tarım alanlarımızın son sınırına ulaştığı ve her yıl konut, otel, havaalanı, baraj, gölet, yol vb. amaçlarla kullanılmak üzere tarım alanlarından önemli kayıplar yaşanmaktadır. Tarım alanlarının azalması ve hızlı nüfus artışı nedeniyle marjinal alanların değerlendirilmesi ve bu alanlarda yetiştirilebilecek bitkilerle üretim yapılması zorunluluk haline gelmektedir.

Aspir sığağa, soğuga ve tuzluluğa toleranslı bir bitki olduğundan marjinal alanlarda yetiştirilebilecek bitkilerin başında gelmektedir (Kaya vd., 2003; Hussain vd., 2016; Emongor vd., 2015). Kurak alanlarda, erken ekim yapılması aspirden yüksek verim elde edilmesi bakımından son derece önemlidir. Ancak erken ekim koşullarında düşük toprak sıcaklığı tohumların çimlenmesi üzerine olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Yürütülen bu çalışmada, son yıllarda tescil edilmiş bazı aspir çeşitlerinin farklı tuz seviyeleri ve düşük sıcaklık streslerine tepkileri incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Çimlenme denemelerinden elde edilen sonuçlara göre, artan tuz dozlarına bağlı olarak aspir çeşitlerinin çimlenme indeksi, kök ve sürgün uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığında azalış, ortalama çimlenme süresinde ise artış olduğu tespit edilmiştir. Artan tuz dozu ile birlikte Linas ve Olas çeşitlerinin çimlenme yüzdesinde önemli bir değişiklik olmamıştır. Ancak, sıcaklığın 10°C'ye düşmesiyle tuz stresinin çimlenme üzerine olumsuz etkisi görülmüştür. Balcı çeşidi daha yüksek kök ve sürgün uzunluğu vermiştir. Yekta çeşidi ise genel olarak diğer çeşitlere göre tuz dozlarından daha fazla etkilenmiştir. Düşük sıcaklıklar çimlenme yüzdesi ve indeksinde azalmaya, ortalama çimlenme süresinde ise uzamaya neden olmuştur. Fide gelişimi de sıcaklığın azalmasıyla birlikte yavaşlamıştır. Düşük sıcaklıklarda (18°C ve 10°C) Balcı çeşidi daha yüksek kök uzunluğuna sahip olurken, Olas ve Linas çeşitlerinin sürgün uzunluğu daha yüksek bulunmuştur.

Saksı denemelerinde artan NaCl dozlarına bağlı olarak aspir çeşitlerinin fide gelişimi olumsuz etkilenmiştir. Tüm çeşitlerde azalan sıcaklık ve artan tuz dozuyla birlikte çıkış oranı, fide boyu, yaprak sayısı, toprak üstü yaş ağırlığı, toprak üstü kuru ağırlığı ve yaprak oransal su içeriğinde azalış tespit edilmiştir. Artan NaCl dozlarında aspir çeşitlerinin yaprak sıcaklığı ve klorofil oranı artmıştır. Tuz stresi bitkinin morfolojik özelliklerinde küçülmelere yol açmasından dolayı klorofil içeriğinin arttığı söylenebilir. Bitkiler su kaybını azaltmak için stomalarını kapatmakta ve böylelikle terleme engellendiğinden yaprak sıcaklığı artmaktadır. Aspir çeşitlerinin artan tuz dozu ile elektrolit sızıntısında artış belirlenmiş ancak çeşitler farklı tepkiler vermiştir. Deneme sonucunda artan tuz dozu ve azalan sıcaklıkla beraber aspir çeşitlerinin toprak tuzluluğunda artış gerçekleşmiştir. Düşük sıcaklıkta bitkilerin daha yavaş gelişmelerine, buharlaşma ile su kaybının daha az olmasına ve sulama suyu ihtiyacının daha az olmasına da bağlı olarak, toprak tuzluluğunun daha düşük gerçekleştiği söylenebilir. Linas ve Olas çeşitlerinin toprak EC değerinin diğer çeşitlere göre daha az olmasında bu çeşitlerin topraktan daha fazla Na⁺ iyonunu aldığı düşünülmektedir. Linas ve Olas çeşitlerinin artan tuz dozu ile birlikte toprak üstü yaş ve kuru ağırlığı daha yüksek bulunmuştur.

Sonuç olarak, aspir çeşitlerinin hem artan tuz streslerinde hem de düşük sıcaklıklara tepkileri farklı olmuştur. Balcı çeşidinin düşük sıcaklıktan daha az etkilendiği belirlenmiştir. Çeşitlerin çimlenme ve çıkış döneminde ortalama olarak tuza hassasiyetini incelendiğinde, aspir bitkisinin 150 mM tuz seviyesine kadar tolerans gösterdiği söylenebilir. İncelenen dört aspir çeşidi arasında, tuz dozlarından daha az etkilenen Linas ve Olas çeşitlerinin tuza daha toleranslı, Yekta çeşidinin ise hassas olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ada, R., Temory, Z., Dalgiç, H., 2003, Effect of diferent salt concentrations and temperatures on seed germination and seedling characters in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering, 7(11): 1086-1090.
- Al-Thabet, S.S., Leilah, A.A., Al-Hawass, I., 2004, Effect of NaCl and incubation temperature on seed germination of three canola (*Brassica napus* L.), Scientific Journal of King Fasial University, 5(1): 81- 91.
- Alasvandyari, F., Mahdavi, B., Hosseini, S.M., 2017, Glycine betaine affects the antioxidant system and ion accumulation and reduces salinity-induced damage in safflower seedlings, Archives of Biological Sciences, 69(1): 139-147.
- Amor, N.B., Hamed, K.B., Debez, A., Grignon, C., Abdelly, C., 2005, Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte *Crithmum maritimum* to salinity, Plant Science, 168: 889-899.
- Anonim, 2022a, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, erişim tarihi:12.04.2022
- Anonim, 2022b, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>, erişim tarihi:12.04.2022
- Anonim, 2022c, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gktaem/Belgeler/Tescilli%20Çeşitlerimiz/Aspir/balci.pdf>, erişim tarihi: 10.03.2022
- Anonim, 2022d, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gktaem/Belgeler/Tescilli%20Çeşitlerimiz/Aspir/aspir-yekta.pdf>, erişim tarihi:10.03.2022
- Anonim, 2022e, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=37>, erişim tarihi:10.03.2022
- Anonim, 2022f, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=170>, erişim tarihi:10.03.2022
- Ashraf, M., Akram, N.A., 2009, Improving salinity tolerance of plants through conventional breeding and genetic engineering: An analytical comparsion, Biotechnology Advances, 27: 744-752.
- Aymen, E.M., Kaouther, Z., Fredj, M.B., Cherif, H., 2012, Seed priming for better growth and yield of safflower (*Carthamus tinctorius*) under saline condition, Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 8(3): 135-143.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bandeh, A., Toorchi, M., Kholghi, M., Shakiba, M.R., 2018, An evaluation of canola genotypes under salinity stress at vegetative stage via morphological and physiological traits, *Pakistan Journal of Botany*, 50(2): 447-455.
- Bassil, E.S., Kaffka, S.R., 2002, Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to saline soils and irrigation: I. consumptive water use, *Agricultural Water Management*, 54(1): 67-80.
- Baydar, H., Kara, N., 2010, Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'in büyüme ve gelişme dönemlerinde vejetatif ve generatif organlarda kuru madde birikimi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(2): 148-155.
- Baydar, H., Erbaş, S., 2014, Yağ Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi, S.D.Ü. Yayınları, No: 97, 313s.
- Bina, F., Bostani, A., 2017, Effect of salinity (NaCl) stress on germination and early seedling growth of three medicinal plant species, *Adv. Life Sci.*, 4(3): 77-83.
- Bora, M., 2015, Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının biberde meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin belirlenmesi, Yüksek Lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 108 s, (yayımlanmamış).
- Bresler, E., Charter, D.L., 1982, *Saline and Sodic Soils*. Springer Verlag, Principles-Dynamics-Modelling, Berlin Heidelberg, New York. 227p.
- Bybordi, A., Tabatabaei, J., 2009, Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus* L.), *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37(2): 71-76.
- 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: 4918-4922.
- Chaerle, L., Van Der Straeten, D., 2000, Imaging techniques and the early detection of plant stress, *Trends in Plant Science*, 5(11): 495-501.
- Çulha, Ş., Çakırlar, H., 2011, Effect of salt stress induced by NaCl on safflower *Carthamus tinctorius* L. cultivars at early seedling stages, *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 39(1): 61-64.
- Çulha Erdal, Ş., Çakırlar, H., 2014, Impact of salt stress on photosystem II efficiency and antioxidant enzyme activities of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars, *Turk. J. Biol.*, 38: 549-560.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Danicic, M.M., Maksimovic, I.V., Putnik-Delic, M.I., 2016, Physiological and chemical characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in the presence of low salt concentrations, *Matica Srpska J. Nat. Sci. Novi Sad*,130: 85-91.
- Day, S., Kaya, M.D., Kolsarıcı, Ö., 2009, Bazı yazlık ve kışlık kolza (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) çeşitlerinin çimlenme ve çıkışı üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkisi, Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, Bildiriler (I): 19-22 Ekim, Hatay, s. 225-228.
- Delgado, I.C., Sanchez-Raya, A.J., 2007, Effects of sodium chloride and mineral nutrients on initial stages of development of sunflower life, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38: 2013-2027.
- Deveci, M., Tuğrul, B., 2017, Ispanakta tuz stresinin yaprak fizyolojik özelliklerine etkisi, *Akademik Ziraat Dergisi*, 6: 89-98.
- Dölarslan, M., Gül, E., 2012, Toprak bitki ilişkileri açısından tuzluluk, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(2): 56-59.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021(295): 10-13.
- Echi, R.M., Asli, D.E., Vajedi, S.J., Kashani, Z.F., 2013, The effect of seed pretreatment by salicylhydroxamic acid on germination indices of safflower under salinity stress, *Int. J. Biosci.*, 3(6): 181-189.
- Ekmekçi, E., Apan, M., Kara, T., 2005, Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(3): 118-125.
- Elkoca, E., Kantar, F., Güvenç, İ., 2003, Değişik NaCl konsantrasyonlarının kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme ve fide gelişmesine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(1): 1-8.
- Ellis, R.H., Roberts, E.H., 1981, The quantification of ageing and survival in orthodox seeds, *Seed Science and Technology*, 9: 373-409.
- Elouaer, M.A., Hannachi, C., 2012, Seed priming to improve germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under salt stress, *Euro Asian Journal of BioSciences Eurasia Journal Biosci.*, 8(3): 30-36.
- El Sabagh, A., Omar A.E., Saneoka, H., Barutcular, C., 2015, Comparative physiological study of soybean (*Glycine max* L.) cultivars under salt stres, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3): 269-284.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Emongor, V.E., Oagile, O., Kedikanetswe, B., 2015, Effects of plant population and season on growth and development of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as an ornamental plant, I International Symposium on Ornamentals in Africa, 1077 pp. 35-45.
- Eröze, A.Z., Öztürk, A., 1996, Farklı sulama suyu tuzluluk düzeyleri ve tabansuyu derinliklerinin havuç verimine ve toprak tuzluluğuna etkisi, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 2: 91-97.
- Fenner, W., Bonfim-Silva, E.M., da Silva, T.J.A., Martinez, T.S., Castañon, T.H.F.M., Dourado, L.G.A., 2019, Initial development of safflower submitted to irrigation water salinity levels, Journal of Agricultural Science (Toronto), 11(1): 200-208.
- Flowers, T.J., Yeo, A.R., 1995, Breeding for salinity resistance in crop plants-where next, Australian Journal of Plant Physiology, 22: 875-884.
- Flowers, T.J., Garcia, A., Koyama, M., Yeo, A.R., 1997, Breeding for salt tolerance in crop plants-the role of molecular biology, Acta Physiologiae Plantarum, 19(4): 427-433.
- Ghazizade, M., Golkar, P., Salehinejad, F., 2012, Effect of salinity stress on germination and seedling characters in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes, Annals of Biological Research, 3(1): 114-118.
- Ghorashy, S.R., Sionit, N., Kheradman, M., 1972, Salt tolerance of safflower varieties (*Carthamus tinctorius* L.) during germination, Agron. J., 64: 256-257.
- Goertz, S.H., Coons, J.M., 1989, Germination response of tepary and navy beans to sodium chloride and temperature, HortScience, 24(6): 923- 925.
- Goertz, S.H., Coons, J.M., 1991, Tolerance of tepary and navy beans to NaCl during germination and emergence, HortScience, 26(3): 246-249.
- Güngör, Y., Yurtseven, E., Artık, N., 1993, Sulama suyu tuzluluğunun soya kimyasal bileşimi üzerine etkisi, Turk. J. of Agric. and Forestry, 17: 443-449.
- Gürsoy, M., 2020, Effect of chitosan pretreatment on seedling growth and antioxidant enzyme activity of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under saline conditions, Applied Ecology and Environmental Research, 18(5): 6589-6603.
- Harrathi, J., Hosni, K., Karray-Bouraoui, N., Attia, H., Marzouk, B., Magné, C., Lachaâl, M., 2012, Effect of salt stress on growth, fatty acids and essential oils in safflower (*Carthamus tinctorius* L.), Acta Physiologiae Plantarum, 34(1): 129-137.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hooks, T., Niu, G., Ganjegunte, G., 2019, Seedling emergence and seedling growth of mustard and rapeseed genotypes under salt stress, *Agrosystems, Geosciences and Environment*, 2(1): 1-8.
- Hu, D.X., Wu, D.M., You, J.C., He, Y.J., Qian, W., 2018, Principal component analysis and comprehensive evaluation on salt tolerance related traits in *Brassica napus* L., *Botanical Research*, 7: 101-112.
- Hussain, M.I., Lyra, D.A., Farooq, M., Nikoloudakis, N., Khalid, N., 2016, Salt and drought stresses in safflower: a review, *Agronomy for Sustainable Development*, 36(1): 1-31.
- ISTA, 2003, International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Basserdorf, Switzerland.
- James, D.W., Hanks, R.J., Jurinak, J.J., 1982, *Modern Irrigated Soils*, John Wiley and Sons New York, 235s.
- Jamil, M., Ashraf, M., Rehman, S., Ahmad, M., Rha, E.S., 2012, Salinity induced changes in cell membrane stability, protein and RNA contents, *African Journal of Biotechnology*, 11(24): 6476-6483.
- Jan, S.A., Shinwari, Z.K., Rabbani, M.A., 2016, Morpho-biochemical evaluation of *Brassica rapa* ssp. for salt tolerance, *Genetika*, 48(1): 323-338.
- Joaquin, S.R., Dantur, N.C., Casanova, M.R., Bustos, V.N., 1982, Performance of soybean cv. Bragg under conditions of soil salinity in the field, *Revista Industrial Agrícola de Tucumen*, 31(2): 147-149.
- Kacar, B., 2009, *Toprak Analizleri*, Nobel Yayın No: 1387, 90: 459s.
- Kandil, A.A., Sharief, A.E., Kasım, M.F., 2016, Tuzluluk stresi altında bazı aspir çeşitlerinin tohum hazırlamadan etkilenen çimlenme karakterleri, *Int. J. Agron. Agric. Res.*, 9: 65-80.
- Karakullukçu, E., 2008, Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi, *Journal of Agricultural Sciences*, 14(04): 313-319.
- Karimi, N., Soheilikhah, Z., Ghasmpour, H.R., Zebarjadi, A., 2011, Effect of salinity stress on germination early seedling growth of different safflower (*Carthamus tinctorius* L.), *Journal of Ecobiotechnology*, 3(10): 7-13.
- Kavas, M., Akça, O.E., Akçay, U.C., Peksel, B., Eroğlu, S., Öktem, H.A., Yücel, M., 2015, Antioxidant responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seedlings to prolonged salt-induced stress, *Archives of Biological Sciences*, 67(4): 1303-1312.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kaya, M.D., Ipek, A., Öztürk, A., 2003, Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.), Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27(4): 221-227.
- Kaya, G., Kaya, M.D., Kolsarıcı, Ö., 2005, Bazı *Brassica* türlerinin çimlenme ve çıkışı üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri, Journal of Agricultural Sciences, 11(04): 448-452.
- Kaya, M.D., Bayramin, S., Kayaçetin, F., Katar, D., Şenay, A., 2009, Determination of proper gamma radiation (^{60}Co) dose to induce variation in safflower, Ziraat Fakültesi Dergisi-Süleyman Demirel Üniversitesi, 4(2): 28-33.
- Keleş, B., 2019, İn vitro kültür koşulları ve tuzluluk (NaCl) stresi altında çimlendirilen aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinde meydana gelen morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişimler, Yüksek Lisans tezi, Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 61s. (yayımlanmamış).
- Khan, M.A., Ahmed, M.Z., Hameed, A., 2006, Effect of sea salt and L-ascorbic acid on the seed germination of halophytes, Journal of Arid Environments, 67: 535-540.
- Khodadad, M., 2011, An evaluation of safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.), seed germination and seedling characters in salt stress conditions, African Journal of Agricultural Research, 6(7): 1667-1672.
- Kiremit, M.S., Hacıkamiloğlu, M.S., Arslan, H., Kurt, O., 2017, Farklı sulama suyu tuzluluk seviyelerinin keten (*Linum usitatissimum* L.)'in çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 32(3): 350-357.
- Knowles, P.F., 1982, Safflower: genetics and breeding, In Improvement of oil-seed and industrial crops by induced mutations, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- Kocaer, F.O., Başkaya, H.S., 2004, Bursa ilinde Nilüfer Ayvalı deresiyle sulanan ve sulanmayan tarım topraklarının bazı kimyasal özellikleri, Ekoloji Dergisi, 51: 33-38.
- Kolsarıcı, Ö., Kaya, M.D., Göksoy, A.T., Arıoğlu, H., Kulan, E.G., Day, S., 2015, Yağlı tohumlu bitkiler üretiminde yeni arayışlar, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 12-16 Ocak, Ankara, s:401-425.
- Korkmaz, K., Akgün, M., Kırılı, A., Özcan, M.M., Dede, Ö., Kara, Ş.M., 2020, Effects of gibberellic acid and salicylic acid applications on some physical and chemical properties of rapeseed (*Brassica napus* L.) grown under salt stress, Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8(4): 873-881.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kurtuluş, M., 2020, Bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenme ve çıkış üzerine etkisi, Yüksek Lisans tezi, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 91s (yayımlanmamış).
- Kuşvuran, Ş., 2010, Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar, Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 356 s. (yayımlanmamış).
- Leblebici, S., Işık, G., 2018, Farklı konsantrasyonlarda kalsiyum karbonat (CaCO_3) uygulamasının *Carthamus tinctorius* L.'a (*Asteraceae*) ait farklı varyetelerin tohum çimlenmesi üzerine etkileri, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C- Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji, 7(1): 63-67.
- Lutts, S., Kinet, J.M., Bouharmont, J., 1996, NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance, Annals of Botany, 78: 389-398.
- Maas, E.V., 1986, Salt tolerance of plants, Applied of Agricultural Researches, 1: 12-26.
- Munns, R., Tester, M., 2008, Mechanisms of salinity tolerance, Annual Reviews Plant Biology, 59: 651-681.
- Nguyen, H.T.T., Shim, I. S., Kobayashi, K., Usui, K., 2005, Effects of salt stress on ion accumulation and antioxidative enzyme activities of *Oryza sativa* L. and *Echinochloa oryzicola* Vasing. Weed Biology and Management, 5(1): 1-7.
- Okçu, G., Kaya, M.D., Atak, M., 2005, Effect of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.), Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29(4): 237-242.
- Osuagwu, G.G.E., Udogu, O.F., 2014, Effect of salt stress on the growth and nitrogen assimilation of *Arachis hypogea* (L), Journal of Pharmacy and Biological Sciences, 9(5): 51-54.
- Önal, Ö., Üney, H., 2016, Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi, Akademik Ziraat Dergisi, 5(1): 29-34.
- Özcan, S., Turan, M.A., Koç, Ö., Çıkılı, Y., Taban, S., 2000, Tuz stresinde bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin gelişimi ve prolin, sodyum, klor, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarındaki değişimler, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24: 649-654.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Özdemir, S., Engin, M., 1994, Nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinin çimlenme ve fide büyümesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkisi, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 18: 323-328.
- Özkorkmaz, F., Yılmaz, N., 2017, Farklı tuz konsantrasyonlarının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve börülcede (*Vigna unguiculata* L.) çimlenme üzerine etkilerinin belirlenmesi, Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(2): 196-200.
- Öztürk, Ö., F., Akınerdem, E.G., 2000, Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de farklı ekim zamanı ve sıra aralığının verim ve verim öğelerine etkisi, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 14(21): 142-152.
- Öztürk, Ö., Akınerdem, F., Bayraktar, N., Ada, R., 2007, Konya koşullarında bazı aspir çeşitlerinin verim, verim unsurları ve yağ oranlarının incelenmesi, I. Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu, 28-31.
- Parlak, M., Özaslan Parlak, A., 2006, Sulama suyu tuzluluk düzeylerinin silajlık sorgumun *Sorghum bicolor* L. Moench. verimine ve toprak tuzluluğuna etkisi, Journal of Agricultural Sciences, 12(01): 8-13.
- Pongracz, G., Weiser, H., Matzinger, D., 1995, Tocopherols-antioxidants in nature. Fett (Germany), 97(3): 90-104.
- Robinson S.P., Downton W.J.S., Millhouse, J.A., 1983, Photosynthesis and ion content of leaves and isolated chloroplasts in relation to ionic compartmentation in leaves, Agric. Biochem. Biology, 228: 197-206.
- Sadeghi, H., 2011, Effects of sodium chloride on some physiological traits and chemical composition of two safflower cultivars, Journal of Applied Sciences and Environmental Management, 15(2): 297-301.
- 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: 897-904.
- Saleh, B., 2012, Salt stress alters physiological indicators in cotton (*Gossypium hirsutum* L.), Soil and Environment, 31(2): 113-118.
- Santangeli, M., Capo, C., Beninati, S., Pietrini, F., Forni, C., 2019, Gradual exposure to salinity improves tolerance to salt stress in rapeseed (*Brassica napus* L.), Water, 11(8): 1667.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Satu, S.I., Shahrear, A., 2019, Effects of salinity on the growth and development of groundnut plant (*Arachis hypogaea* L.), Journal of Bangladesh Academy of Sciences, 43(1): 25-30.
- Sayed, H.I., 1985, Diversity of salt tolerance in a germplasm collection of wheat (*Triticum* spp.), Theor. Appl.Genet., 69: 651-657.
- Sharma, D.P., 1980, Effect of using salinity water to supplement canal water irrigation on the crop growth of rice, Curr. Agr., 4: 79-82.
- Siddiqi, E.H., Ashraf, M., Akram, N.A., 2007, Variation in seed germination and seedling growth in some diverse lines of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under salt stress, Pak. J. Bot., 39(6): 1937-1944.
- Siddiqi, E.J., Ashraf M., 2008, Can leaf water relation parameters be used as selection criteria for salt tolerance in safflower (*Carthamus tinctorius* L.), Pakistan Journal of Botany, 40(1): 221-228.
- Singh, S., Grover, K., Begna, S., Angadi, S., Shukla, M., Steiner, R., Auld, D., 2014, Physiological response of diverse origin spring safflower genotypes to salinity, Journal of Arid Land Studies, 24(1): 169-174.
- Sirault, X.R.R., James, R.A., Furbank, R.T., 2009, A new screening method for osmotic component of salinity tolerance in cereals using infrared thermography, Functional Plant Biology, 36: 970-977.
- Sönmez, S., Büyüктаş, D., Ötürren, F., Çıtak, S., 2008, Toprak tuzluluğu çalışmalarında farklı toprak-su oranlarının (1:1, 1:2.5, 1:5) değerlendirilmesi, Geoderma, 144(1-2): 361-369.
- Srivastava, J.P., Gupta, S.C., Lal, P., Muralia, R.N., Kumar, A., 1988, Effect of salt stress on physiological and biochemical parameters of wheat, Annals of Arid Zone, 27: 197-204.
- Şehirali, S., 1997, Tohumluk ve Teknolojisi, Fakülteler Matbaası, İstanbul, 422s.
- Tan, M., Liao, F., Hou, L., Wang, J., Wei, L., Jian, H., Xu, X., Li, J., Liu, L., 2017, Genome-wide association analysis of seed germination percentage and germination index in *Brassica napus* L. under salt and drought stress, Euphytica, 213(2): 1-15.
- Tiryaki, İ., 2018, Bazı tarla bitkilerinin tuz stresine gösterdikleri adaptasyon mekanizmaları, KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 21(5): 800.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Takıl, E.D., 2020, Bazı kışlık kolza çeşitlerinin erken gelişim dönemlerinde tuz stresine morfolojik ve fizyolojik tepkileri, Yüksek Lisans Tezi, ESOGÜ-Fen Bilimleri Enstitüsü, 62 s. (yayımlanmamış).
- Tonguç, M., Önder, S., Mutlucan, M., 2021, Determination of germination parameters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under salt stress, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 25(2): 155-161.
- Toprak, T., Tunçtürk, R., 2018, Farklı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin gelişim performansları üzerine tuz stresinin etkisi, Doğu Fen Bilimleri Dergisi, 1(1): 44-50.
- Turan, S., Cornish K., Kumar S., 2012, Salinity tolerance in plants: breeding and genetic engineering, Australian Journal of Crop Science, 6(9): 1337-1348.
- Turner, N.C., 1986, Crop water deficits: a decade of progress, Advances in Agronomy, 39: 1-51.
- Uyanık, M., Kara, Ş.M., Korkmaz, K., 2014, Bazı kışlık kolza (*Brassica napus* L.) çeşitlerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 20: 368-375.
- Yermanos, D.M., Francois, L.E., Bernstein, L., 1964, Soil salinity effects on the chemical composition of the oil and the oil content of safflower seed, Agron. J., 56: 35-37.
- Yolci, M.S., Tunçtürk, R., Tunçtürk, M., 2021, Yerfıstığı (*Arachis hypogea* L.) çeşitlerinin bazı büyüme ve fizyolojik parametreleri üzerine tuz stresinin etkisi, Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 31(1): 228-236.
- Zhang, W., Yang, X., Liu, F., Pei, Y., Yuan, J., Nie, J., 2015, Effects of saline alkali stress on seed germination of *Carthamus tinctorius* L., Medicinal Plant, 6(11-12): 1-6.