



T.C.

BATMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***İN VİTRO* KÜLTÜR KOŞULLARI VE TUZLULUK (NaCl) STRESİ ALTINDA
ÇİMLENDİRİLEN ASPİR (*Carthamus tinctorius* L.) BİTKİSİNDE MEYDANA
GELEN MORFOLOJİK, FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLER**

Bedri KELEŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

**Haziran-2019
BATMAN
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Bedri KELEŞ tarafından hazırlanan “*In vitro* Kültür Koşulları ve Tuzluluk (NaCl) Stresi Altında Çimlendirilen Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisinde Meydana Gelen Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler” adlı tez çalışması 14/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doç.Dr. Çiğdem IŞIKALAN

Danışman

Doç.Dr. Filiz AKBAŞ

Üye

Doç.Dr. Nesrin HAŞİMİ

İmza

.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

.....

Prof.Dr. Şahnaz TİGREK
FBE Müdürü

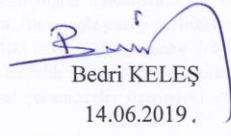
Bu tez çalışması BTÜBAP tarafından BTÜBAP-2017-YL-9 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.


Bedri KELEŞ

14.06.2019.

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

***İN VİTRO* KÜLTÜR KOŞULLARI VE TUZLULUK (NaCl) STRESİ ALTINDA ÇİMLENDİRİLEN ASPİR (*Carthamus tinctorius* L.) BİTKİSİNDE MEYDANA GELEN MORFOLOJİK, FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLER**

Bedri KELEŞ

**Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Filiz AKBAŞ

2019, 61 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Filiz AKBAŞ

Doç. Dr. Çiğdem IŞIKALAN

Doç. Dr. Nesrin HAŞİMİ

Bu çalışmada balcı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşidinin olgun tohumlarının *in vitro* koşullarda çimlenmesi üzerine sodyum klorürün (NaCl) etkisi araştırıldı. Bu amaçla yüzey sterilizasyonu yapılan aspir tohumları farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 75, 150, 300 mM) NaCl bulunan 1/4 MS ortamında inkübe edilerek büyüme odasında çimlenmeye bırakıldı. 3 haftalık kültür periyodu sonunda uygulanan tuzluluk faktörünün morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerindeki etkisi incelendi.

Uygulama sonrası elde edilen verilere göre; Balcı aspir çeşidinin çimlenme yüzdesini NaCl tuz faktörünün olumsuz etkilediği tespit edildi. Uygulama grupları karşılaştırıldığında, kontrol grubunda %100 olan çimlenme yüzdesinin, 150 mM NaCl uygulamasında %30'a ve 300 mM uygulamasında ise %5'e düştüğü tespit edildi. Fidelerin morfolojik özellikleri değerlendirildiğinde genel olarak gelişimin oldukça yavaşladığı, 300 mM konsantrasyonda ise fide gelişiminin olmadığı görüldü. *In vitro* çimlendirilen fidelerin gerçek su içeriği (GSİ), yeşil aksam taze ağırlıkları, sürgün ve kök uzunluğunun tüm NaCl konsantrasyonlarında azaldığı belirlendi. Ancak tuz stres faktörü fidelerin yeşil aksam kuru ağırlıklarında ise istatistiki olarak anlam ifade eden bir azalmaya neden olmadı.

Tuz uygulamalarının şiddetine paralel olarak aspir fidelerinde Malondialdehit (MDA), prolin ve H₂O₂ içeriğinin arttığı görüldü. En yüksek MDA ile prolin içeriğinin 150 mM NaCl uygulamasında, en yüksek H₂O₂ içeriğinin ise 75 mM NaCl uygulamasında gelişen aspir fidelerinde olduğu tespit edildi. Aspir fidelerinin toplam fenolik ve flavonoid madde miktarlarının kontrol grubundan düşük olduğu saptandı. Kontrol grubunda 206.0 µg olan flavonoid madde içeriğinin, 75 mM NaCl konsantrasyonunda 119.5 µg a düştüğü tespit edildi. Fenolik madde içeriğindeki azalmanın ise en fazla 100.5 µg ile 75 mM NaCl konsantrasyonunda gelişen aspir fidelerinde meydana geldiği görüldü.

Tuz stres faktörüne maruz bırakılan aspir fidelerinin, DPPH serbest radikali giderme aktivitelerinin kontrol grubu da dahil olmak üzere NaCl uygulama gruplarının tamamında düzenli olarak arttığı tespit edildi. En yüksek DPPH serbest radikali giderim aktivitesi, %91.32 inhibisyon ile 150 mM NaCl uygulamasının 500 µg ml⁻¹ konsantrasyonundan elde edildi. 150 mM NaCl uygulanan aspir fidelerinin, pozitif kontrol olarak kullanılan BHT ve BHA'dan tüm konsantrasyonlarda, askorbik asitten ise 10 µg ml⁻¹ konsantrasyonunda daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Balcı, *Carthamus tinctorius*, *in vitro*, NaCl, stres

ABSTRACT

MS THESIS

MORPHOLOGICAL, PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHANGES IN SAFFLOWER (*Carthamus tinctorius* L.) GERMINATING UNDER IN VITRO CULTURE CONDITIONS AND SALINITY (NaCl) STRESS

Bedri KELEŞ

THE GRADUATE SCHOOL of NATURAL and APPLIED SCIENCE of
BATMAN UNIVERSITY
THE DEGREE of MASTER of SCIENCE of BIOLOGY

2019, 61 pajes

Jury

Assoc.Prof.Dr. Filiz AKBAŞ

Assoc.Prof.Dr. Çiğdem IŞIKALAN

Assoc.Prof.Dr. Nesrin HAŞİMİ

In this study, the effect of NaCl on the germination of mature seeds of balcı safflower (*Carthamus tinctorius* L.) was investigated. For this purpose, surface sterilized mature seeds were incubated in 1/4 MS medium with different concentrations of NaCl (0, 50, 75, 150, 300 mM) and allowed to germinate in the growth chamber. After a culture period of 3 weeks, the effect of salinity factor on morphological, physiological and biochemical parameters was evaluated.

According to the data obtained after the application; It was found that NaCl salt factor negatively affected the germination percentages of Balcı safflower cultivars. When the application groups were compared, it was found that the germination percentage which was 100% in the control group decreased to 30% in 150 mM NaCl application and 5% in 300 mM application. When the morphological features of the seedlings were evaluated, it was observed that the development was slow and the seedling growth was not observed at 300 mM concentration. It was determined that the actual water content (GSI), fresh weights of green parts, shoot and root length of seedlings germinated in vitro decreased in all NaCl concentrations. On the other hand, salt stress factor did not cause a statistically significant decrease in the dry weight of the seedlings.

In parallel with the intensity of salt stress, it was observed that the content of Malondialdehyde, proline and H₂O₂ increased in safflower seedlings. The highest MDA and proline contents were found in 150 mM NaCl application and the highest H₂O₂ content was found in safflower seedlings developed in 75 mM NaCl application. The total phenolic and flavonoid contents of the safflower seedlings were lower than the control group. In the control group, 206.0 micrograms of flavonoids were reduced to 119.5 micrograms at a concentration of 75 mM NaCl. The decrease in the content of phenolic substances occurred in safflower seedlings developed in at a concentration of 75 mM NaCl with 100.5 micrograms.

Safflower seedlings exposed to salt stress factor, DPPH free radical removal activities were determined to increase regularly in all NaCl application groups including control group. The highest DPPH free radical removal activity was obtained from 500 µg ml⁻¹ concentration of 150 mM NaCl application group with 91.32% inhibition. Safflower seedlings treated with 150 mM NaCl showed higher antioxidant activity than BHT and BHA at all concentrations and ascorbic acid at a concentration of 10 µg ml⁻¹.

Keywords: Balcı, *Carthamus tinctorius*, in vitro, NaCl, stress,

ÖNSÖZ

Yüksek lisansa başladığım ilk günden itibaren sabır ve titizlikle bana her türlü desteği veren, bilgi, deneyim ve güler yüzünü benden esirgemeyip, tezi başarı ile hazırlamamda büyük emeği geçen değerli hocam, sayın Doç. Dr. Filiz AKBAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezi hazırlarken çalışmamın laboratuvar aşamasında, ölçüm ve analizlerde bana değerli katkıları olan Dr.Öğr.Üyesi İbrahim Selçuk KURU ve Arş.Gör.Dr. Pınar ORCAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam sırasında yaptığı katkılardan dolayı arkadaşım, Mustafa ÇOLAKOĞLU' na teşekkür ederim. Hayatımın her döneminde gölgesini hep yanımda hissettiğim, dualarını eksik etmeyen canım annem Ayşe KELEŞ'e teşekkür ederim.

Bedri KELEŞ
BATMAN-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal	14
3.2. Yöntem	14
3.2.1. <i>İn vitro</i> kültür koşulları	15
3.2.1.1. Ön hazırlık	15
3.2.1.2. Besi ortamının hazırlanması ve sterilizasyonu	15
3.2.1.3. İnkübasyon ve büyüme odasının koşulları.....	16
3.2.2. <i>İn vitro</i> koşullarda NaCl'nin çimlenme üzerine etkisi.....	17
3.2.3. Ölçüm ve analizler	17
3.2.3.1. Çimlenme yüzdesi.....	17
3.2.3.2. Sürgün boyu-kök uzunluğu.....	18
3.2.3.3. Yeşil aksam taze-kuru ağırlığı.....	18
3.2.3.4. Gerçek su içeriği (GSİ).....	18
3.2.3.5. Lipid peroksidasyonu derecesinin belirlenmesi.....	18
3.2.3.6. Prolin içeriğinin belirlenmesi.....	19
3.2.3.7. H ₂ O ₂ içeriğinin ölçülmesi	20
3.2.3.8. Toplam fenolik miktar tayini.....	20
3.2.3.9. Toplam flavonoid miktar tayini.....	21
3.2.3.10. DPPH serbest radikali giderim aktivitesi	22
3.2.3.11. İstatistiksel analizler.....	22

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	23
4.1. NaCl ile oluşturulan Stres Koşullarında Çimlendirilen Balcı Aspir Çeşidinde Morfolojik Parametreler	23
4.1.1. Çimlenme, sürgün boyu ve kök uzunluğu üzerine etkisi.....	23
4.1.2. Yeşil aksam taze ve kuru ağırlık üzerine etkisi	25
4.2. NaCl ile oluşturulan Stres Koşullarında Çimlendirilen Balcı Aspir Çeşidinde Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler	25
4.2.1. GSİ üzerine etkisi.....	25
4.2.2. Lipid peroksidasyonu derecesi üzerine etkisi.....	26
4.2.3. Prolin içeriği üzerine etkisi.....	27
4.2.4. H ₂ O ₂ içeriği üzerine etkisi.....	27
4.2.5. Toplam fenolik ve flavonoid miktarı üzerine etkisi.....	28
4.2.6. DPPH serbest radikali giderim aktivitesi üzerine etkisi.....	29
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	36
KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ	51

SİMGELER VE KISALTMALAR

OH	:	Hidroksil Radikali
¹ O ₂	:	Singlet oksijen
H ₂ O ₂	:	Hidrojen peroksit
TBA	:	Tiyobarbitürik asit
TCA	:	Triklorasetik asit
FCR	:	Folin-Ciocalteu reaktifi
MDA	:	Malondialdehit
Kin	:	Kinetin
2İP	:	Dimetil allil aminopurin
2,4-D	:	2,4-diklorofenoksi asetik asit
NAA	:	Naftalen asetik asit
BAP	:	Benzil amino pürin
GA3	:	Giberellik asit
IAA	:	Indol asetik asit
SA	:	Salisilik asit
NaOH	:	Sodyum hidroksit
GSİ	:	Gerçek su içeriği
TA	:	Taze ağırlık
KA	:	Kuru ağırlık
MS	:	Murashige ve Skoog
CaCl ₂ .2H ₂ O	:	Kalsiyum klorür dihidrat
NH ₄ NO ₃	:	Amonyum nitrat
MgSO ₄ .7H ₂ O	:	Magnezyum sülfat heptahidrat
FeSO ₄ .7H ₂ O	:	Demir sülfat heptahidrat
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	:	Sodyum molibdat dihidrat
KI	:	Potasyum iyodür
Na ₂ EDTA	:	Sodyum etilen daimin tetra asetik asit
NaOCl	:	Sodyum hipoklorit
HCl	:	Hidroklorik asit
KNO ₃	:	Potasyum nitrat
MnSO ₄ .4H ₂ O	:	Mangan sülfat tetrahidrat
H ₃ BO ₃	:	Borik asit
KH ₂ PO ₄	:	Potasyum dihidrojen fosfat
atm	:	Atmosfer
cm	:	Santimetre
mm	:	Milimetre
L	:	Litre
ml	:	Mililitre
µmol	:	Mikromol
M	:	Molar
mM	:	Milimolar
µM	:	Mikromolar
µg	:	Mikrogram
kg	:	Kilogram
g	:	Gram
mg	:	Miligram
dk	:	Dakika

1. GİRİŞ

Bitkilerin normal gelişim gösterebilmeleri için, içinde buldukları koşulların optimum düzeyde olması gerekmektedir (Çulha, 2011). Ancak bitkiler her zaman uygun çevre şartları altında bulunmayıp, normal olmayan zor şartlarla da karşılaşabilirler. Ve bu durum bitkilerde stres yaratır.

Biyolojik stres, çevre şartlarının bir bitkinin normal büyüme ve gelişmesini olumsuz yönde etkileyecek kadar değişmesidir. Biyotik (bitkiler, mikroorganizmalar, hayvanlar ve antropogenik etkiler) ve abiyotik (radyasyon, sıcaklık, su, gazlar, mineraller vb.) olmak üzere ikiye ayrılan stres faktörlerinden biri olan tuzluluk, bitkileri, hayat döngülerinin her safhasında önemli düzeyde etkilemektedir (Larcher, 1995; Çulha, 2011).

Tuzluluk, dünyanın birçok bölgesinde kurak ve yarı kurak topraklarda bitkilerin hem verimini hem de kalitesini etkileyen en önemli çevresel faktörlerden biridir. Buharlaşmanın yağıştan fazla olduğu bölgelerde toprağın tuz konsantrasyonu artmaktadır. Toprakta tuz oranının artması ve alkalileşmesi toprak verimliliğini azaltır ve bu durum tarım sisteminin sürdürülebilirliğini tehdit eder. Tuzlu arazinin ıslahı veya iyileştirilmiş sulama teknikleri ile yapılan tuzluluk kontrolü genellikle çok pahalı ve sadece kısa vadeli çözüm getirmektedir. Bitkilerin stres davranışlarının ortaya çıkarılması, stres şartlarına uyum sağlayan varyetelerin ıslah edilmesinde büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu nedenle bitki ıslahı programları giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Arzani, 2008; Özen ve Onay, 2013).

Tuz stresinin etkisi ve bitkilerin verdiği cevaplar; uygulanan tuz çeşidi ile miktarına, maruz kalma süresine, bitki türüne ve hatta aynı türün farklı çeşitlerinde değişiklik gösterebilmektedir (Dajic, 2006; Munns, 2002). Ayrıca bitkilerin tuzluluğa karşı verdikleri tepkiler, gelişimlerinin farklı aşamalarında da değişiklik gösterebilmektedir. Bununla birlikte bitkilerin çimlenme yada fide gelişiminde, tuzluluğa karşı diğer dönemlerden daha hassas oldukları belirlenmiştir (Ashraf, 1994).

Ülkemiz topraklarının yaklaşık 1.5 milyon hektar alanı tuzluluk sorunuyla karşı karsıyadır (Ekmekçi ve ark., 2005). Ekilebilir alanlardaki böylesi tuz birikiminin, küresel çerçevede daha da harap edici boyutlara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, ürün verimi ve kalitesindeki azalmaya bağlı olarak büyük ekonomik kayıplara da neden olacaktır (Mahajan ve Tuteja, 2005; Yılmaz ve ark., 2011). NaCl bu tuzların en önemlilerinden biridir ve NaCl artışına bağlı olarak toprakta meydana gelen tuzluluk, bitkinin hem topraktan alabileceği su miktarını kısıtlaması hem de besin elementi

alımını engellemesi gelişimi olumsuz yönde etkilemektedir. (Pessarakli ve Szabolcs, 1999).

Toprağın tuzlu olması, transpirasyon ve solunumun yanısıra, bitkinin su almasını ve köklerinin gelişmesini azaltmaktadır. Bitkinin hormon dengesinde yıkım, fotosentezde azalma, nitrat alımında düşme meydana gelerek protein sentezi azalmakta ve bitkinin boyunda kısalma olmaktadır (Kanber ve ark., 2005). Tuz stresi, bitkiler üzerindeki ilk etkisini, kullanılabilir su içeriğinin azalmasıyla ortaya çıkan osmotik stres ile göstermektedir (Terry ve Waldron, 1984). Osmotik stresin devamında, bitkinin yapısında Na^+ ile Cl^- iyon miktarları artmakta ve bu iyonların diğer gerekli besin elementlerinin alımını engellemesine bağlı olarak, iyonik stres ortaya çıkmaktadır (Hu ve Schmidhalter, 2005; Munns ve Tester, 2008).

Bitkiler; 1. tuz içeriğini düzenleyerek; tuz içeriğinin düzenlenmesi; ortamda bulunan tuzu bünyeye almama, aldığı tuzu bünyeden atma veya dokulardaki tuzu seyreltme ile gerçekleştirilir; 2. uygun iyon düzeyini çeşitli taşıyıcılar vasıtasıyla koruyarak; 3. iyonların toksik miktarlarını çeşitli hücrel bölümlerde depolayarak; 4. osmotik düzenleyiciler biriktirerek tuz stresine karşı tolerans kazanırlar (Larcher, 1995; Parida ve Das, 2005; Dajic, 2006; Zhang ve ark., 2008).

Bitkiler, ortamdaki yüksek Na^+ ve Cl^- a karşı sitoplazmalarında bu iyonların toksik düzeye ulaşmasını engellemek, su girişini devam ettirmek ve yüksek hücrel K^+/Na^+ oranını korumak için birçok taşıyıcı sistemi aktive ederler (Reinhold ve Guy, 2002). Bununla beraber bitkiler, hücreleri dehidrasyona karşı koruyan, düşük moleküler ağırlıklı, toksik olmayan ve birbiri yerine geçebilen osmotik bileşikleri de sentezlemektedirler (Nuccio ve ark., 1999; Hussein ve ark., 2008). Hücrelerde bu osmotik dengenin korunmasında yer alan prolin amino asitinin; osmotik ayarlamalarda (Parvaiz ve Satyawati, 2008), subsellular yapıların stabilizasyonunda, serbest radikallerin yakalanmasında (Jain ve ark., 2001) ve DNA hasarlarının engellenmesinde (Lima-Costa ve ark., 2008) görev aldığı bildirilmiştir. Tuz stresine maruz bırakılan bitkilerde, prolin düzeyinin arttığını gösteren bir çok çalışma bulunmaktadır (Kumar ve ark., 2003; Ashraf ve Orooj, 2006; Çiçek ve Çakırlar, 2008; Hosseini ve ark., 2010; Sucre ve Suárez, 2011).

Metabolik olaylar sonucu insan vücudu içinde bazı reaktif oksijen türleri (süperoksit- O_2^- , hidroksil- OH^\cdot , hidrojen peroksit- H_2O_2 , singlet oksijen- $^1\text{O}_2$) meydana gelmektedir (Young ve Woodside, 2001). Araştırmacılar bu reaktif oksijen türlerinin; hipertansiyon, kalp yetersizliği, Alzheimer, diyabet, sağrlık, optik sinir dejenerasyonu

gibi hastalıklara sebep olduğunu bildirmişlerdir (Wallace, 1997; Martin ve Oshima, 2000; Demircan ve ark., 2005). Vücutta bulunan antioksidan sistemler bahsi geçen hastalıkların oluşmasını engeller ve serbest radikallerin oluşmasına karşı koruyucu görev yapar. Özellikle sebze ve meyvelerde yoğun olarak bulunan antioksidan özelliğe sahip vitaminler (A, C, E), karotenoidler ve fenolik bileşikler insan beslenmesinde önemli yer tutmaktadırlar. Aspirin bitkisinin de çiçek, yaprak ve gövde kısımları; glutatyon, A, C, E vitaminleri ve β -karoten bakımından oldukça zengindir (Özdemir ve ark., 2011).

Dünya’da 25 yabancı türü olan *Carthamus* cinsinin ülkemizde 8 türü bulunmaktadır (Babaoğlu, 2006; Akman ve ark., 2007). Ana vatanı Arap Yarımadası olan aspirin (*Carthamus tinctorius*) Cronquist (1968) sınıflandırma sistemine göre sistematığı aşağıdaki gibidir (Cronquist, 1981).

Çizelge 1.1 *Carthamus tinctorius* türünün sistematığı (Kaya, 2017)

Alem	Plantae (Bitkiler)
Şube	Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)
Sınıf	Magnoliopsida (İki çenekliler)
Takım	Asterales
Familya	Astraceae / Compositae (Papatyagiller)
Alt Familya	Carduoideae
Cins	Carthamus
Tür	<i>Carthamus tinctorius</i> (Yalancı Safran)

Aspirin gelişme dönemleri kök, gövde ve dallanma durumuna göre farklı evrelere ayrılır. Çimlenmeden sonraki evre rozet evresi olarak adlandırılır ve iki yada üç hafta kadar sürer. Bu evrede gövde uzamaz, dallanma olmaz ve yapraklar yüzeye yakın bir şekilde büyür. Ayrıca güçlü kazık kök sistemi gelişir ve toprağın derinliklerine doğru ilerler. Rozet evresinden sonraki dönemde oldukça hızlı gövde uzaması meydana gelerek yaklaşık 45 ile 75 cm boyunda kuvvetli dallar gelişir. Dallanmalar gövdeye göre 30° ile 70° açı ile olmaktadır ve bu açının derecesi genetik ve çevresel faktörlerin etkisi altındadır (Dajue ve Mündel, 1996; Oelke ve ark., 2000; Mündel ve ark., 2004).

Aspirin önemi, tohumundan elde edilen yağına olan talepten kaynaklanmaktadır. Aspirin tohum yağının, kanola ve zeytinyağı ile karşılaştırıldığında içerik itibariyle daha sağlıklı olduğu rapor edilmiştir (Dajue ve Mündel, 1996). Aspirin yağı oleik asit (omega-9) bakımından zengindir ve insanlar için esansiyel yağ asidi olan linoleik asit (C 18:2) oranı %75’e kadar ulaşmaktadır. Bu nedenle aspirin önemli bir besin kaynağıdır. Yağının

insan sağlığı açısından bir diğer önemi ise yüksek α -tokoferol içeriğidir (Sujatha, 2002). Aspir yağının bu özelliği, kandaki kolesterol seviyesini düşürmeye yardımcı olmaktadır (Singh ve Nimbkar, 2006).

Aspir bitkisi, alternatif yağ bitkisi olmasının yanı sıra yem, yakıt, boya sanayii ve tıbbi amaçlı olarak da kullanım alanları bulunmaktadır. Boya sanayiindeki önemi, içerdiği yüksek orandaki linoleik asit (Omega-6) ten gelmektedir. Bu içeriği sayesinde çabuk kuruyan yağlardan olup, boya sanayiinde sıkça tercih edilmektedir (Sales, 2005; Vogel ve Browse, 1996; Konar ve ark., 2010). Tıbbi amaçlı olarak, kalp-damar hastalıklarında, ağrı kesici, ateş düşürücü, osteoporoz, romatoid artrit ile aterojenik riskine ve kabızlıkta etkili olduğu tespit edilmiştir (Ihara, 1998; Lin ve ark., 2014; İşler, 2014). Bununla birlikte aspir, insan insülini, apolipoprotein-A1, büyüme hormonları vb. retimi için moleküler tarım çalışmalarında model organizma olarak da kullanılmaya başlanmıştır (Gürel, 2013).

Tüm bu kullanım alanları göz önüne alındığında aspir bitkisinin daha geniş alanlarda üretimini gerektirmektedir. Bu geniş alandaki üretim gereksinimi karşılamak ise aspir tarımının geliştirilmesiyle mümkün olacaktır (Kaya, 2017). Aspir, tohumdan üretilen bir bitki olup bu bitkiden iyi verim elde edebilmek için ekileceği bölgeye bağlı olarak uygun ekim zamanı seçilmelidir (Koutroubas ve ark., 2009). Yazlık bir bitki olan aspir, bahar ayında ekilmelidir; fakat bahar-yaz yağışlarının az olduğu, kışların fazla soğuk olmadığı ılıman bölgelerde kışlık olarak da ekilmesi mümkündür (Babaoğlu, 2005).

Dünya genelinde 60'ın üzerinde ülkede aspir tarımı yapılmaktadır. 2016 yılı verilerine göre dünya genelinde 1.1 milyon ha alanda aspir tarımı yapılarak, 950 bin ton tohum üretilmiş, Rusya, Kazakistan, Meksika, ABD, Türkiye ve Hindistan bu üretimden yaklaşık %83'n karşılamıştır. Ülkemizde 2000 yılından 2008 yılına kadar aspir üretimi için ekim alanı ve elde edilen ürün miktarı açısından genel olarak artış gözlenmiştir. Ancak 2009 yılında ise 2007 ve 2008 yıllarına göre ekim alanı açısından artış, ürün miktarında ise bir azalış söz konusudur. 2017 yılında 27.376 ha alandan 50 bin ton aspir üretilmiş ve dekar başına verim 183 kg olmuştur. Ülkemizde bgn en çok aspir üretimi yapılan ilimiz Balıkesir'dir (Başalma, 2007; zdemir ve Türker, 2014; ulpan ve Arslan 2018).

Aspir bitkisinin Türkiye'de tarımınının yapılması 45-50 yıllık bir tarihe dayanmaktadır. Bulgaristan'dan ülkemize gelen göçmenlerle bazı dikenli tipler Marmara Bölgesi'ne (Balıkesir yöresi) getirilerek tarımı yapılmıştır. Daha sonraları

Konya, Ankara, Eskişehir, Şanlıurfa, Balıkesir ve Afyon illerinde tarımı yapılmaya başlanmıştır. Bazı kaynaklar, Orta Asya Türklerinin aspir bitkisini beraberlerinde getirdiğini ve bu nedenle ülkemizde yabancı formlarının mevcut olduğunu belirtmektedir (Koç, 2001).

Sahip olduğu üstün özelliklerine rağmen aspir, ülkemiz çiftçileri tarafından yeterince tanınmadığı gibi yetiştiriciliğini yapmakta olan çiftçilerimizin büyük bir kısmı yeterli bilgiye sahip değildir. Özellikle çeşit azlığı, ekim zamanının doğru tatbik edilememesi ve yetiştiriciliğindeki bilgisizlik tohum veriminde büyük düşüşlere neden olmaktadır.

Ülkemizin iklimsel koşullarına kolayca adapte olan aspir bitkisinin tarımının geliştirilmesi amacıyla verimi yüksek, kaliteli ve strese dayanıklı çeşitlerin elde edilmeye çalışıldığı ıslah çalışmaları yapılmaktadır. Islah çalışmalarında klasik ıslah ile çözümlenemeyen problemlerin aşılması için biyoteknolojik yöntemlerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır (Kaya, 2017).

Bitki doku kültürü, bitki materyalinin *in vitro* ortamda su, vitaminler, bitki besin elementleri, katılaştırıcı ajan ve gerekli durumlarda bitki büyüme düzenleyicilerinin eklendiği besi ortamının bulunduğu ışık geçirebilen - ağzı kapalı kaplar içerisine steril kabin içinde alınmasıdır. Buradaki *in vitro* ortam kavramı bize yöntemin, petri, şişe ya da deney tüpü içerisinde, ışık-sıcaklık gibi fiziksel faktörlerin kontrol edilebildiği çalışmaları belirtmektedir. Sağlanan bu kontrollü koşullar altında kültüre alınan bitkilerden alınan eksplantlar (bitki doku parçaları) aracılığıyla istenilen değişiklikler yapılabilmektedir. Normal şartlar altında, doğada bitkiler tohum, spor ya da çeliklerden gelişmektedir. Fakat söz konusu *in vitro* ortam olduğunda bitki generatif üreme organları (tohum, anter, ovaryum gibi) yanı sıra vegetatif organları (kök, gövde, yaprak gibi) aracılığı ile de çoğaltılabilmektedir (Kaya, 2017).

Bitkilerin tolerans düzeylerinin belirlenmesi, özellikle tarımsal üretim yapılan toprakta ya da kullanılan sulama suyunda bulunan tuz miktarına uygun bitkilerin seçilmesinde oldukça önemlidir. Geleneksel yöntemler kullanılarak özellikle fide döneminde tuz uygulamaları yapılabilir ve sonuçta en yüksek tolerans gösteren genotipler belirlenebilir. Ancak bu yöntemlerde hem zaman hemde fazla sayıda bitki materyaline gereksinim duyulduğu gibi açık/sera alanlarına da ihtiyaç duyulmaktadır. Bitki doku kültürleri bu olumsuzlukların ortadan kalkmasına ve bütün çevresel faktörler ile beslenmeden kaynaklanabilecek farklılıkların olmadığı kontrollü bir ortamın oluşmasına imkan sağlamaktadır. Böylece uygulamalar arasında meydana gelen

farklılıklar daha kısa zamanda belirlenebileceği gibi kesin sonuçta alınabilmektedir (Ellialtıoğlu ve Tıpırdamaz, 1998; İzci, 2009).

Aspir ıslah programlarında biyoteknolojik yöntemlerin kullanılabilmesi, bu bitki ile ilgili doku kültürü ve moleküler genetik çalışmaların yapılmasına bağlıdır. Bu nedenle aspir bitkisi üzerinde yapılan doku kültürü çalışmalarının asıl amacı ıslah programlarında yeni yöntemlerin kullanılabilmesine olanak sağlamaktır (Kaya, 2017).

Yaptığımız literatür taramasında tuz stres faktörünün aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisi üzerindeki etkisine yönelik çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (Hosseini ve ark. 2010; Tayefi-Nasrabadi ve ark. 2011; Çulha, 2011). Bu düşünceden hareketle önerilen tez çalışmasında, Balcı aspir çeşidinin *in vitro* ortamda çimlenmesi üzerine NaCl'nın farklı konsantrasyonlarının (0, 50, 75, 150 ve 300 mM) etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma balcı aspir çeşidinde tuz stres faktörünün etkisi ile ilgili *in vitro* ortamda yapılan ilk çalışma olması açısından büyük önem taşımaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ülkemizde gün geçtikçe gerekliliğini hissettiren yemeklik yağ açığı bulunmaktadır. Yemeklik yağ üretiminde kullanılan başlıca bitkiler aspir, kanola ve zeytin olarak sıralanabilmektedir. İlk olarak süs ve boya bitkisi olarak kullanılan aspir, günümüzde ise iki ana ürün olan, yağ ve biyodizel üretiminde stratejik öneme sahip, çok değerli ve gelecekte değeri daha da artacak bir bitki halini almıştır. Bütün bu özellikleri ile diğer yağlı tohumlu bitkilerden ayrılmaktadır (Şahin ve Taşlıgil, 2016).

Değişen dünyamızda çeşitli abiyotik ve biyotik stres faktörleri sonucu, bitkilerin bulunduğu çevresel ortamı değişebilmektedir. Abiyotik faktörlerden biri olan tuzluluk, bitkilerin, hayat döngüsünün her safhasını önemli düzeyde etkilemektedir (Çulha, 2011). Aspir, gerek toprak gerekse iklim açısından çok seçici olmayan ve adaptasyon yeteneği yüksek olan bir bitkidir. Bu özelliğiyle aspir, farklı ekolojik koşullara sahip ülkemiz topraklarında kolaylıkla yetiştirilebilmektedir. Ülkemizdeki aspir tarımının geliştirilmesi için verimi yüksek, kaliteli ve strese dayanıklı yeni çeşitlerin elde edilmeye çalışıldığı ıslah çalışmaları yapılmaktadır. Ancak klasik yöntemlerle yapılan ıslah çalışmaları zaman alıcı olması, daha çok bitkisel materyale ihtiyaç duyulması, açık veya sera alanlarına gereksinim duyulması gibi olumsuzlukları kapsamaktadır. Bitki doku kültür çalışmalarında olumsuzluklar bertaraf edilmekte ve tam kontrollü ortamda kısa sürede sonuç alınması mümkün olmaktadır. Islah çalışmalarında klasik yöntemler ile çözümlenemeyen problemlerin aşılması için kullanımı gün geçtikçe artan biyoteknolojik yöntemler, tuz stres faktörü araştırmalarında tolerans belirleme ve çeşit seçiminde başvurulan alternatif bir yöntemdir (Babaoğlu ve ark. 2002; Kaya, 2017).

Orlikowska ve Dyer (1993), iki aspir çeşidinin olgun tohumlarını *in vitro* ortamda çimlendirmiş ve oluşan sürgünleri çoğaltmak için oksin (Naftalen asetik asit - NAA) ve sitokininleri (Benzil amino pürin-BAP, TDZ, Kinetin-Kin, Dimetilallilaminopurin-2İP) kullanmıştır. NAA ile kombine edilen BAP veya TDZ nin sürgün çoğaltımı için ideal olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar her iki çeşitten elde ettikleri sürgünleri 1 mg l⁻¹ NAA'lı besi ortamında köklendirmiş ve seraya aktarmışlardır.

Baydar (2000), giberellik asit konsantrasyonlarının bazı aspir çeşitlerinde erkek kısırlık, tohum verimi ile yağ ve yağ asitleri sentezi üzerine etkisini farklı gelişim dönemlerinde araştırmıştır. Uygulanan gibberellik asit konsantrasyonlarının, yağ asitleri

sentezinde bir etkisinin olmadığını buna karşın tomurcuk döneminde uygulanan 300 ppm gibberellik asidin yağ sentezinde artışa neden olduğunu belirtmiştir.

Bassil ve Kaffka (2002) tuzluluğun aspir bitkisinin büyümesi ve yağ içeriği üzerindeki etkisini arazi koşullarında incelemişlerdir. Farklı oranlarda tuz (1.8 - 7.2 dS m⁻¹) ilave ettikleri toprağı tuzlu (6.7 dS m⁻¹) suyla sulamışlar ve tuzlu ile tuzsuz uygulamalarda su potansiyelinin farklı olduğunu saptamışlardır. Yaprak alan endeksi ile bitki uzunlukları arasında bir miktar azalma olduğunu yağ içeriğinde etkilenme olmazken yağ miktarında hafif bir artma olduğunu gözlemişlerdir. Aspirin daha önce literatürde bildirilen oranlardan daha yüksek tuz düzeylerine dayanıklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Mandal ve ark. (2001), farklı aspir genotiplerinde direk organogenesis ve bitki rejenerasyonunu çalışmaları yapmışlar ve etilen ile eksplant yaşının etkisini araştırmışlardır. Genel olarak tüm çeşitlerde farklı oranlarda embriyojenik kallus oluşturduklarını ve somatik embriyo oluşumu için kullanılan eksplantın yaşının etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Kaya ve ark. (2003), 3 farklı yerli aspir çeşidinin çimlenme ve fide gelişimi döneminde toprak tuzluluğunun (0.8, 2.5, 5.1, 8.7, 13.0, 15.2 ve 23.0 dS m⁻¹) etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, kök ve toprak üstü uzunlukları, kök ve toprak üstü kuru ağırlıkları kök/toprak üstü kuru ağırlık oranı ile kök ve toprak üstü kuru ağırlık stres indeksleri parametrelerine bakılmıştır. Araştırmacılar, çeşitlerin tuz seviyelerine farklı cevaplar vermesine karşın 5.1 dS m⁻¹ tuzluluk seviyesinin tüm çeşitlerde fide gelişimini engellediğini saptamışlardır. Ayrıca kök gelişiminin ilk gelişim döneminde toprak tuzluluğundan daha fazla etkilendiğini belirlemişlerdir. Sonuç olarak, incelenen parametreler bakımından dikenli aspir çeşitlerinin tuz stresinden daha az etkilendiğini ve tuzlu topraklarda aspir tarımı yapılacaksa, dikenli çeşitler tercih edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Walia ve ark. (2007), HUS-305 aspir genotipinin endosperm dokusunu, farklı konsantrasyonlarda oksin ve sitokin içeren MS besi ortamında inkübe ederek adventif sürgün rejenerasyon kapasitesini araştırmışlardır. En yüksek kallus oluşumunu 2.4-D ilave edilmiş besi ortamından elde ederek oluşan kallustan BA, Kin ve TDZ ilave edilmiş besi ortamlarında embriyoların oluştuğunu bildirmişlerdir.

Ebrahimzadeh ve ark. (2009), üç farklı salisilik asit (SA) konsantrasyonunun aspir bitkisinin büyüme ve gelişme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak, 0.1

mM SA konsantrasyonunun kontrol grubuna göre yaprak sayısında, biyokütlede, tohum sayısı ve veriminde önemli artışa yol açtığını bildirmişlerdir.

Çulha (2011), Tuz stres faktörüne tolerans gösterecek aspir (*Carthamus tinctorius* L.) genotiplerini belirlemek için iki farklı dönemde olmak üzere 4 farklı NaCl konsantrasyonu kullanarak büyüme ile tuz stresine karşı oluşturulan savunma mekanizması arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Her iki dönemde de NaCl konsantrasyonu arttıkça her üç aspir çeşidinde de çimlenme oranı ve hipokotil/radikula uzunluklarında azalma olduğunu belirlemiştir. Sonuç olarak test edilen NaCl uygulamalarında tuz stresinden en az etkilenen genotipin Dinçer, en çok etkilenen genotipin ise Yenice olduğunu rapor etmiştir.

Yeilaghi ve ark. (2012), 64 aspir genotipinde, tuzluluğun tohum yağı içeriği ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini incelemiştir. Sonuç olarak tuzluluğun incelenen aspir genotiplerinin çoğu üzerinde önemli etkileri olduğunu tespit etmişlerdir. Yağ miktarı ve kalitesinin tuza toleranslı aspir genotiplerinde, tuza duyarlı genotiplere göre daha az etkilendiğini belirtmişlerdir. Tuzluluk stresi nedeniyle genel olarak yağ içeriğinde % 7.7, yağ veriminde ise % 29 azalma gözlemlendiğini ve tuz stresinin, oleik asitte (C18: 1) belirgin bir artışa, linoleik (C18: 2) ve linolenik (C18: 3) asitlerde ise belirgin düşümlere neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Elouaer ve ark. (2012), tarafından tuzlu koşullarda tohumlara ön işlem uygulamanın, bitki büyüme ve gelişimi üzerindeki etkisi araştırmıştır. Bu amaçla araştırmacılar, Tunus aspirinin tohumlarını 20 C° de 24 saat boyunca KCl uygulanarak ön işleme tabi tutmuşlar ve bu tohumlar ile KCl uygulanmamış tohumları (kontrol) doğrudan tarlaya ekmişlerdir. Daha sonra çeşitli konsantrasyonlarda (0, 3, 6, 9, 12 g l⁻¹) NaCl içeren sulama suyu ile sulanan tohumların gelişimlerini sekiz ay boyunca takip etmişlerdir. Sonuç olarak ön işlem uygulanmış tohumlardan elde edilen bitkilerin boylarının, kontrol grubundaki tohumlardan elde edilen bitkilere göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca ön işlem uygulanmış tohumlardan elde edilen bitkilerin, dal sayısı, yaş/kuru ağırlığı ve yaprak verimliliğinin kontrol grubundaki tohumlardan elde edilen bitkilere göre daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Echi ve ark. (2013), ekim öncesi salisilhidroksamik asit ile işlem görmüş aspir tohumlarının İran'da tuzlu koşullarda çimlenme indeksi ve enzim aktivitesini incelemiştir. Araştırmacılar, dört farklı salisilhidroksamik asit (0,50, 75, 100 ppm) seviyesi ile, dört seviyedeki NaCl ortamlarını (0,75, 140, 210 mg l⁻¹) kullanmışlardır. Aspir tohumlarına ekim öncesi 8 saat boyunca salisilhidroksamik asit uygulamışlardır.

Araştırmacılar tuzluluk koşullarının aspir tohumunun çimlenmesinde belirgin bir azalmaya neden olduğunu ve en yüksek tuz seviyesi olan 210 mg l⁻¹ konsantrasyonunda çimlenmenin kontrol grubuna kıyasla en az olduğunu belirtmişlerdir. Tohumun salisilhidroksamik asit ile muamele edilmesinin hem kontrol grubunda hemde tuz uygulamalarında aspir tohumlarının çimlenmesini geliştirerek erken fide oluşumunu sağladığını ve koleoptillerin kök uzunlukları ile kuru madde birikimini arttırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca salisilhidroksamik asit ile işlem görmüş tohumların enzim aktivitelerinde belirgin bir azalma olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak aspir tohumlarının tuzlu koşullarda ekim öncesi salisilhidroksamik asit ile önışleme tabi tutulmasının çimlenmeyi ve erken fide gelişimini artırdığını rapor etmişlerdir.

Jam ve ark. (2013), farklı biyosülfür ve SA konsantrasyonlarının aspir bitkisinin fotosentetik pigment içeriği üzerine etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak, en yüksek klorofil-a içeriğinin 2000 µM SA ve 1050 kg/ha biyosülfür uygulamasında, en yüksek klorofil-b içeriğinin ise 1500 µM SA ve 350 kg/ha biyosülfür uygulamasında elde edildiğini bildirmişlerdir.

Moghadam ve Muhammedi (2014), üç farklı aspir genotipinde SA uygulamasının çimlenme ve tane verimi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak, en fazla sürgün uzunluğunun ve tane veriminin 50 mg l⁻¹ SA konsantrasyonunda meydana geldiğini saptamışlardır.

Yaman (2014), üç farklı aspir genotipini (Remzibey, Dinçer ve Shifa) *in vitro* ortamda kültüre alarak adventif sürgün oluşturma potansiyelini araştırmıştır. Araştırmacı Remzibey genotipinde 4 mg l⁻¹ TDZ +0.2 mg l⁻¹ NAA, Dinçer genotipinde 1 mg l⁻¹ TDZ ve son olarak Shifa genotipinde ise 2 mg l⁻¹ NAA + 2 mg l⁻¹ BAP'lı besi ortamlarının adventif sürgün oluşumunda artışa sebep olduğunu bildirmiştir.

Kumari ve ark. (2015) aspir bitkisinde farklı eksplant tiplerinin kallus oluşturma potansiyelini incelemişlerdir. Araştırmacılar kök ve yaprak eksplantları ile yaptıkları çalışmada, farklı konsantrasyonlarda 2.4-D ve IAA kullanmışlardır. Sonuçta yaprak eksplantlarının tümünde yüksek oranda kallus oluşum yüzdesi (%90) elde ettiklerini rapor etmişlerdir. Ayrıca kallus oluşumunda IAA ilave edilen besi ortamlarının 2.4-D içeren besin ortamlarından daha az etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kuşoğlu (2015), Aspirin farklı kısımlarının (yaprak, tohum ve çiçek) toplam fenolik ve flavonoid içeriğini, DPPH, ABTS radikali giderme ve indirgeyici güç aktivitesini, OH⁻, H₂O₂ ve süperoksit radikali giderme aktivitesini incelemiştir. En yüksek fenolik madde içeriğinin yaprak ekstresinde, en yüksek flavonoid içeriğinin ise

çiçek ve yaprak ekstresinden elde edildiğini bildirmiştir. Çiçek ekstresinin DPPH radikali giderme aktivitesinin standarttan da yüksek olduğunu, en yüksek ABTS radikali giderme aktivitesinin ise yaprak ekstresinin gösterdiğini belirlemiştir. İndirgeyici güç tayininde; yaprak ve çiçek ekstresinin, standart olarak kullanılan α -tokoferolden daha yüksek aktiviteye sahip olduğunu saptamıştır.

Moghbel ve ark. (2015), *in vitro* ortamda kültüre alınan aspir (*Carthamus tinctorius* L.) fidelerini kolşisin ile muamele ederek DNA ve stomalarında görülen farklılıkları araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, 24 saat süresince farklı konsantrasyonlarda kolşisin muamelesi yapılan fidelerin stomalarının daha büyük olduğu ve uygulamaların tamamında DNA miktarında önemli bir artış olduğunu vurgulamışlardır.

Culpan (2015), iki aspir çeşidinde (Dinçer ve Balcı), gibberellik ve salisilik asidin verim ve kalite özellikleri üzerindeki etkisini tarla denemeleri ile araştırmıştır. Araştırmacı maksimum tane veriminin 120.496 kg/da ile SA uygulamasında Dinçer çeşidinde, minimum verimin de 55.111 kg/da ile GA₃ uygulamasında Balcı çeşidinden elde edildiğini bildirmiştir. Ayrıca 300 ppm GA₃ uygulamasının yağ miktarını artırdığını, SA uygulamasının ise yağ miktarının artmasında etkili olmadığını tespit etmiştir.

Arslan ve Bayraktar (2016), Ankara şartlarında Dinçer aspir genotipinde azotlu ve fosforlu gübrelerin yağ oranı ve kompozisyonuna etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar çalışma sonucunda bu gübrelerin bitkinin yağ oranını ve bileşimini pozitif olarak etkilediğini bildirmişlerdir.

Danicic ve ark. (2016), NaCl'nin aspir bitkisinin büyümesi ve metabolizması üzerindeki etkisini araştırmışlardır. NaCl konsantrasyonunun arttırılmasının, bitki başına yaprak sayısı ve kuru yaprak kütlesi/alan oranını etkilediği belirtmişlerdir. Araştırmacılar, NaCl varlığında büyüyen bitkilerde transpirasyon yoğunluğunun azaldığını ve NaCl derişiminin artması ile stomatal diffüzyon direncinin arttığını rapor etmişlerdir.

Kanar (2016), Kahramanmaraş şartlarındaki aspir genotiplerinin verim ve verim özelliklerini araştırmıştır. İncelemeler sonucunda, en yüksek yağ oranının Oleic Leed genotipinde olduğunu buna karşın Balcı genotipinin tohum ve yağ verimi bakımından daha yüksek değerlere sahip olduğunu bildirmiştir.

Kaya (2017), Balcı aspir genotipinde *in vitro* ortamda elde edilen steril fidelerinin nod, hipokotil ve kotiledon eksplantlarının adventif sürgün oluşturma potansiyelini araştırmıştır. Sonuç olarak, her üç eksplantta da kallus ve kallustan sürgün

oluşumunu sağladığını ve en fazla sürgün oluşumunu kotiledon eksplantlarından elde ettiğini rapor etmiştir.

Alasvandyari ve Mahdavi (2017), glisinbetainin farklı tuz koşullarında aspirin bazı vejetatif ve fizyolojik özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 100, 150 mM NaCl) tuz stresine maruz bırakılmış aspirin bitkisinin yapraklarına sprey şeklinde farklı oranlarda (0, 10, 30 ve 60 mM) glisinbetain uygulamışlardır. Sonuçta tuzlu koşullarda bitki gelişiminin yavaşladığını, RWC ve POD aktivitesinin azaldığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte MDA, prolin, toplam çözünebilir şeker, CAT ve SOD aktivitesinde artış meydana geldiğini saptamışlardır. 60 mM glisinbetain uygulamasının tüm tuz gruplarında kontrol grubuna oranla kök ile sürgün uzunluğunu ve RWC içeriğini artırdığını belirtmişlerdir. 30 ve 60 mM glisinbetain uygulanan gruplarda bitkinin kök-sürgün kuru ağırlığını, toplam çözünebilir şeker oranını ve prolin içeriğini artırdığını rapor etmişlerdir. Ayrıca glisinbetain uygulamasının tüm tuzluluk düzeylerinde katalaz etkinliğini uyarırken peroksidaz ve malondialehid baskıladığını, ancak SOD etkinliği üzerine bir etkisinin gözlenmediğini bildirmişlerdir.

Kazemeini ve ark. (2017), iki aspirin çeşidinin tuzluluk toleransını inceleyerek toleransı etkileyen en önemli faktörleri belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada Sofeh ve Zendehtut aspirin çeşitleri kullanılmış ve bu genotipler tuzluluk oranları 2, 4, 8 ve 12 ds m⁻¹ olan sulama suları ile sulanmışlardır. Bitki kuru ağırlığının Sofeh çeşidinde sırasıyla %13, %30, %50 oranında, zendehtut çeşidinde ise sırasıyla %9, %28, %40 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Tüm tuzluluk düzeylerinde Zendehtut genotipinde daha yüksek klorofil-a, klorofil-b, SPAD, peroksidaz, süperoksit dismutaz aktivitesinin olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca tuz konsantrasyonundaki artışın Sofeh çeşidinde, sürgün ve kökteki prolin ve MDA miktarını daha fazla artırdığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları Lineer regresyon analizinde, bitki kuru ağırlığı ile kök ve yapraktaki Na⁺ derişimi ve prolin içeriği arasında anlamlı ve ters bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Bitki kuru ağırlığı, K⁺/Na⁺ oranı ile peroksidaz, süperoksit dismutaz ve klorofil-a düzeyleri arasında anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Sonuç olarak kök, sap ve yaprak kısımlarındaki, peroksidaz ve süperoksit dismutaz aktivitesinin tuza dayanıklı aspirin türlerinin belirlenmesinde güvenilir göstergeler olduğunu belirlemişlerdir.

Birecikli Hamidi (2018), Balcı aspirin çeşidinin olgun tohumlarını *in vitro* ortamda kültüre alarak çimlenme, mikroçoğaltım ve köklenme potansiyelini incelemiştir.

Araştırmacı, *in vitro* koşullarda aspir tohumlarının çimlenebilmesinin testanın çatlatılmasına bağlı olduğunu saptamışlardır. Testası çatlatıldıktan sonra kültüre alınan aspir tohumlarının optimum çimlenme koşullarının; 30 g sakkaroz ilave edilmiş ¼ MS besi ortamı olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı 0.5 mg l⁻¹ Kin içeren MS besi ortamında maksimum sürgün ve 2.0 mg/L NAA'lı besi ortamında ise eksplant başına 20 tane kök elde ettiğini belirtmiştir. Ayrıca elde edilen köklü fidelerin toprağa adaptasyonunun başarı ile sağlandığını bildirmiştir.

Toprak ve Tunçtürk (2018), aspirin beş farklı genotipinde farklı tuz konsantrasyonlarının fide gelişimine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar 0 mM ve 150 mM NaCl konsantrasyonu uygulayarak elde ettikleri fidelerin bitki boyu, yaprak sayısı, kök uzunluğu, taze kök ve gövde ağırlığı, kuru kök ve gövde ağırlığı ile kök/gövde oranı parametrelerini kullanarak tuz stresinin etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, aspir genotiplerinde tuz stresine olan toleransların farklılık gösterdiğini ve uygulanan tuzun bütün çeşitlerde fide gelişimini büyük oranda engellediğini rapor etmişlerdir. Ayrıca tuz stresine toleransı en yüksek olan genotipin Remzibey-05, duyarlılığı en fazla olan genotipin ise Dinçer ve Yenice olduğunu belirtmişlerdir.

Bu literatür taraması ışığında sunulan tez çalışmasında, balcı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşidinin çimlenmesi üzerine NaCl'nin farklı konsantrasyonlarının (0, 50, 75, 150 ve 300 mM) etkisi *in vitro* ortamda araştırılmıştır. Bunun için *in vitro* ortamda farklı konsantrasyonlarda tuz stresine maruz bırakılan aspir tohumlarının, çimlenme yüzdesi, sürgün ve kök boyu, yeşil aksam taze-kuru ağırlıkları, GSİ, Lipid Peroksidasyon Derecesi (MDA), Toplam Fenolik Miktarı, Toplam Flavonoit Miktarı, DPPH Serbest Radikali Giderim Aktivitesi, Prolin içeriği ve H₂O₂ içeriği incelendi. Yapılan çalışma balcı aspir çeşidinde tuz stresinin etkisi ile ilgili *in vitro* ortamda yapılan ilk çalışma olması açısından büyük önem taşımaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez çalışmasında, tescilli Balcı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşidine ait olgun tohumlar başlangıç materyali olarak kullanıldı. Deneysel çalışmalar, Batman Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'ne ait Biyoteknoloji Araştırma Laboratuvarında yürütüldü (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Balcı aspir çeşidinin olgun tohumlarının genel görünümü

Çizelge 3.1. Balcı aspir çeşidinin genel özellikleri (Şahin ve Taşlıgil, 2016)

Dikenlilik	Çiçek Rengi	Bitki Boyu (cm)	En yüksek verim (kg/da)	Bin Dane Ağırlığı (g)	Yağ Oranı (%)
Dikenli	Sarı	55-70	376	40-48	38-41

Aspir, genellikle yağlı tohumları için yetiştirilen tek yıllık çalı formunda bir bitkidir. Dar ve uzun yaprakları koyu yeşil renkte olup kenarları testere dişli ve dikenlidir. Çiçekleri sarı renkli ve tüp şeklinde olup tablada 20-180 kadarı bir arada bulunur. 2.5-3.0 m derinliklere inebilen kazık kök sistemine sahip olan aspir, 110-140 gün içerisinde yetişebilen uzun gün yağ bitkisidir (Şahin ve Taşlıgil, 2016; Kaya 2017).

3.2. Yöntem

Balcı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşidinin *in vitro* kültür ortamında oluşturulan tuzluluğa verdiği yanıtlar incelendi. Bu amaçla *in vitro* koşullarda farklı tuz konsantrasyonlarının (0 , 50, 75, 150 ve 300 mM) aspirin çimlenmesinde meydana getirdiği fizyolojik ve biyokimyasal farklılıklar incelendi.

3.2.1. *In vitro* kültür koşulları

3.2.1.1. Ön hazırlık

Çalışmada kullanılan tüm cam malzemeler, sıcak suda yıkandıktan sonra saf sudan geçirildi ve etüvde 180°C'de 3 saat kadar (mezür, balon joje ve pipetler ise 80 °C'de) bekletilerek sterilize edildi. İnkübasyon işlemlerinde kullanılan filtre kağıtları iki saat süre ile 180 °C'de, besi ortamında kullanılan distile su ise 180 °C'de etüvde üç saat kadar bekletilerek sterilize edildi. İnkübasyon işlemlerinde kullanılan bistüri ve pensler %96'lık alkol ile silindikten sonra alüminyum folyo ile sarılarak 300 °C'de 30 dakika boyunca kuru hava sterilizatöründe bekletilerek steril edildi.

3.2.1.2. Besi ortamının hazırlanması ve sterilizasyonu

Bu tez çalışmasında besin ortamı olarak Murashige ve Skoog (MS) temel besin ortamı kullanılmıştır (Murashige ve Skoog, 1962). **Çizelge 3.2**'de MS besin ortamı içeriğindeki bileşenler verilmiştir.

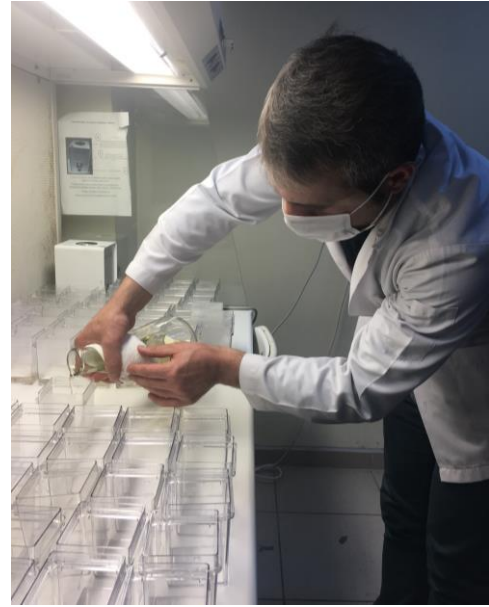
Çizelge 3.2. Standart MS besin ortamı içeriği (Murashige ve Skoog, 1962)

Makro Elementler	Mikro Elementler	Kompleks Kelatör	Vitaminler
NH ₄ NO ₃	H ₃ BO ₃	FeSO ₄ .7H ₂ O	Nikotinic asit
KNO ₃	MnSO ₄ .4H ₂ O	Na ₂ EDTA	Glisin
CaCl ₂ .2H ₂ O	ZnSO ₄ .7H ₂ O		Pridoksin HCl
MgSO ₄ .7H ₂ O	KI		Tiamin HCl
KH ₂ PO ₄	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O		
	Cu SO ₄ .5H ₂ O		
	CoCl ₂ .6 H ₂ O		

Bir litrelik MS besin ortamı hazırlamak için, 1 litrelik erlen içerisine 750 ml distile saf su konuldu ve 30 g sakkaroz ilave edilerek karıştırıldı. **Çizelge 3.3**'de belirtilen MS besin ortamı bileşenlerinden hazırlanan stok çözeltiler sırasıyla, makro element, mikro element, kompleks kelatör ve vitaminler ilave edildi. Daha sonra toplam hacim 1000 ml olacak şekilde distile su ile tamamlandı. Besin ortamının pH'sı, 0.1 M NaOH ve 0.1 M HCl kullanılarak 5.7 olacak şekilde ayarlandıktan sonra katılaştırmak için 5.458 g agar ilave edildi. Son olarak hazırlanan besin ortamı sterilizasyon işlemi için 121°C sıcaklıkta 1 atm basınç altında 25 dk süreyle otoklavda bekletildi. Bu süre sonunda steril olan besin ortamı, steril kabin içinde eş zamanlı sterilizasyonu yapılan Magenta GA-7 kültür kaplarına, yaklaşık 50 ml olacak şekilde bölüştürüldü ve yaklaşık yarım saatlik süre sonunda besin ortamlarının jel kıvamına gelmesi sağlandı (**Şekil 3.2**).

Çizelge 3.3. 1 litre MS besi ortamının içeriği

MS Ana Çözeltisi (Makro Elementler)	100 ml
MS Mikro Elementler-1	10 ml
MS Mikro Elementler-2	1 ml
Kompleks Kelatör	10 ml
Vitamin Karışımı	1 ml
B1 Vitamini Ana Çözeltisi	1 ml
Distile Su	1000 ml'ye tamamlanır

**Şekil 3.2.** Besi ortamının hazırlanması ve sterilizasyonu

3.2.1.3. İnkübasyon ve büyüme odasının koşulları

Kültüre alma işlemlerinden önce inkübasyon odasında bulunan kapı, masa, dolap, taban ile duvar ticari çamaşır suyu (sodyum hipoklorit-NaOCI) ile temizlendi. İnkübasyonun yapılacağı steril kabinin içi, %70'lik alkol ile temizlendi ve ultraviyole lambası 2-4 saat açık bırakılarak sterilizasyon işlemleri tamamlandı.

Aspir tohumlarının çimlendirilmesi üzerine tuz stresi uygulamaların tümü optimum koşulların sağlandığı büyüme odasında yapıldı. Büyüme odası; $30-60 \mu\text{m}/\text{m}^2\text{s}^1$ ışık şiddetine sahip civalı Floresan lambalar (400 W, MBFR/U, Thorn) ve ortam sıcaklığını $25\pm 2^\circ\text{C}$ de sabit tutan bir sıcaklık kontrol sistemi ile sağlandı. Ayrıca büyüme odasının ışık periyodu 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olacak biçimde ayarlanmıştır (3000-5000 lüx).

3.2.2. *In vitro* koşullarda NaCl'nin çimlenme üzerine etkisi

Balcı aspir çeşidine ait olgun tohumların *in vitro* ortamda çimlenmesi zerine NaCl' nin etkisi araştırıldı. Bu amaçla aspir tohumları eşme suyu ile yıkandı ve n sterilizasyon için %70 etil alkol içinde 30 saniye bekletildi. Aspir tohumları % 5 sodyum hipoklorit solüsyonunda 60 dakika kadar bekletildi (Birecikli Hamidi, 2018) ve akabinde NaOCI kalıntılarından arındırılmak için 25 dakika boyunca steril distile suda çalkalanarak sterilizasyon işlemi tamamlandı.

Tohumların imlenmesi üzerine tuz stres faktörünün etkisini test etmek için hazırlanan MS (1/4) besi ortamına NaCl'nin farklı (0 50, 75, 150, 300 mM) konsantrasyonları ayrı ayrı ilave edildi. Sterilizasyonu tamamlanan tohumlar inkübasyon odasında steril kabin içinde kültüre alınarak, büyüme odasında çimlenmeye bırakıldı (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Aspir tohumlarının NaCl'nin farklı konsantrasyonlarını içeren besi ortamında kültüre alınarak, büyüme odasında çimlenmeye bırakılması

3.2.3. lm ve analizler

3.2.3.1. Çimlenme yüzdesi

3 haftalık kültür periyodunun sonunda NaCl uygulamalarına inkübe edilen tohumlar içerisinden, imlenen tohumlar belirlenerek yüzde (%) imlenme oranı hesaplandı.

3.2.3.2. Sürgün boyu-kök uzunluğu

Rastgele seçilen (20 adet) bitkilerin kök başlangıcından yaprak uç bölgesine kadar olan kısmın uzunlukları ayrı ayrı ölçülerek (cm) sürgün boyu olarak belirlendi. Kök başlangıcından kök ucuna kadar olan kısımlar ayrı ayrı ölçülerek (cm) kök uzunluğu belirlendi.

3.2.3.3. Yeşil aksam taze-kuru ağırlığı

Her bir gruptan rastgele seçilen bitkilerin (5 adet) yeşil aksamaları ayrılarak, taze ağırlıkları hassas terazi ile gram cinsinden tartıldı. Daha sonra 55°C’de ağırlık değişimi olmayıncaya kadar etüvde bekletildi ve son ağırlıklar alınarak kuru ağırlıkları yine aynı şekilde hesaplandı.

3.2.3.4. Gerçek su içeriği (GSİ):

Tuz uygulamasından 3 hafta sonra her bir gruptan rastgele seçilen 5 ayrı materyalin taze ağırlıkları ölçüldü. Bitki yaprakları 55°C’de etüvde ağırlık değişimi olmayıncaya kadar kurutulduktan sonra kuru ağırlıklar saptandı. Her bir gruba ait yaprak örneklerinin GSİ ayrı ayrı aşağıdaki formüle göre % olarak hesaplandı.

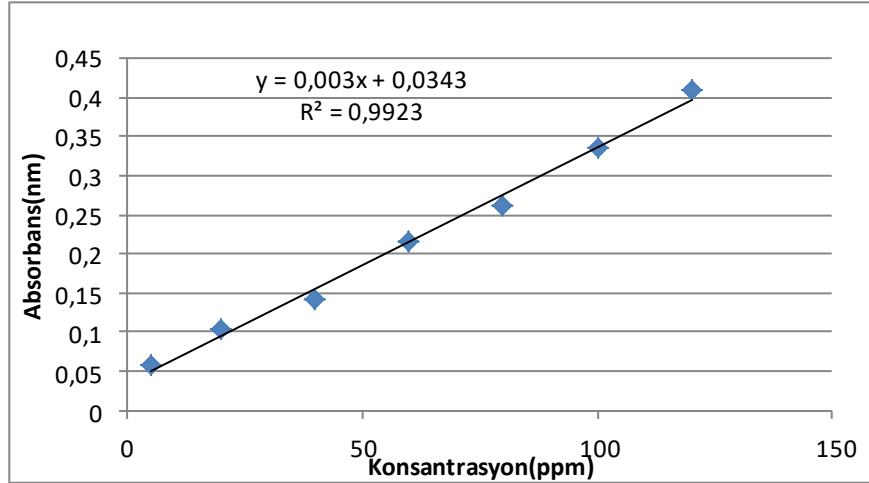
$$\% \text{GSİ} = (\text{TA} - \text{KA}) / \text{TA} \times 100$$

Bu formüllerde, TA; taze ağırlığı ve KA; kuru ağırlığı ifade etmektedir.

3.2.3.5. Lipid peroksidasyonu derecesinin belirlenmesi

Yaprak dokularında meydana gelen hücre zarı hasarını ölçmek için lipid peroksidasyonunun son ürünü olan MDA miktarı tiyobarbitürik asit (TBA) testi ile belirlendi (Ohkawa ve ark., 1979). Bu analiz için kontrol ve uygulama grubuna ait yaprak dokularından alınan 0.1 g’lık örnekler sıvı azotta öğütüldükten sonra üzerlerine 2 ml %5’lik triklor asetik asit (TCA) eklenerek homojenizasyon sağlandı. Bu karışım 25 °C’de 12.000 rpm’de 20 dakika santrifüj edildi.

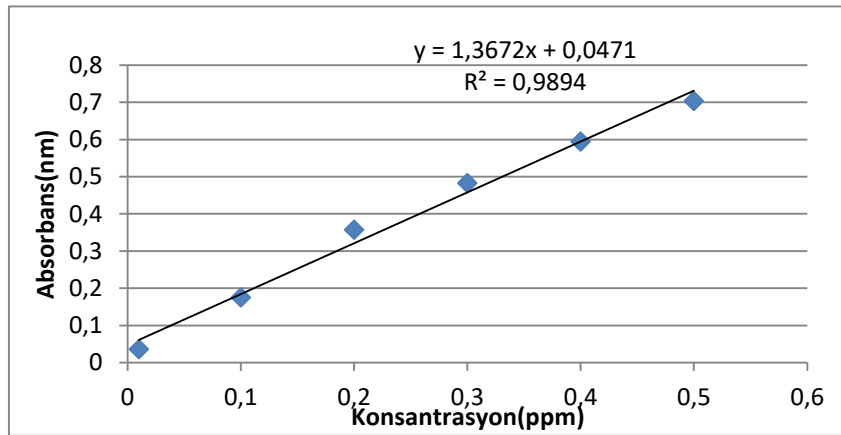
0.4 µl süpernatant ve içinde %0.5 oranında TBA bulunan 0.4 µl %20’lik TCA çözeltisi içeren reaksiyon karışımı, 95 °C’lik sıcak su banyosunda tutulduktan sonra buz banyosuna konuldu. Sonraki aşamada 1000 rpm’de 10 dk santrifüj edilen karışımların absorban değerleri spektrofotometre yardımıyla 532 nm dalga boylarında ölçüldü. Kör olarak içerisinde %0.5 oranında TBA bulunan %20’lik TCA çözeltisi kullanıldı. Aynı işlemler 1,1,3,3-Tetrametoksiopropan için tekrarlanarak MDA standart eğrisi grafiği çizilerek dokulardaki MDA miktarı hesaplandı ve sonuçlar µmol g⁻¹ TA olarak ifade edildi (Ecem, 2010).



Şekil 3.4. MDA standart eğrisi

3.2.3.6. Prolin içeriğinin belirlenmesi

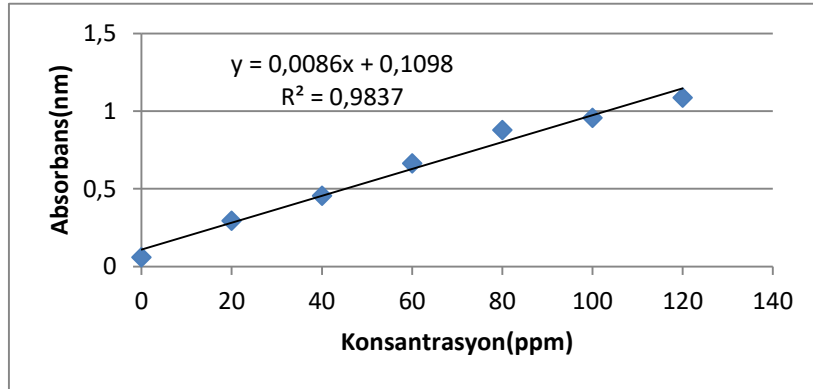
Prolin miktarı, spektrofotometrik olarak Asit-Ninhidrin metodu ile belirlendi (Bates ve ark. 1973; Ghoulam ve ark. 2002). 100 mg taze yaprak sıvı azot ile toz haline getirilerek, % 40'lık 2 ml metanolle ekstrakte edildi. 1 ml ekstrakt, 1 ml glasiyal asetik asit ve 6 M ortofosforik asit (3:2 v/v) karışımı üzerine 25 mg ninhidrin eklenerek, bu karışım 1 saat 100 °C de inkübe edildi. Daha sonra tüpler soğutulurak 5 ml toluen ilave edildi ve iyice karıştırıldıktan sonra iki farklı faz oluşumu gözlemlendi. Prolin miktarının belirlenmesi için üstteki fazın absorbansı 528 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçüldü. Yaprak dokularındaki prolin miktarı, L-prolin standardı kullanılarak grafik yardımıyla hesaplandı ve mmol g⁻¹ taze ağırlık olarak ifade edildi.



Şekil 3.5. L-Prolin standart eğrisi

3.2.3.7. H₂O₂ içeriğinin ölçülmesi

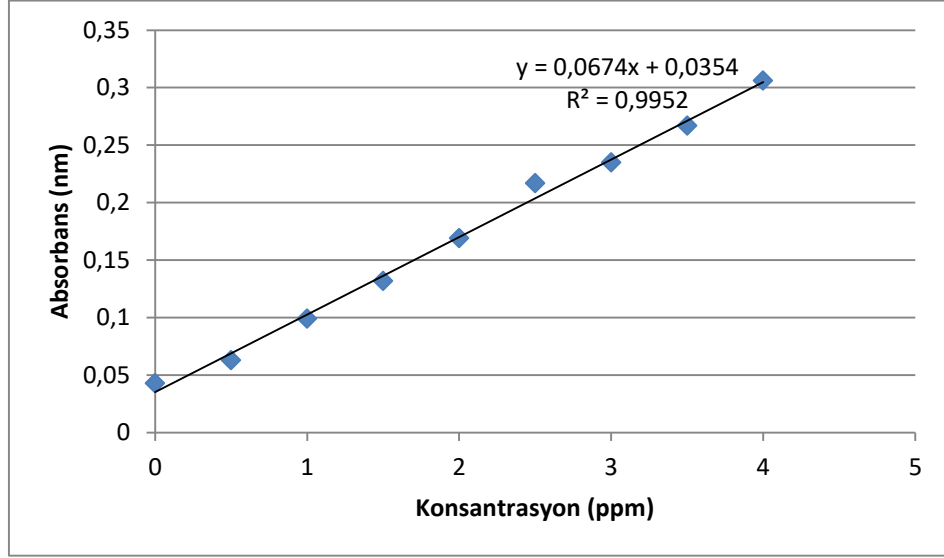
H₂O₂ içeriği Velikova ve ark. (2000)'na göre belirlendi. 200 mg yaprak dokusu buz üzerinde % 0.1'lik 2 ml TCA solüsyonunda homojenize edildi. Homojenat 12.000 rpm de 15 dk santrifüj edildi ve 0.4 ml süpernatant 0.8 ml⁻¹ KI ve 0.4 ml⁻¹0 potasyum fosfat solüsyonuna (pH 7.0) eklendi. Süpernatant absorbansı 390 nm'de ölçüldü. H₂O₂ içeriği; H₂O₂'nin farklı konsantrasyonları kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon eğrisinden elde edilen formülle hesaplandı.



Şekil 3.6. H₂O₂ standart eğrisi

3.2.3.8. Toplam fenolik miktar tayini

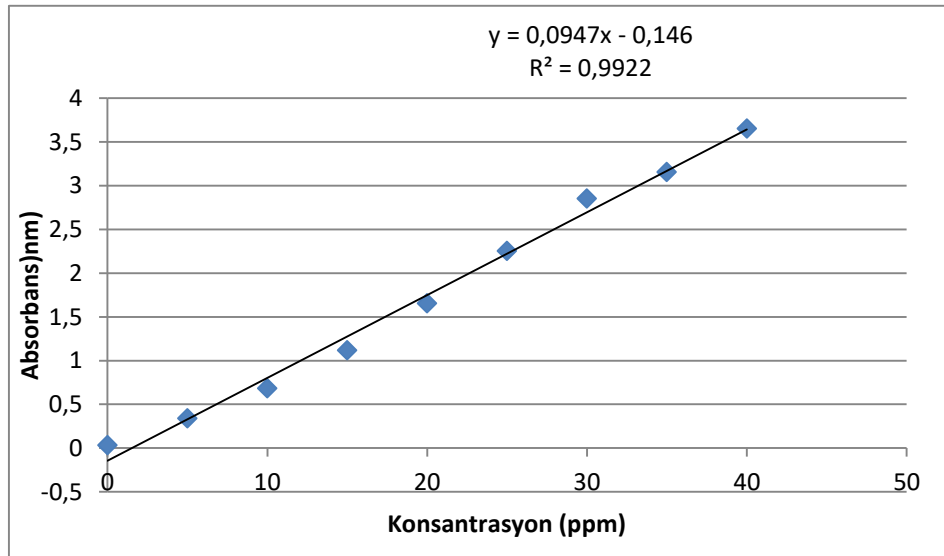
Ekstrelerin toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılmak üzere gallik asite eş değer olarak tespit edildi (Slinkard ve Singleton, 1977). Etanolde hazırlanmış olan ekstrelerin 1000 ppm konsantrasyonda çözeltileri hazırlanarak 100 µg ekstre içeren örnek çözeltileri distile su ile 4,6 mL'ye tamamlandı. Bu karışıma 100 µL Folin-Ciocalteu Reaktifi (FCR) ve 3 dakika sonra %2'lik Na₂CO₃ çözeltisinden 300µL ilave edilerek oda sıcaklığında iki saat boyunca inkübe edildi. Farklı konsantrasyonlardaki gallik asit çözeltileri için de aynı işlem uygulanarak inkübasyon sonrasında 760 nm dalga boyunda spektrofotometrik ölçüm alındı. Ekstrelerin toplam fenolik içerikleri standart gallik asit grafiğinden elde edilen sonuçlar eşitlik (Şekil 3.7.) kullanılarak belirlendi.



Şekil 3.7. Gallik asit standart eğrisi

3.2.3.9. Toplam flavonoit miktar tayini

Ekstrelerin toplam flavonoit miktarları kersetine eşdeğer olarak alüminyum nitrat yöntemi ile belirlendi (Moreno ve ark., 2000). 1000 ppm'lik kersetin çözeltisi hazırlandı ve bu çözeltiden 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 ve 200 μ L alınarak hacimleri %80'lik etanol ile 4,8 mL'ye tamamlandı. Daha sonra karışımın üzerine 0,1 mL 1 M potasyum asetat ve bir dakika sonra 0,1 mL %10'luk alüminyum nitrat ilave edildi. 40 dakika inkübasyon süresinden sonra 415 nm'de kontrole karşı UV spektrofotometresinde absorbansları okundu. Ekstrelerin toplam flavonoit miktarları standart kersetin grafiğinden elde edilen eşitlik (Şekil 3.8.) kullanılarak belirlendi.



Şekil 3.8. Kersetin standart eğrisi

3.2.3.10. DPPH serbest radikali giderim aktivitesi

Ekstrelerin serbest radikal giderim aktiviteleri 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil serbest radikali (DPPH) kullanılarak belirlendi (Blois, 1958). Bitkilerin etanol ekstrelerinden 1 mg/ml stok çözelti hazırlandı. Bu stok çözeltilerden son konsantrasyon 10, 25, 50, 100, 250 ve 500 µg/ml olacak şekilde alınarak hacimleri 1mL'ye tamamlandı ve üzerlerine 0,1 mM DPPH çözeltisinden 4 mL ilave edildi. Çözelti karışımı karanlıkta oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra 517 nm dalga boyunda spektrofotometrik ölçüm alındı. Standart olarak; Askorbik asit, BHA ve BHT kullanıldı. Elde edilen absorbans değerleri aşağıdaki formül değerine yerleştirilerek inhibisyon yüzdesi (%I) hesaplandı.

$$\%I = (A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}/A_{\text{kontrol}}) \times 100$$

A_{kontrol}=kontrol tüpünün (test bileşikleri dışında tüm ayraçları içeren tüp) absorbans değerini, **A=örnek** ise her bir konsantrasyon için hazırlanan tüpün absorbans değerini ifade etmektedir.

3.2.3.11. İstatistiksel analizler

Rastgele seçilen örneklerden genellikle her parametre için (çimlenme yüzdesi, sürgün boyu, kök boyu) ayrı ayrı seçilerek (n=20) elde edilen verilerin analizi SPSS Paket programı (20.0) kullanılarak yapıldı. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem derecesini belirlemek için tek yönlü varyans analizinin Duncan yöntemi ile her bir testin güvenilirlik oranı %95 (p < 0.05) olarak belirlendi.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. NaCl ile oluşturulan Stres Koşullarında Çimlendirilen Balcı Aspir Çeşidinde Morfolojik Parametreler

4.1.1. Çimlenme, Sürgün boyu ve kök uzunluğu üzerine etkisi

Balcı aspir çeşidinin olgun tohumlarına, farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 75, 150 ve 300 mM NaCl) uygulanan tuz stres faktörünün çimlenme, sürgün boyu ve kök uzunluğu üzerine etkisini belirlemek için, 3 hafta sonra sonunda elde edilen veriler **Çizelge 4.1.** de gösterildi.

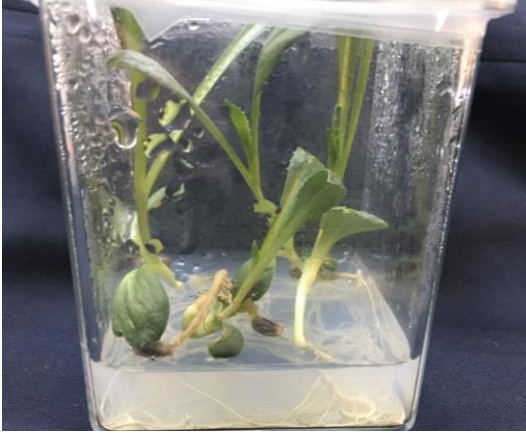
Çizelge 4.1. Tuz stresi sonrası çimlenme, sürgün ve kök uzunluğu değişimleri (ortalama \pm standart sapma)

Uygulamalar	Çimlenme Yüzdesi (%)	Sürgün Boyu (cm)	Kök Boyu (cm)
Kontrol	100	5.22 \pm 2.05 ^a	1.95 \pm 1.97 ^a
50 mM NaCl	75	2.38 \pm 1.89 ^b	0.51 \pm 0.71 ^b
75 mM NaCl	75	1.79 \pm 0.95 ^{cb}	0.54 \pm 1.11 ^b
150 mM NaCl	30	1.20 \pm 0.31 ^c	0.49 \pm 0.63 ^b
300 mM NaCl	5	-	-

Rakamlar 20 materyalin ortalamasını göstermektedir. Farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($p \leq 0.05$)

Kontrol grubundaki kültürler ile kıyaslandığında NaCl uygulamalarının çimlenme yüzdeleri üzerinde olumsuz etki ettiği görüldü. Kontrol grubunda maksimum çimlenme gözlenirken (%100), NaCl'nin artan konsantrasyonuna bağlı olarak uygulama gruplarının çimlenme yüzdelerinde farklı sonuçlar alındı. Elde edilen verilere göre çimlenme yüzdesinin 150 mM NaCl uygulamasında %30'a ve 300 mM NaCl uygulamasında ise %5'e düştüğü tespit edildi (**Şekil 4.1.**, **Şekil 4.2.**, **Şekil 4.3.**, **Şekil 4.4.** ve **Şekil 4.5.**).

Farklı oranlarda uygulanan NaCl' nin sürgün boyu üzerine etkisi değerlendirildiğinde (**Çizelge 4.1**) sürgün uzunluğunun artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak önemli düzeyde azaldığı belirlendi. Tuz uygulamalarında gelişen aspir fidelerinin sürgün uzunluklarında meydana gelen bu azalmanın, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu tespit edildi ($p < 0.05$). Sürgün uzunluğu bakımından uygulama grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında, özellikle 50 ve 150 mM NaCl uygulamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu saptandı. Bununla birlikte en yüksek NaCl uygulamasında (300 mM) çimlenen 1 tohumda sadece radikula çıkışı olduğu için veri alınmadı.



Şekil 4.1. Kontrol grubunda kültüre alınan aspir tohumlarının 3 haftalık görünümü



Şekil 4.2. 50 mM NaCl içeren besi ortamında kültüre alınan aspir tohumlarının 3 haftalık görünümü



Şekil 4.3. 75 mM NaCl içeren besi ortamında kültüre alınan aspir tohumlarının 3 haftalık görünümü



Şekil 4.4. 150 mM NaCl içeren besi ortamında kültüre alınan aspir tohumlarının 3 haftalık görünümü



Şekil 4.5. 300 mM NaCl içeren besi ortamında kültüre alınan aspir tohumlarının 3 haftalık görünümü

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, NaCl tuzunun aspir fidelerinin kök uzunluğu üzerinde olumsuz etki göstererek önemli azalmaya sebep olduğu belirlendi (yaklaşık %74). Uygulama grupları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında bu azalmanın istatistiksel

olarak da anlamlı olduğu saptandı ($p < 0.05$). Buna karşın NaCl uygulama grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında (300 mM hariç) kök uzunluklarının benzer olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edildi.

4.1.2. Yeşil aksam taze ve kuru ağırlık üzerine etkisi

Farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 75, 150 ve 300 mM NaCl) uygulanan tuz stres faktörünün yeşil aksam taze ve kuru ağırlık üzerine etkisini belirlemek için, kültüre alındıktan 3 hafta sonra elde edilen veriler **Çizelge 4.2.** de gösterildi.

Çizelge 4.2. Tuz stresi sonrası yeşil aksam taze/kuru ağırlık değişimleri (ortalama \pm standart sapma)

Uygulamalar	Taze Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)
Kontrol	0.22 \pm 0.02 ^a	0.02 \pm 0.004 ^a
50 mM NaCl	0.16 \pm 0.01 ^b	0.02 \pm 0.003 ^a
75 mM NaCl	0.15 \pm 0.03 ^b	0.01 \pm 0.003 ^a
150 mM NaCl	0.16 \pm 0.01 ^b	0.02 \pm 0.004 ^a
300 mM NaCl	-	-

Farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($p \leq 0.05$)

Çalışmamızda tüm NaCl uygulamalarında gelişen fidelerin, kontrol grubuna göre yeşil aksam taze ağırlıklarında önemli bir azalma olduğu ve azalmanın istatistiksel olarak da önemli olduğu tespit edildi. Bununla birlikte NaCl uygulamaları kendi aralarında karşılaştırıldığında gelişen fidelerin yeşil aksam taze ağırlıklarında önemli bir değişimin olmadığı istatistiki olarak anlamsız olduğu saptandı.

Tuz uygulamalarının yeşil aksam kuru ağırlık üzerine etkileri incelendiğinde **Çizelge 4.2.** de görüldüğü gibi hem kontrol grubu hem de kendi aralarında karşılaştırıldığında anlamlı bir azalmanın olmadığı ve meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak önem arz etmediği tespit edildi.

4.2. NaCl ile oluşturulan Stres Koşullarında Çimlendirilen Balcı Aspir Çeşidinde Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler

4.2.1. GSİ üzerine etkisi

50, 75, 150 ve 300 mM NaCl ile oluşturulan tuzluluk koşullarının GSİ üzerine etkisini belirlemek için kültüre alındıktan 3 hafta sonra uygulama gruplarından elde edilen veriler **Çizelge 4.3.** de gösterildi.

Çizelge 4.3. Tuz stresi sonrası yaprak GSİ değişimleri (ortalama \pm standart sapma)

Uygulamalar	GSİ (%)
Kontrol	89.31 \pm 1.005 ^a
50 mM NaCl	87.23 \pm 1.038 ^a
75 mM NaCl	87.32 \pm 0.902 ^a
150 mM NaCl	83.95 \pm 1.916 ^b
300 mM NaCl	-

Farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($p \leq 0.05$)

Tuz stres faktörünün balcı aspir fidelerinin GSİ üzerine olan etkisi incelendiğinde; kontrol grubuna göre NaCl konsantrasyonu artışına bağlı olarak GSİ oranında azalma saptandı. Ancak 50 ve 75 mM NaCl uygulama gruplarında meydana gelen azalmanın istatistiki olarak önem arz etmediği, 150 mM NaCl grubundaki azalmanın ise kontrol grubuna göre istatistiki olarak önemli olduğu tespit edildi. Test edilen tüm uygulamalar arasında en düşük GSİ oranının %83.95 ile 150 mM NaCl uygulama grubunda kültüre alınan aspir fidelerinde meydana geldiği belirlendi.

Tüm veriler ışığında, yüksek NaCl konsantrasyonlarının balcı aspir çeşidinde GSİ oranında azalmaya neden olduğu, düşük tuz konsantrasyonlarının ise çok fazla etkili olmadığı belirlendi.

4.2.2. Lipid peroksidasyonu derecesi üzerine etkisi

Farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 75, 150 ve 300 mM NaCl) uygulanan tuz stresinin balcı aspir çeşidinin hücre zarında meydana getirdiği hasar, lipidlerin bozulması sonucu ortaya çıkan bir ürün olan MDA'nın miktarı incelenerek belirlendi. Tuz uygulaması sonrasında tiyobarbitürik asit testi ile belirlenen MDA içeriğine ait sonuçlar **Çizelge 4.4.** de sunuldu.

Çizelge 4.4. Tuz stresi sonrası MDA içeriğindeki değişimler (ortalama \pm standart sapma)

Uygulamalar	MDA ($\mu\text{mol g}^{-1}$ TA)
Kontrol	2.76 \pm 0.04 ^d
50 mM NaCl	3.02 \pm 0.02 ^c
75 mM NaCl	3.68 \pm 0.05 ^b
150 mM NaCl	4.58 \pm 0.05 ^a
300 mM NaCl	-

Farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($p \leq 0.05$)

Çizelge 4.4.'deki sonuçlar incelendiğinde, NaCl uygulamalarının MDA içeriğinin artmasına neden olduğu saptandı. Kontrol grubuyla mukayese edildiğinde, NaCl konsantrasyonu artışına paralel olarak MDA miktarının da düzenli olarak arttığı

görüldü ve MDA artışı oranları istatistiki olarak da önemli bulundu. 150 mM NaCl uygulama grubunda MDA miktarının ($4.58 \mu\text{mol g}^{-1}$) maksimum oranda olduğu ve bu değerlerin hem diğer NaCl uygulamaları hem de kontrol grubundaki değerlerden istatistiki olarak önemli derecede farklı olduğu tespit edildi.

4.2.3. Prolin içeriği üzerine etkisi

Farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 75, 150 ve 300 mM NaCl) uygulanan tuz stresinin, aspir fidelerinin prolin içeriği üzerine etkisi **Çizelge 4.5.** de sunuldu.

Çizelge 4.5. Tuz stresi sonrası prolin miktar değişimleri (ortalama \pm standart sapma)

Uygulamalar	Prolin (mmol g^{-1} TA)
Kontrol	0.69 ± 0.01^d
50 mM NaCl	0.94 ± 0.04^c
75 mM NaCl	1.33 ± 0.03^b
150 mM NaCl	2.18 ± 0.03^a
300 mM NaCl	-

Farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($p \leq 0.05$)

NaCl uygulamalarının tamamında gelişen fidelerin, prolin içeriklerinde kontrol grubuna kıyasla artış meydana geldiği tespit edildi. **Çizelge 4.5.**'de sunulan veriler ışığında prolin içeriğinin; NaCl konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak artış gösterdiği ve meydana gelen bu artışın istatistiki olarak anlamlı olduğu görüldü. Ayrıca uygulama grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında, prolin içeriği bakımından istatistiki bakımdan anlamlı farklılıklar olduğu, tuzluluk şiddetinin artışına bağlı olarak prolin içeriğinin de arttığı belirlendi. En düşük NaCl uygulaması olan 50 mM konsantrasyonunda prolin miktarındaki artış (0.94 mmol g^{-1}) kontrole göre anlamlı seviyede ($p \leq 0.05$) farklılık gösterdi. Kontrol grubuna göre oldukça yüksek bulunan prolin miktarı ise 2.18 mmol g^{-1} ile 150 mM NaCl uygulama grubunda belirlendi.

4.2.4. H_2O_2 içeriği üzerine etkisi

Farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 75, 150 ve 300 mM NaCl) uygulanan tuz stresi sonrası aspir fidelerinde H_2O_2 içeriğinde meydana gelen değişimler **Çizelge 4.6.** da sunuldu.

Çizelge 4.6. Tuz stresi sonrası H₂O₂ içeriği değişimleri (ortalama ± standart sapma)

Uygulamalar	H ₂ O ₂ (µmol g ⁻¹ TA)
Kontrol	14.55±0.69 ^d
50 mM NaCl	17.81±1.04 ^c
75 mM NaCl	34.03±0.87 ^a
150 mM NaCl	25.66±1.10 ^b
300 mM NaCl	-

Farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (p ≤ 0.05)

NaCl tuz stresi uygulamalarının tamamında gelişen fidelerin, H₂O₂ içeriklerindeki değişim incelendi ve kontrol grubu ile kıyaslandığında genel olarak tüm gruplarda (50, 75, 150 ve 300 mM NaCl) H₂O₂ içeriğinin anlamlı (p ≤ 0.05) bir artış gösterdiği saptandı (Çizelge 4.6.). Tuz uygulamaları arasında en yüksek H₂O₂ içeriği 34.03 µmol g⁻¹ ile 75 mM NaCl konsantrasyonunda gelişen aspir fidelerinde elde edilirken, en düşük H₂O₂ içeriğinin ise 17.81 µmol g⁻¹ ile 50 mM NaCl uygulamasında olduğu ve bu değerlerin kontrol grubundan oldukça yüksek olduğu belirlendi.

4.2.5. Toplam fenolik ve flavonoid miktarı üzerine etkisi

Farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 75, 150 ve 300 mM NaCl) uygulanan tuz stresi sonrası aspir fidelerinde, toplam fenolik ve flavonoid miktarında meydana gelen değişimlere ait veriler Çizelge 4.7. de sunuldu.

Çizelge 4.7. Tuz stresi sonrası toplam fenolik ve flavonoid miktarı (ortalama ± standart sapma)

Uygulamalar	Toplam Fenolik İçeriği (µg GAE/mg ekstre)	Toplam Flavonoid İçeriği (µg QEs/mg ekstre)
Kontrol	150.0 ± 0.04 ^a	206.0 ± 0.05 ^a
50 mM NaCl	122.0 ± 0.10 ^b	170.0 ± 0.06 ^b
75 mM NaCl	100.5 ± 0.05 ^d	119.5 ± 0.01 ^d
150 mM NaCl	114.0 ± 0.05 ^c	123.5 ± 0.01 ^c
300 mM NaCl	-	-

Farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (p ≤ 0.05)

Tuz stresi uygulamalarında gelişen aspir fidelerinin, fenolik madde içeriklerindeki değişimler incelendiğinde genel olarak tüm gruplarda (50, 75, 150 ve 300 mM NaCl) kontrol grubuna göre azalma olduğu saptandı (Çizelge 4.7.). Aspir fidelerinin fenolik madde içeriklerindeki söz konusu bu azalma hem kontrol grubundan hemde uygulama grupları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklı (p ≤ 0.05) olduğu belirlendi. Fenolik madde içeriğindeki azalma en fazla 100.5 mikrogram ile 75 mM NaCl konsantrasyonunda gelişen aspir fidelerinde, en düşük azalma ise 122.0

mikro gram ile 50 mM NaCl konsantrasyonunda gelişen aspir fidelerinde görüldü. Bu değerler kontrol grubunda gelişen aspir fidelerinde 150.0 mikro gram olan fenolik içeriğinden önemli seviyede düşük bulundu.

Çizelge 4.7.'de görüldüğü gibi, uygulanan tuz stresinin flavonoit madde içeriğindeki değişim incelendiğinde de genel olarak tüm konsantrasyonlarda (0, 50, 75, 150 ve 300 mM NaCl) fenolik madde içeriğindeki değişimlere benzer şekilde kontrole göre azaldığı belirlendi. Flavonoit miktarının uygulanan NaCl konsantrasyonuna göre hem kontrol grubundan hemde kendi aralarında önemli seviyede farklılıklar gösterdiği saptandı ($p \leq 0.05$). Kontrol grubunda 206.0 mikrogram olan flavonoit madde içeriğinin, 75 mM NaCl konsantrasyonunda gelişen aspir fidelerinde 119.5 mikro grama düştüğü görüldü.

4.2.6. DPPH serbest radikali giderim aktivitesi üzerine etkisi

Farklı tuz konsantrasyonları uygulanan aspir fidelerinden elde edilen ekstrelerin DPPH serbest radikali giderim aktiviteleri altı farklı konsantrasyonda (10, 25, 50, 100, 250, 500 $\mu\text{g ml}^{-1}$) test edildi. Ekstreler pozitif kontrol olarak kullanılan askorbik asit, BHT ve BHA' ya göre karşılaştırılarak veriler **Çizelge 4.8.**'de gösterildi.

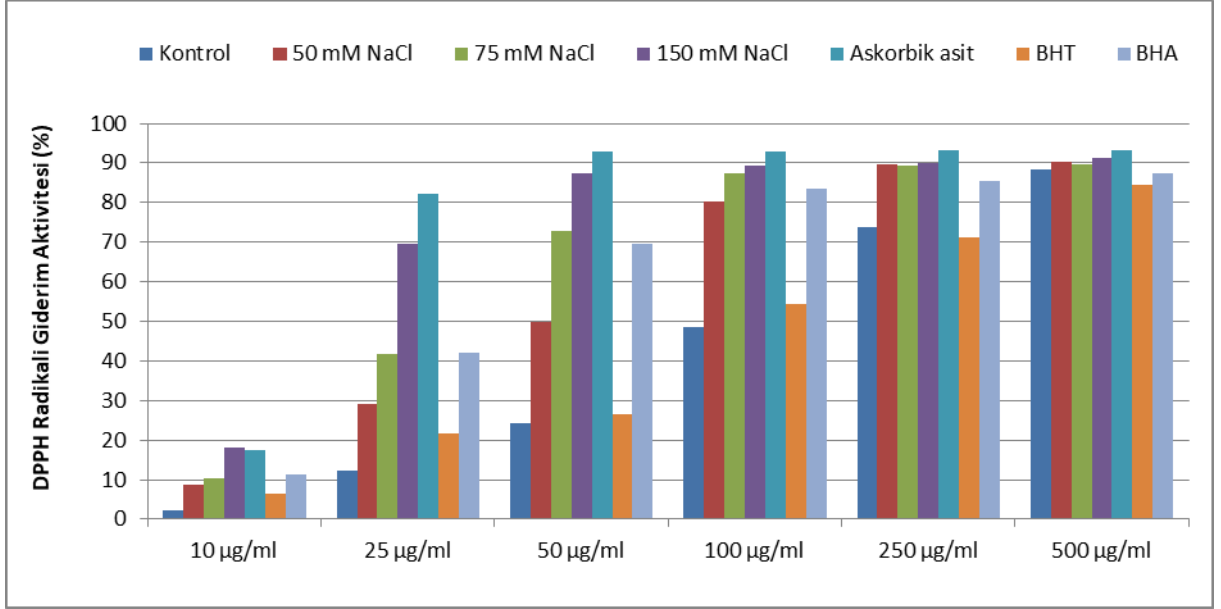
Çizelge 4.8. Aspir fideleri ve pozitif kontrollerin DPPH serbest radikali giderim aktiviteleri (ortalama \pm standart sapma)

Konsantrasyon	Kontrol	50 mM NaCl	75 mM NaCl	150 mM NaCl	Askorbik asit	BHT	BHA
10 $\mu\text{g ml}^{-1}$	2.39 \pm 0.41	8.68 \pm 0.56	10.39 \pm 0.79	18.03 \pm 2.48	17.33 \pm 3.63	6.4 \pm 0.56	11.16 \pm 1.70
25 $\mu\text{g ml}^{-1}$	12.22 \pm 0.36	29.25 \pm 1.74	41.66 \pm 1.95	69.57 \pm 3.61	82.07 \pm 1.04	21.76 \pm 0.54	42.08 \pm 1.41
50 $\mu\text{g ml}^{-1}$	24.21 \pm 0.34	49.97 \pm 0.42	72.93 \pm 0.68	87.44 \pm 1.57	92.84 \pm 0.06	26.57 \pm 1.83	69.69 \pm 0.88
100 $\mu\text{g ml}^{-1}$	48.62 \pm 1.48	80.19 \pm 0.55	87.34 \pm 1.19	89.4 \pm 0.95	92.92 \pm 0.11	54.5 \pm 0.66	83.35 \pm 1.11
250 $\mu\text{g ml}^{-1}$	73.74 \pm 2.59	89.71 \pm 0.79	89.24 \pm 0.18	90.02 \pm 0.67	93.12 \pm 0.06	71.1 \pm 0.24	85.6 \pm 1.87
500 $\mu\text{g ml}^{-1}$	88.48 \pm 0.29	90.43 \pm 0.06	89.68 \pm 0.06	91.32 \pm 0.07	93.12 \pm 0.06	84.31 \pm 0.93	87.32 \pm 0.07

Rakamlar 5 materyalin ortalamasını göstermektedir.

Tuzluluk stresine maruz bırakılan aspir fidelerinin, DPPH serbest radikali giderim aktivitelerinin genel olarak NaCl uygulama grubuna ve konsantrasyona göre farklılıklar gösterdiği saptandı. **Çizelge 4.8.**'de görüldüğü gibi, kontrol ve NaCl uygulama gruplarının tamamında konsantrasyon (10, 25, 50, 100, 250, 500 $\mu\text{g ml}^{-1}$) arttıkça antioksidan aktivitenin de düzenli olarak arttığı belirlendi. Bununla birlikte tüm test grupları arasında en yüksek DPPH serbest radikali giderim aktivitesi, %91.32 inhibisyon değeri ile 150 mM NaCl uygulamasının 500 $\mu\text{g ml}^{-1}$ konsantrasyonunda elde edildi. Ayrıca 75 mM NaCl uygulamasının 250 ve 500 $\mu\text{g ml}^{-1}$ konsantrasyonunda

sırasıyla %89.24 ve %89.68 inhibisyon değerleri ile aynı konsantrasyonlardaki 50 mM NaCl uygulamasından daha düşük aktivite gösterdiği belirlendi.



Şekil 4.6. Aspirin ve pozitif kontrollerin DPPH serbest radikali giderim aktiviteleri

Test grupları pozitif kontroller ile karşılaştırıldığında, 150 mM NaCl uygulanan aspirin fidelerinin tüm konsantrasyonlarda BHT ve BHA'dan daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu görüldü. 75 mM NaCl uygulamasının BHT'den tüm konsantrasyonlarda, BHA'dan ise 50, 100, 250 ve 500 µg ml⁻¹ konsantrasyonlarda daha yüksek aktivite gösterdiği belirlendi. 50 mM NaCl uygulamasının yine pozitif kontrol olan BHT'den tüm konsantrasyonlarda, BHA'dan da 250 ve 500 µg ml⁻¹ konsantrasyonlarda daha yüksek aktiviteye sahip olduğu saptandı. Ayrıca 150 mM NaCl uygulanan aspirin fidelerinin 10 µg ml⁻¹ konsantrasyonunda askorbik asitten daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği tespit edildi (Şekil 4.6.).

Önemli çevresel stres faktörlerinden biri olan tuzluluk, bitkilerin büyümesini ve gelişmesini olumsuz yönde etkiler. Bitkilerin bu elverişsiz şartlara karşı geliştirdikleri adaptasyon şekilleri genotipe göre değişmektedir. Bununla birlikte tuz stresine verilen yanıtlar bitkinin gelişim dönemlerine göre farklı seviyelerde olabilmektedir. Özellikle bitki yaşamının ilk ve en önemli safhalarından olan çimlenme, tuz stresi gibi çevresel stres faktörlerinden büyük oranda etkilenir (Çulha 2011; Bina ve Bostani, 2017). Bitkilerde gelişimin ilk evresi olan çimlenme aşamasında, stres etkilerinin ve yanıtlarının incelenmesi bitkilerin tuzluluğa karşı tolerans seviyelerini belirlemede önemli bir aşama olarak kabul edilir. Bu nedenle bu çalışmada, balcı aspir çeşidinin çimlenmesine farklı NaCl konsantrasyonlarının etkisi incelenerek değerlendirildi.

Çimlenme, tohumda su alımıyla başlayan ve radikula çıkışıyla sonuçlanan fizyolojik bir olaydır. Tuz stresine maruz kalan bitkilerde çimlenmenin azaldığı, bitki çıkışının gecikerek düzensiz olduğu ve dolayısıyla bitki veriminin düştüğü vurgulanmıştır (Toprak ve Tunçtürk 2018). Tuz stresi, yetersiz su alımına, iyon toksisitesine, metabolik aktivitede engellemelere, enzim inhibisyonuna, büyümede dengesizliklere yol açarak tohumların çimlenmesini büyük oranda engeller (Amor ve ark., 2005; Khan ve ark., 2006; Leblebici ve Işık 2018). Aspir bitkisinde de artan tuz konsantrasyonlarında çimlenme yüzdesinin azaldığı bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Francois ve Berstein 1964; Çulha ve Çakırlar 2011). Literatürle uyumlu olarak balcı aspir çeşidi ile ilgili yaptığımız bu çalışmada, artan konsantrasyondaki NaCl uygulamasının çimlenme yüzdesini olumsuz etkilediği belirlendi. Bazı araştırmacılar, düşük tuz uygulamalarında tohumlarda yüksek çimlenme yüzdesi gözlendiğini ve bu değerlerin kontrol grubu ile aynı veya biraz düşük olduğunu belirtmiştir (Guan ve ark., 2009; Çulha 2011). Siddiqi ve ark. (2007) aspir bitkisi ile yaptıkları çalışmada tuz toleransını anlamak için tohumların maksimum çimlenme gösterdikleri uygulamalardan daha yüksek tuz konsantrasyonlarına maruz kalmaları gerektiğini vurgulamışlardır. Yaptığımız çalışmada kontrol grubunda tohumların %100'ü, 50 ve 75 mM NaCl uygulama gruplarında ise %75'i çimlendi. 150 mM NaCl uygulamasında %30'a düşen çimlenme oranının, en yüksek tuz uygulaması olan 300 mM da ise %5'e düştüğü saptandı. Çalışmamızı destekler nitelikte Echi ve ark. (2013), tuzluluk koşullarının aspir tohumunun çimlenmesinde belirgin bir azalmaya neden olduğunu ve yüksek tuz seviyelerinde (210 mg l⁻¹ NaCl) çimlenmenin kontrol grubuna kıyasla oldukça düştüğünü belirtmişlerdir.

Tuz stresinin bitkiler üzerinde meydana getirdiği etkiler bitki metabolizmasını bozabilmekte ve büyümede azalma ile sonuçlanabilmektedir. Tuz stresinin bitkinin gövde uzunluğunu azalttığını bildiren birçok çalışma bulunmaktadır (Perica ve ark. 2008; Shafi ve ark. 2009; Çulha 2011). Yaptığımız çalışmada artan NaCl miktarına bağlı olarak balcı aspir fidelerinin sürgün uzamasında kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde azalma olduğu belirlendi. Bununla birlikte NaCl stresinin kök uzunluğunu azalttığı ve en uzun kökün 1.95 cm ile kontrol grubunda, en kısa kökün ise 0.49 cm ile 150 mM NaCl uygulamasından elde edildiği belirlendi. Çalışmamızla paralel şekilde aspride tuz stresinin bitki boyunu, kök boyunu, tüm büyüme ve verim parametrelerini azalttığını bildiren birçok çalışma bildirilmiştir (Kaya ve ark 2003; Sadeghi 2011; Çulha ve Çakırlar 2011; Aymen ve ark. 2012; Harrathi ve ark. 2012; Echi ve ark. 2013; Erdal ve Çakırlar, 2014; Bahadorkhah ve Kazameini 2014; Zhang ve ark. 2015; Alasvandyari ve Mahdavi 2017; Toprak ve Tunçtürk 2018). Bitki boyu ve kök uzunluğunda meydana gelen azalmanın, osmotik basınç farklılıklarından, yapraklarda Na⁺ birikiminden ve hücre çoğalmasında inhibisyondan kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Munns ve Tester, 2008; Alasvandyari ve Mahdavi 2017; Bina ve bostani 2017).

NaCl stres faktörü diğer morfolojik parametrelerde olduğu gibi taze ve kuru ağırlık değerlerinde de düşüğe sebep olmaktadır. Çalışmamızda test edilen NaCl uygulamalarında aspir fidelerinin taze ağırlığının kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde azaldığı kuru ağırlığın ise değişmediği belirlendi. Aspir ile yapılan bazı çalışmalarda sürgün taze ve kuru ağırlığında artan NaCl miktarına bağlı olarak azalma meydana geldiği rapor edilmiştir (Siddiqi ve ark., 2007; Çulha ve çakırlar 2011; Aymen ve ark. 2012; Harrathi ve ark. 2012; Zhang ve ark. 2015; Toprak ve Tunçtürk 2018). Tuz stresinin, dokularda su içeriğinin, klorofil ve karotenoid miktarının azalmasına sebep olduğu, fotosentez aktivitesinin inhibisyona uğramasına ve sonuç olarak bitkide ağırlık kaybına yol açtığı düşünülmektedir (Sairam ve ark. 2002).

Tuz stresinin bitkilerde sebep olduğu ilk hasarın su eksikliği ile kendini gösterdiği bildirilmiştir. Kültür ortamında tuz seviyesindeki artış suyun osmotik potansiyelini düşürerek kökün su almasını zorlaştırır ve bitkide su eksikliğine neden olur (Sairam ve Srivastava, 2002). Fizyolojik kuraklık olarak da tanımlanan bu olay sonucunda çeşitli metabolik düzensizlikler ve büyüme hızında azalma meydana gelir (Richards, 1954; Levitt, 1980). Siddiqi ve Ashraf (2008) ile Alasvandyari ve Mahdavi (2017), aspir çeşitleri ile yaptıkları çalışmada, tuz stresinin su ile ilgili parametreleri ve yaprak su içeriğini azalttığını (oransal su içeriği, su potansiyeli ve osmotik potansiyel

gibi) rapor etmişlerdir. Bu çalışmalarla benzer şekilde yaptığımız çalışmada, artan NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak aspir fidelerinin GSİ oranında azalma meydana geldiği belirlendi. Düşük NaCl uygulamalarında (50 ve 75 mM) GSİ oranında kontrole göre meydana gelen azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Ancak %83.95 ile 150 mM NaCl uygulamasındaki azalmanın kontrol grubuna göre istatistiki olarak önemli olduğu tespit edildi. Çulha (2011) 3 farklı aspir çeşidi ile ilgili yaptığı çalışmada, artan tuz stresine bağlı olarak su içeriğinin (oransal ve GSİ) azaldığını bildirmiştir. Ayrıca farklı bitki türlerinde yapılan bir çok çalışma da benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Tıprıdamaz ve Çakırlar, 1990; Çiçek ve Çakırlar, 2002; Morant-Manceau ve ark., 2004; Silva ve ark., 2010).

Tuz stresi altında aktif oksijen türleri çoklu doymamış yağ asitleri ile reaksiyona girerek lipid peroksil radikallerin oluşmasına neden olmaktadır. Ortaya çıkan bu radikaller membran organizasyonu ve bütünlüğünün bozulmasına yol açar (Smirnoof, 1995; Elkahoiu ve ark., 2005; Sreenivasulu ve ark. 1999 Radić ve ark., 2006). Hücre zarında bulunan lipidlerin peroksidede olması sonucunda, reaksiyon ürünü olarak MDA meydana gelmektedir (Ohkawa ve ark., 1979). Çalışmamızda NaCl stresinin aspir fidelerinde meydana getirdiği zararın anlaşılması amacı ile yeşil aksam dokularındaki MDA içerikleri incelendi. Sonuç olarak artan NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak MDA içeriğinin arttığı tespit edildi. Kontrol grubuna göre MDA içeriğinde meydana gelen artış, tuz stresinin lipid peroksidasyonuna neden olduğunu göstermektedir. Farklı aspir çeşitleriyle yapılan çalışmalarda sonuçlarımızla paralel şekilde tuz stresinin MDA miktarında artışa sebep olduğu bildirilmiştir (Çulha 2011; Erdal ve Çakırlar 2014; Alasvandyari ve Mahdavi 2017; Kazemeini ve ark. 2017). Ayrıca farklı bitki türlerinde, yaptığımız çalışmanın bulgularını destekler nitelikte; Salah ve ark. (2011) yonca bitkisinde, Demiral ve Türkan (2004) ile Orcan (2017) çeltikte, Carrasco-Rios ve Pinto (2014) mısırdada, Zhang ve ark. (2013) buğday bitkisinde, özellikle yüksek tuz konsantrasyonlarının MDA miktarında artışa sebep olduğunu rapor etmişlerdir.

Bitkiler tuz stres faktörüne karşı koyabilmek için düşük molekül ağırlıklı osmolitleri yüksek miktarda biriktirmektedirler. Bu osmolitlerden biri olan prolin miktarının, stres altındaki bitkilerde arttığını rapor eden birçok çalışma mevcuttur (Silveira ve ark., 2003; Morant-Manceau ve ark., 2004; Ashraf ve Orooj, 2006; Eyidogan ve Öz, 2007; Çiçek ve Çakırlar, 2008; Silva Ortega ve ark., 2008). Balcı aspir çeşidi ile ilgili yaptığımız çalışmada da tuz stresine bağlı olarak ortaya çıkan osmotik stresin, prolin miktarında artışa neden olduğu belirlendi. Farklı aspir çeşitlerinde

çalışmamızdaki bulguları destekler nitelikte stresin şiddetinin artışına bağlı olarak prolin içeriğinin de arttığını bildiren çalışmalar rapor edilmiştir (Erdal ve Çakırlar 2014; Alasvandyari ve Mahdavi 2017; Kazemeini ve ark. 2017).

Tuz stresi altındaki bitkilerde H₂O₂ miktarında meydana gelen artışın, lipid peroksidasyonuna yol açtığı ve membran yapısının bozulduğu belirtilmektedir (Mandhania ve ark., 2006). Yaptığımız çalışmada artan NaCl konsantrasyonu ile birlikte H₂O₂ miktarında önemli bir artış tespit edildi. Meydana gelen bu artmanın tüm NaCl uygulamalarında, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi. Çulha (2011) 3 farklı aspir çeşidi ile ilgili yaptığı çalışmada, NaCl miktarı artıkça oksidatif stresin indüklenmesi sonucu, H₂O₂ miktarının da arttığını rapor etmiştir. Araştırmacı artan NaCl stresinin lipid peroksidasyonu ile birlikte iyon sızıntı oranının da arttığını ve bu durumda H₂O₂'nin sinyal molekülü olarak değil toksik bir molekül olarak davrandığını bildirmiştir. Chaparzadeh ve ark. (2004) *Calendula officinalis* bitkisinin tuz stresi altında yapraklarındaki H₂O₂ içeriğinde kontrol gruplarına göre artış olduğunu belirlemiştir. Araştırmacılar H₂O₂ seviyesinin farklı enzim aktiviteleri ile etkileşimi sonucu bitkinin tuz stresine karşı tolerans kazanmasında ve büyümeyi düzenlemesinde önemli role sahip olduğunu bildirmiştir.

Genellikle meyve ve sebzelerin yapısında bulunan ve kuvvetli antioksidan aktiviteye sahip olan fenolik bileşikler; fenolik asitler ve flavonoidler olarak iki gruba ayrılırlar (Cemeroğlu, 2004; Davies, 2000; Tozoğlu, 2011). Yapılan son çalışmalarda aspir bitkisinin de fenolik bileşikler bakımından oldukça zengin olduğu belirtilmiştir (Roh ve ark., 2004; Özdemir ve ark., 2011; İşler, 2014; Çalışkan ve ark. 2017). Tarla koşullarında yetiştirdiği aspirin tohum, yaprak ve çiçek ekstrelerinin toplam fenol ve flavonoid madde miktarını araştıran Kuşoğlu (2015), en yüksek fenolik madde içeriğini 276 mg ml⁻¹ ile yaprak ekstresinde, toplam flavonoid madde içeriğini ise çiçek (92.9 mg ml⁻¹) ve yaprak ekstresinde (97,41 mg ml⁻¹) elde ettiğini bildirmiştir. Yu ve ark. (2013) aspir tohumlarının, toplam fenolik madde içeriğinin 126,0 mg GAE/g flavonoid madde içeriğini ise 62,2 mg QE/g olduğunu bildirmişlerdir. Balcı aspir çeşidi ile ilgili yaptığımız bu çalışmada, kontrol grubunda 150.0 mikrogram olan fenolik madde içeriğinin NaCl stresi uygulamalarında azalarak 100.5 mikrograma (75 mM NaCl) düştüğü belirlendi. Ayrıca kontrol grubunda 206.0 mikrogram olan flavonoid madde içeriğinin, 75 mM NaCl konsantrasyonunda gelişen aspir fidelerinde 119.5 mikrograma düştüğü görüldü. Çalışmamızda bulduğumuz bu sonuçlarla benzer şekilde tuz stresi altında bitkilerde toplam flavonoid ve fenolik içeriğinin önemli ölçüde azaldığını

bildiren çalışmalar mevcuttur. Khalid ve da Silva (2010) *Calendula officinalis* bitkisinde NaCl, CaCl₂ ve MgCl₂ tuzlarının toplam flavonoit ve karotenoid içeriğini, Yuan ve ark. (2010) turpta NaCl'nin toplam fenolik içeriğini belirgin şekilde azalttığını, benzer şekilde, Bourgou ve ark. (2010) *Nigella sativa* bitkisinde NaCl uygulamalarının toplam fenolik içeriği azalttığını bildirmişlerdir.

Kuşoğlu (2015) aspirin tohum, yaprak ve çiçek ekstralarının DPPH serbest radikali giderim aktivitesini incelemiş ve en yüksek aktivitenin %96 ile çiçek ekstresinde elde edildiğini ve bu değer standard olarak kullanılan askorbik asit ve trolokstan yüksek bulunduğunu bildirmiştir. Araştırmacı ayrıca yaprak ekstresinin DPPH radikali giderme aktivitesini %89, yağ ekstresinin ise %87 bulunduğunu rapor etmiştir. Balcı aspir çeşidi ile yaptığımız DPPH radikali giderme aktivitesi tayininde; pozitif kontrol olarak BHT, BHA ve Askorbik asit kullanıldı. Kontrol ve NaCl uygulama gruplarının tamamında konsantrasyon (10, 25, 50, 100, 250, 500 µg ml⁻¹) arttıkça antioksidan aktivitenin de düzenli olarak arttığı belirlendi. Tüm test grupları arasında en yüksek DPPH serbest radikali giderim aktivitesi, %91.32 inhibisyon değeri ile 150 mM NaCl uygulamasında olup pozitif kontrol olarak kullanılan BHT ve BHA'dan yüksek bulundu. Çalışmamızı destekler nitelikte Pehlivan Karakaş (2016) tuz stresi altında çimlendirdiği buğday çeşitlerinde DPPH serbest radikali giderim aktivitesini incelemiş ve en iyi antioksidan aktivitenin tuz stresi altındaki çeşitlerde olduğunu belirlemiştir. Aynı şekilde Oueslati ve ark. (2010) *Mentha pulegium* L. bitkisinin farklı tuz konsantrasyonlarındaki antioksidan aktivitesini incelemiş ve 100 mM NaCl'deki yaprakların kontrol ile karşılaştırıldığında daha yüksek DPPH aktivitesine sahip olduğunu bildirmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Balcı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşidinin çimlenmesi üzerine farklı NaCl konsantrasyonlarının etkisi ile ilgili *in vitro* ortamda yapılan ilk çalışma olan bu araştırmadan elde edilen sonuç ve öneriler aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

1. Yüze sterilizasyonu yapılan aspir tohumları farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 75, 150, 300 mM) NaCl içeren 1/4 MS besi ortamında kültüre alınarak büyüme odasında çimlenmeye bırakıldı. 3 haftalık kültür periyodu sonunda artan NaCl uygulamasının balcı aspir çeşidinin çimlenme yüzdeleri üzerinde olumsuz etki ettiği, kontrol grubunda %100 olan çimlenme yüzdesinin, 150 mM NaCl uygulamasında %30'a ve 300 mM uygulamasında ise %5'e düştüğü tespit edildi.
2. Farklı konsantrasyonlardaki NaCl tuz uygulamalarında gelişen aspir fidelerinin sürgün uzunluklarında istatistiksel olarak anlamlı azalmalar meydana geldiği ($p<0.05$) belirlendi. Sürgün uzunluğu bakımından uygulama grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında, özellikle 50 ve 150 mM NaCl uygulamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu, en yüksek NaCl uygulamasında ise (300 mM) gelişme olmadığı görüldü. Kök uzunluğu bakımından ise NaCl'nin sürgün uzunluğunda olduğu gibi olumsuz etki göstererek yaklaşık %74'lük azalmaya sebep olduğu saptandı. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde uygulama gruplarının kontrole göre farklılık gösterdiği kendi aralarında ise benzer olduğu tespit edildi.
3. NaCl uygulamalarının, fidelerin yeşil aksam taze ağırlıklarında azalmaya neden olduğu ve bu azalmanın kontrol grubuna göre anlamlı, uygulama grupları arasında ise anlamlılık göstermediği tespit edildi. Tuz stresinin fidelerin yeşil aksam kuru ağırlıklarında istatistiki olarak anlam ifade eden bir azalmaya neden olmadığı belirlendi.
4. Tuz stresinin aspir fidelerinin GSİ oranında azalmaya neden olduğu, bu azalmaların yüksek NaCl konsantrasyonunda (150 mM) istatistiksel olarak anlamlı olduğu, düşük NaCl konsantrasyonlarında (50 ve 75 mM) ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi.
5. Hücre zarının yıkımı sonucu oluşan ve lipid peroksidasyonunun son ürünü olan MDA içeriğinin, NaCl konsantrasyonu artışıyla paralel olarak düzenli bir şekilde arttığı belirlendi. En yüksek MDA içeriğinin $4.58 \mu\text{mol g}^{-1}$ değeri ile 150 mM NaCl konsantrasyonunda olduğu ve bu değer hem diğer NaCl uygulamaları

hem de kontrol grubundaki değerlerden istatistiki olarak önemli derecede farklı olduğu tespit edildi.

6. Artan NaCl konsantrasyonuna paralel olarak fidelerin prolin içeriklerinde artış olduğu ve bu artışın kontrole göre istatistiksel olarak önem arz ettiği belirlendi. En yüksek prolin miktarı 2.18 mmol g^{-1} ile 150 mM NaCl konsantrasyonunda belirlenerek bunun kontrole göre oldukça yüksek olduğu saptandı.
7. NaCl uygulamalarının, fidelerin H_2O_2 içeriğinde artışa neden olduğu ve bu artışların kontrole göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi. NaCl uygulamaları arasında en yüksek H_2O_2 içeriği $34.03 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1}$ ile 75 mM NaCl konsantrasyonunda gelişen aspir fidelerinden elde edildi.
8. Tuz stresinin, aspir fidelerinin toplam fenolik madde içeriklerinde azalışa neden olduğu ve bu azalışların kontrole göre istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edildi. Fenolik madde içeriğindeki azalma en fazla 100.5 mikrogram ile 75 mM NaCl konsantrasyonunda gelişen aspir fidelerinde meydana geldi.
9. Aspir fidelerinin toplam flavonoit madde içeriklerinin uygulanan NaCl konsantrasyonuna göre farklılık göstermekle beraber genel olarak kontrol grubundan düşük olduğu saptandı. Kontrol grubunda 206.0 mikrogram olan flavonoit madde içeriğinin, 75 mM NaCl konsantrasyonunda gelişen aspir fidelerinde 119.5 mikrograma düştüğü görüldü.
10. Tuz stresine maruz bırakılan aspir fidelerinin, DPPH serbest radikali giderim aktivitelerinin kontrol ve NaCl uygulama gruplarının tamamında konsantrasyon arttıkça antioksidan aktivitenin de düzenli olarak arttığı tespit edildi. En yüksek DPPH serbest radikali giderim aktivitesi, 91.32 inhibisyon değeri ile 150 mM NaCl uygulamasının $500 \text{ } \mu\text{g ml}^{-1}$ konsantrasyonunda elde edildi. Test grupları pozitif kontroller ile karşılaştırıldığında, 150 mM NaCl uygulanan aspir fidelerinin BHT ve BHA'dan tüm konsantrasyonlarda, askorbik asitten ise $10 \text{ } \mu\text{g ml}^{-1}$ konsantrasyonunda daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği tespit edildi.

KAYNAKLAR

- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L., Güney, K., Hamzaoğlu, E., Tuğ, N., 2007, Angiospermae (Kapalı Tohumlular), *Palme Yayınları*, ISBN 9799944341228, İstanbul, 810s.
- Alasvandyari, F., Mahdavi, B., 2017, Effect of glycinebetaine on growth and antioxidant enzymes of safflower under salinity stress condition, *Agriculture & Forestry*, 63 (3): 85-95.
- 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.
- Arzani, A., 2008, Improving Salinity Tolerance in Crop Plants: A Biotechnological View, *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 44:373-383. <http://dx.doi.org/10.1007/s11627-008-9157-7>
- Arslan, Y.Ü. Bayraktar, N., 2016, Farklı Azot ve Fosfor Seviyelerinin Ankara Ekolojik Koşullarında Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisinin Yağ Oranı ve Kompozisyonu Üzerine Etkisi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (03): 65-73.
- Ashraf, M., 1994, Organic substance responsible for salt tolerance in *Eruca sativa*, *Biol Plant*. 36:255259
- Ashraf, M. Orooj, A., 2006, Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (*Trachyspermum ammi* [L.] Sprague), *Journal of Arid Environments* 64:209-220.
- 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.
- Babaoğlu, M., Gürel, E., Özcan, E., 2002, Bitki Biyoteknolojisi 1. Doku Kültürü ve Uygulamaları, *Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları*, 374 s.
- Babaoğlu, M., 2005, Aspir tarımı (*Carthamus tinctorius* L.) [http://www.ttae.gov.tr/makaleler/aspir_tarimi.htm]. Erişim Tarihi: 25.05.2015.
- Babaoğlu, M., 2006, Dünya’da ve Türkiye’de aspir bitkisinin tarihi, kullanım alanları ve önemi, Broşür, *Trakya Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü*, Edirne.
- Bahadorkhah, F., Kazemeini, S. A., 2014, Effect of salinity and sowing method on yield, yield component and oil content of two cultivars of spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Pizhühishhayi Zirai İran*, 12(2): 264-272.

- Bassil, E.S., Kaffka, S.R. 2002, Response of Safflower (*Carthamus Tinctorius* L.) to Saline Soils and Irrigation II.Crop Response to Salinity, *Agricultural Water Management*, 54: 81-92.
- Başalma, D., Uranbey, S., Mirici, S., Kolsarici, Ö., 2007, TDZ x IBA induced shoot regeneration from cotyledonary leaves and *in vitro* multiplication in safflower (*Carthamus tinctorius* L.), *African Journal of Biotechnology*, 8: 960–966.
- Bates, L.S., Waldern R.P., Teave I. D., 1973, Rapid determination of free proline for water stress studies, *Plant and Soil* 39: 205-207.
- Baydar, H., 2000, Bitkilerde yağ sentezi, kalitesi ve kaliteyi artırmada ıslahın önemi, *Ekin Dergisi*, 11: 50-57.
- 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
- Birecikli, Hamidi, A., 2018, Balci Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşidinin Mikroçoğaltimi, Yüksek Lisans Tezi, *Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Batman, 61s.
- Blois, M. S., 1958, Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 26: 1119-1200
- Bourgou, S., Pichette, A., Marzouk, B., Legault, J., 2010, Bioactivities of black cummin essential oil and its main terpenes from Tunisia. *South African Journal of Botany*; 76: 210-216.
- Carrasco-Rios, L. Pinto, M., 2014, Effect of salt stress on antioxidant enzymes and lipid peroxidation in leaves in two contrasting corn, 'Lluteño' and 'Jubilee', *Chilean Journal Of Agricultural Research*, 74(1), 89-95.
- Cemeroğlu, B., 2004, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 1.Baskı, Ankara.
- Chaparzadeh, N., D'amico, M.L., Khavari-Nejad, R-A., Izzo, R., Navari-Izzo, F., 2004, Antioxidative responses of *Calendula officinalis* under salinity conditions, *Plant Physiology and Biochemistry* 42, 695-701.
- Cronquist, A., 1981, An Integrated System of Classification of Flowering Plants, *Columbia University Press*.
- Culpan, E., 2015, Gibberellik Asit ve Salisilik Asit Uygulamalarının Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'in Tohum Verimi Ve Kalite Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 58 s., Tekirdağ.

- Culpan, E., Arslan, B., 2018, Salisilik asit uygulamasının aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin verim ve bazı kalite özelliklerine etkisinin araştırılması, *Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 59030, Akademik ziraat dergisi*, 7(2):173-178 ,Tekirdağ.
- Çaliskan, Ö., Radusiene, J., Temizel, K.E., Staunis, Z., Cirak, C., 2017, The effects of salt and drought stress on phenolic accumulation in greenhouse-grown *Hypericum pruinaum* Italian Journal of Agronomy 2017; volume 12:918
- Çiçek, N., Çakırlar, H., 2002. The Effect of Salinity on Some Physiological Parameters in two Maize Cultivars, *Bulg. J. Plant Physiol.* 28(1-2), 66-74.
- Çiçek, N., Çakırlar, H., 2008, Effects of salt stress on some physiological and photosynthetic parameters at three different temperatures in six soya bean (*Glycine max* L. Merr.) cultivars, *J. Agronomy and Crop Science* 194, 34-46.
- Çulha, Ş., 2011, Tuz Stresinin Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerindeki Bazı Fizyolojik Ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*,177 s., Ankara.
- Çulha, Ş., Çakırlar, H., 2011, Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *AKÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(2): 11-34.
- Dajic, Z., 2006, Salt Stress, Physiology and Molecular Biology of Stres Tolerance in Plants, ISBN-13 978-1-4020-4224-9, *Dordrecht, The Netherlands*, 345 p.
- Dajue, L., Mündel, H-H., 1996, Safflower *Carthamus tinctorius* L., Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, 7, *International Plant Genetic Resources Institute*, 83p.
- Danicic, M. M., Maksimovic, I. V., Delic, M. I. P., 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.
- DAVIES, K., 2000, Oxidative Stress, Antioxidant Defenses, and Damage Removal, Repair, and Replacement Systems. International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life. Cilt 50, sayı. 5, Sf. 279-289.
- Demiral, T., Türkan, I., 2004, Does exogenous glycinebetaine affect antioksidative system of rice seedlings under NaCl treatment, *Journal of Plant Physiology*, 161, 1089-1100.
- Demircan, G., Dıraman, E., Demircan, S., 2005, Kalp Hastalıklarında Oksidatif Stresin Rolü. *Türk Kardiyoloji Derneği*, 33(8): 488-492.

- Ebrahimzadeh, L., Farahbakhsh, H., Arvin, S.M.J., 2009, Response of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Growth and Development to Exogenous Application of Plant Growth Regulators, *Plant Ecophysiology*, 2: 57-61.
- Ecem, N., 2010, Farklı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşit ve Hatlarında Kuraklık Stresi Etkilerinin Fizyolojik Olarak İncelenmesi, Yüksek lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya.
- Echi, R. M., Aslı, 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, *International Journal of Biosciences (IJB)*, 3(6): 181-189.
- Ekmekçi, E., Apan, M., Kara, T., 2005, Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi, *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 20(3): 118-125.
- Elkahoui, S., Hernández, J.A., Abdelly, C., Ghrir, R., Limam, F., 2005, Effects of salt on lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities of *Catharanthus roseus* suspension cells, *Plant Science* 168, pp. 607-613.
- Ellialtıoğlu, Ş., Tıprıdamaz, R., 1998, Doku kültürünün tuz stresine dayanıklılıkta kullanımı, Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri Sempozyumu, 22-26 Haziran, *E.Ü. Ziraat Fakültesi, E.Ü. Bilim–Teknoloji Uygulama ve Araştırma*.
- Elouaer, M.A., Zhani, K., Ben Fredj, M., Hannachi C., 2012, Seed priming for better growth and yield of safflower (*Carthamus tinctorius*) under saline condition, *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 8(3) : 135-143, Haziran, *E.Ü. Ziraat Fakültesi, E.Ü. Bilim–Teknoloji Uygulama ve Araştırma*.
- Erdal, Ş. Ç., 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.
- Eyidogan, F., Öz, M.T., 2007, Effect of salinity on antioxidant responses of chickpea seedlings, *Acta Physiol. Plant.* 29, 485-493.
- Francois, L.E., Bernstein, L., 1964, Salt tolerance of safflower, *Agron. J.*, 56, 38-40.
- Ghoulam, C., Foursy, A., Fares, K., 2002, Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars, *Environ. Exp. Bot.*, 47: 39-50.
- Guan, B., Zhou, D., Zhang, H., Tian, Y., Japhet, W., Wang, P., 2009, Germination responses of *Medicago ruthenica* seeds to salinity, alkalinity, and temperature, *Journal of Arid Environments* 73, 135-138.

- Gürel, F., 2013, Modern Biyoteknolojinin Geleceği Üzerine Bir Analiz, <https://genotyping.wordpress.com/2013/04/15/modern-biyoteknolojinin-gelecegi-uzerine-bir-analiz/> 12 Şubat 2017.
- Harrathi, J., Hosni, K., Karray, N. B., Attia, H., Marzouk, B., Magne, B., Lachaar 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.
- Hu, Y.C., Schmidhalter, U., 2005, Drought and Salinity: A Comparison of Their Effect on Mineral Nutrition of Plants, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168: 541-549.
- Hussein, T.M., Chandrasekhar, T., Hazara, M., Sultan, Z., Saleh, B.K., Gopal, G.R., 2008, Recent advances in salt stress biology – a review, *Biotechnology and Molecular Biology Review*, 3 (1) : 8-13.
- Hosseini, T., Shekari, F., Ghorbanli, M., 2010, Effect of salt stress on ion content, proline and antioxidative enzymes of two safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.), *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8 (2) : 1080-1086.
- İzci, B. 2009, Pamukta (*G. hirsutum* L.) Farklı Tuz Konsantrasyonlarının *In Vitro* Koşullarda Fotosentetik Pigmentler Üzerine Etkisi, *Alınteri dergisi*, 17(B): 7-13 .
- Ihara, M., Umekawa, H., Takahashi, T., Furuichi Y., 1998, Comparative Effects of Short- and Long-Term Feeding of Safflower Oil and Perilla Oil on Lipid Metabolism in Rats, *Biochemistry and Molecular Biology*.121 (2): 223-231.
- İşler, N., 2014, Aspir Tarımı, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Hatay.
- Jain, M., Mathur, G., Koul, S., Sarin, N., 2001, Ameliorative effects of proline on salt stress-induced lipid peroxidation in cell lines of groundnut (*Arachis hypogaea* L.), *Plant Cell Reports* 20 (5) : 463-468.
- Jam, B.J., Shekari, F., Zangani, E., 2013, Application of bio-sulfur fertilizer and seed pretreatment with salicylic acid improved photosynthetic parameters of safflower, *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (11) :3068-3075.
- Kanar, Y., 2016, Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius*) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 56 s., Kahramanmaraş.
- Kanber, R., Çullu, M.A., Kendirli, B., Antepli, S., Yılmaz, N., 2005, Sulama, drenaj ve tuzluluk, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildirileri*, 213–251, Ankara.

- Kaya, M. D., Ipek, A., Ozturk, 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: 221-227.
- Kaya, Ş., 2017, Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisi Balcı Çeşidinin Doku Kültürüyle *In Vitro* Çoğaltımı, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji Ve Genetik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 59 s., İstanbul.
- Kazemeini, S. B., Zamani, A., Motazedian, A., Shakeri, E., 2017, Evaluation of salinity tolerance in two safflower cultivars using ions relations and biochemical traits, *Iranian Journal of Field Crop Science*, 48(4): 1211-1225.
- Khalid, A.K., Teixeira da Silva, J.A., 2010, Yield, essential oil and pigment content of *Calendula officinalis* L. flower heads cultivated under salt stress conditions. *Scientia Horticulturae* 126: 297–305
- 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.
- Koç, H., 2001, Yağ Bitkileri, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Serisi No:22*, Tokat.
- Koutroubas, S. D., Papakosta, D. K., Doitsinis, A., 2009, Phenotypic variation in physiological determinants of yield in spring sown safflower under Mediterranean conditions, *Field Crops Research* , 112: 199-204.
- Konar V., Aşkın Y., Türkoğlu., 2010, Yabani Aspir (*Carthamus percisus* wild) Bitkisinin Yağ Asidi Bileşiminin İncelenmesi, *Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi*, 22: 29-36.
- Kumar, S. G., Reddy, A. M., Sudhakar, C., 2003, NaCl effects on proline metabolism in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) with contrasting salt tolerance, *Plant Science* ,165: 1245-1251.
- Kumari, S., Pandey, R. K., Kumar, U., 2015, *In-vitro* Callus Induction from Two Different Explants Stem and Leaf in *Carthamus-tinctorius* Linn, *European Journal of Experimental Biology*, 5(2) : 1-4.
- Kuşoğlu , E., 2015, Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisinin Fenolik Bileşiklerinin Ve Antioksidan Aktivitesinin Tayini, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul*, 73s.
- Larcher, W., 1995, *Physiological Plant Ecology*, *Published by Springer*, New York, 506p.

- Leblebici, S., Işık, G., 2018, Farklı konsantrasyonlarda kalsiyum karbonat (CaCO₃) 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.
- Levitt, J., 1980, Responses of Plants to Environmental Stresses Volume II. (Physiological Ecology), *Academic Pres*, New York. 365-490p.
- Lima-Costa, M.E., Ferreira, S., Duarte, A., Ferreira, A.L., 2008, Alleviation of salt stress using exogenous proline on a citrus cell line, *VI International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops*, ISHS Acta Horticulturae http://www.actahort.org/books/868/868_10.htm
- Lin, N., Fan, S., Shan, G., Zuo, P., Cui, L., 2014, Safflower Yellow for Acute Ischemic Stroke: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials, *Complementary Therapies in Medicine*, 22 (2): 354-361.
- Mahajan, S., Tuteja, N., 2005, Cold, salinity and drought stresses: An overview, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444: 139-158.
- Mandal A. K. A., Gupta S. D., Chatterji A. K., 2001, Factors affecting somatic embryogenesis from cotyledonary explants of safflower [J], *Biologia Plantarum*, 44: 503-507.
- Mandhania, S., Madan, S., Sawhney, V., 2006, Antioxidant defense mechanism under salt stress in wheat seedlings, *Biologia Plantarum*, 50 (2),227-231.
- Moghbel, N., Borujeni, M.K., Bernard, F., 2015, Colchicine effect on the DNA content and stomata size of *Glycyrrhiza glabra* var, *glandulifera* and *Carthamus tinctorius* L. cultured *in vitro*, *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 13: 1–6.
- Moghadam, A.K., Mohammadi, K., 2014, A laboratory and glasshouse evaluation of ascorbic and salicylic acid effect on germination traits and grain yield of safflower cultivars, *Environmental and Experimental Biology*,12: 39–42.
- Morant-Manceau, A., Pradier, E., Tremblin, G., 2004, Osmotic adjustment, gas exchanges and chlorophyll fluorescence of a hexaploid triticale and its parental species under salt stress, *J. Plant Physiol.* 161, 25-33.
- Moreno, M. I. N., Isla M. I., Sampietro, A. R., Vattuone, M. A., 2000, Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J. Ethnopharmacol*,71: 109 -114.

- Munns, R., 2002, Salinity, Growth and Phytohormones, Salinity: Environment-Plants-Molecules, Published by Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0492-3, Dordrecht, The Netherlands, 522p.
- Munns, R., Tester, M., 2008, Mechanisms of salinity tolerance, *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59: 651-681.
- Murashige, T., Skoog, F., 1962, A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures, *Physiol. Plantarum*, 15: 473-497.
- Martin, G., Oshima, J., 2000, Lessons from Human Progeroid Syndromes, *Nature Publishing*, 408 (6808): 263-266.
- Mündel, H-H., Blackshaw, R.E., Byers, J.R., Huang, H.C., Johnson, D.L., Keon, R., Kubik, J., McKenzie, R., Otto, B., Roth, B., Stanford, K., 2004, Safflower production on the canadian prairies, Graphcom Printers LTD., *Lethbridge, Alberta*, 37p.
- Nuccio, M.L., Rhodes, D., McNeil, S.D., Hanson, A.D., 1999, Metabolic engineering of plants for osmotic stress resistance, *Current Opinion in Plant Biology* 2 , 128-134.
- Oelke, E.A., Oplinger, E.S., Teynor, T.M., Putnam, D.H., Doll, J.D., Kelling, K.A., Durgan, B.R. and Noetzel, D.M., 2000, Safflower, [<http://www.hort.purdue.edu/NEWCROP/AFCM/safflower.html>].
- Ohkawa, H., Ohishi, N., Yagi, Y., 1979, Assay of lipid peroxides in animal tissue by thiobarbituric acid reaction, *Analytical Biochemistry*, 95: 351-358.
- Orcan, Y., 2017, Yerel Karacadağ Çeltiğinin (*Oryza sativa* L.) *İn Vitro* Koşullarda Farklı Tuz Çeşidi Ve Konsantrasyonlarına Verdiği Yanıtlar, Yüksek Lisans Tezi, *Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Batman, 68s.
- Orlikowska, T.K., Dyer, W.E., 1993, *In vitro* regeneration and multiplication of safflower (*Carthamus tinctorius* L.), *Plant Science*, 93: 151-157.
- Oueslati, S., Bouraoui, N. K., da Attia, H., Rabhi, M., Ksouri, R., Lachaal, M., 2010, Physiological and antioxidant responses of *Mentha pulegium* (Pennyroyal) to salt stress *Acta Physiol Plant*, 32:289–296 DOI 10.1007/s11738-009-0406-0
- Özdemir, F., Türker, M., 2014, Effect of Different Combinations of BAP and NAA *in vitro* Propagation of Wild Safflower (*Carthamus persicus* Wild), *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (1): 30-35.
- Özdemir, F. A., Aymelek, F., Karataş, F., 2011, Aspir Bitkisinde Redükte, Okside Glutatyon ile A, C, E Vitamini ve β -karoten Miktarlarının Araştırılması, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23: 65-71.

- Özen, H. Ç., Onay, A., 2013, Bitki Fizyolojisi, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Parida, K.A., Das, A.B., 2005, Salt tolerance and salinity effects on plants: a review, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 342-349.
- Parvaiz, A., Satyawati, S., 2008, Salt stress and phyto-biochemical responses of plant-a review, *Plant Soil Environment*, 54(3) : 89-99.
- Pehlivan Karakaş, F., 2016, Kavuzlu Siyez (*Triticum monococcum ssp. monococcum*) ve Ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) Buğdaylarda Kurak ve Tuz Stresinin Erken Fide Gelişimi ve Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (1):107-116
- Perica, S., Goreta, S., Selak, G.V., 2008, Growth, biomass allocation and leaf ion concentration of seven olive (*Olea europaea* L.) cultivars under increased salinity, *Scientia Horticulturae* 117, 123-129.
- Pessarakli, M., Szabolcs, I., 1999, Soil salinity and sodicity as particular plant/crop stress factors, Handbook of Plant Crop Stress, ISBN 0-8247-1948-4, New York, 1198 p.
- Radic', S., Radic'-Stojkovic', M., Pevalek-Kozlina, B., 2006, Influence of NaCl and mannitol on peroxidase activity and lipid peroxidation in *Centaurea ragusina* L. roots and shoots, *Journal of Plant Physiology* 163, 1284-1292.
- Reinhold, L., Guy, M., 2002, Function of membrane transport system under salinity: plazma membrane, Salinity: Environment-Plants-Molecules, Published by Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0492-3, Dordrecht, The Netherlands, 522p.
- Richards, L.A., 1954, Diognosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, *U.S. Agriculture Hendook*, No: 60, 159p
- Roh, J.S., Han, J.Y., Kim, J.H. Ve Hwang, J.K., 2004, Inhibitory Effects of Active Compounds Isolatd from Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Seeds for Melanogenesis. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. Cilt 27, sayı. 12, Sf. 1976–1978.
- Sairam R.K., Rao K.V., Srivastava G.C., 2002, Differential Response of Wheat Genotypes to Long Termalinity Stres in Relation to Oxsidative Stres, Antioxidant Activity and Osmolyte Concentration, *Plant Science*, 163:1037–1046.
- 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.

- 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.
- Salah, I.B., Mahmoudi, H., Gruber, M., Slatni, T., Boulaaba, M., Gandour, M., Messedi, D., Hamed, K.B., Ksouri, R., Hannoufa, A., Abdelly, C., 2011, Phenolic content and antioxidant activity in two contrasting *Medicago ciliaris* lines cultivated under salt stress, *Biologia*, 66/(5), 813-820.
- Sales, R.L., 2005, The Effects of Peanut Safflower and Olive Oil on Body Composition, Energy Metabolism, Lipid Profile and Food Intake of Eutrophic, Normolipidemic Subjects, *Revista Nutrican*, 18:499-511.
- Shafi, G., Munshi, A., Hasan, T.N., Alshatwi, A.A., Jyothy, A., Lei, D.K., 2009, Induction of apoptosis in Hela cells by chloroform fraction of seed extracts of *Nigella sativa*. *Cancer Cell Int*, 9:29–36.
- Siddiqi, E.H., Ashraf, M., Arkam, 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.H., Ashraf, M., 2008, Can leaf water relation parameters be used as selection criteria for salt tolerance in safflower (*Carthamus tinctorius* L.), *Pak. J. Bot.* 40(1), 221-228.
- Silva-Ortega, C.O., Ochoa-Alfaro, A.E., Reyes-Agüero, J.A., Aguado-Santacruz, G.A., Jiménez-Bremont, J.F., 2008, Salt stress increases the expression of P5CS gene and induces proline accumulation in cactus pear, *Plant Physiology and Biochemistry* 46, 82-92.
- Silva, E.N., Ribeiro, R.V., Ferreira-Silva, S.L., Viégas, R.A., Silveira, J.A.G., 2010, Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha curcas* plants, *Journal of Arid Environments* 74, 1130-1137.
- Silveira, J.A.G., Viégas, R.A., Da Rocha, I.M.A., Moreira, A.C.O.M., Moreira, R.A., Oliveira, J.T.A., 2003, Proline accumulation and glutamine synthetase activity are increased by salt-induced proteolysis in cashew leaves, *J. Plant Physiol.* 160, 115-123.
- Smirnoff, N., 1995, Antioxidant Systems and Plant Response to the Environment. In: Smirnoff, V., Ed., *Environment and Plant Metabolism: Flexibility and Acclimation*, *BIOS Scientific Publishers*, Oxford, 217-243.

- Singh, V., Nimbkar, N., 2006, Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), Chapter, 6: 167-194.
- Slinkard, K., Singleton, V. L., 1977, Total Phenols Analysis: Automation and Comparison With Manual Methods, *American Journal of Enology and Viticulture*, 28: 49-55.
- Sreenivasulu, N., Ramanjulu, S., Ramachandra-Kini, K., Prakash, H.S., Shekar-Shetty, H., Savithri, H.S., Sudhakar, C., 1999, Total Peroxidase Activity and Peroxidase Isoforms as Modified by Salt Stress in Two Cultivars of Fox-Tail Millet with Differential Salt Tolerance. *Plant Sci.*, 141:1-9.
- Sucre, B., Suárez, N., 2011, Effect of salinity and PEG-induced water stress on water status, gas exchange, solute accumulation and leaf growth in *Ipomoea pes-caprae*, *Environmental and Experimental Botany*, 70: 192-203.
- Sujatha, M., 2002, Current Status and Future Prospects of *In vitro* Techniques and Biotechnology in Safflower Breeding, Sesame and Safflower Newsletter, 17: 92-97.
- Şahin, G., Taşlıgil, N., 2016, Stratejik önemi artan bir endüstri bitkisi: Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), *Türk Coğrafya Dergisi*, 66: 51-62.
- Tayefi-Nasrabadi, H., Dehghan, G., Daeihassani, B., Movafegi, A., Samadi, A., 2011, Some biochemical properties of guaiacol peroxidases as modified by salt stress in leaves of salt-tolerant and salt-sensitive safflower (*Carthamus tinctorius* L.cv.) cultivars, *African Journal of Biotechnology*, 10 (5) :, 751-763.
- Terry, N., Waldron, L.J., 1984, Salinity, photosynthesis and leaf growth, *California Agriculture*, 38: 38-39.
- Tıprıdamaz, R., Çakırlar, H., 1990, Buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinin Türkiye’de yetiştirilen iki çeşidinde tuz ve su stresinin oransal su kapsamı, prolin ve betain değişimine etkisi, *Doğa Tr. J. Biology* 14, 125-148.
- 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.
- Tozoğlu, F., 2011, Erzincan Kirazı (*Cerasus erzincanica*; Ş. Yıldırım) Sap ve Tohum Kısımlarının Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.

- Velikova, V., Yordanov I., Edrava A., 2000, Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants, Protective role of exogenous polyamines, *Plant Science*, 151: 59- 66.
- Vogel G., Browse J., 1996, Choline phosphot transferase and Diacyl glycerolacyl transferase (Substrate Specificities at a Key Branch Point in Seed Lipid Metabolism), *Plant Physiology*, 110:923-931.
- Wallace, D., 1997, Mitochondrial DNA in Aging and Disease, *Scientific American*, 277(2): 40-47.
- Walia, N., Kaur, A., Babbar, S. B., 2007, Proliferation and differentiation from endosperm of *Carthamus tinctorius* [J], *Biologia Plantarum*, 51: 749-753.
- Yaman, H., 2014, Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerine uygulanan farklı dozda gama ışınının m1 ve m2 bitkilerinin bazı tarımsal özellikleri ve *in vitro* adventif sürgün rejenerasyonu üzerine etkileri, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 329 s., Ankara.
- Yeilaghi, H., Arzani, A., Ghaderian, M., Fotovat, R., Feizi, M., Pourdad, S.S., 2012, Effect of salinity on seed oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes, *Food Chemistry*, 130: 618-625.
- Yılmaz, E., Levent, A., Bürün, B., 2011, Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri, C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 7(1): 47-66.
- Young, I.S., Woodside, J., 2001, Antioxidants in Health and Disease, *Journal of Clinical Pathology*, 54(3): 176-186.
- Yu, S.Y., Lee, Y.J., Kim, J.D., Kang, S.N., Lee, S.K., Jang, J.Y., Lee, H.K., Lım, J.H., Lee, O.H., 2013, Phenolic Composition, Antioxidant Activity and Anti-Adipogenic Effect of Hot Water Extract from Safflower (*Carthamus Tinctorius* L.) Seed. *Nutrients*, 5 (12): 4894-4907.
- Yuan, L., Fairchild, M.J., Perkins, A.D., Tanentzapf, G., 2010, Analysis of integrin turnover in fly myotendinous junctions. *J. Cell Sci.* 123(6): 939-946.
- Zhang, G-H., Su, Q., An, L-J., Wu, S., 2008, Characterization and expression of a vacuolar Na⁺/H⁺ antiporter gene from the monocot halophyte *Aeluropus littoralis*, *Plant Physiology and Biochemistry*, 46: 117-126.
- Zhang, J., Duan, X., Ding, F., Ma, H., Zhang, T., Yang Y., 2013, Salinity induced the changes of root growth and antioxidative responses in two wheat cultivars, *Protoplasma*, 10, 709-715.

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.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Bedri KELEŞ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : MADEN/1982
Telefon : 5054841767
Faks :
e-mail : bkeles23@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Alacakaya Lisesi/Alacakaya /ELAZIĞ	1999
Üniversite	: Fırat Üniversitesi/ ELAZIĞ	2004
Yüksek Lisans	: Batman Üniversitesi/ BATMAN	-