

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***ALLIUM CEPA* L.'NİN BAZI FİZYOLOJİK VE SİTOGENETİK
PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ TUZ STRESİNİN ZARARLI
ETKİLERİNİN HAFİFLETİLMESİNDE SODYUM HİPOKLORİTİN
(NaClO) ROLÜ**

Fadime DOĞU

**Danışman
Prof. Dr. Kürşat ÇAVUŞOĞLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
ISPARTA-2017**



©2017 [Fadime DOĞU]

TEZ ONAYI

Fadime DOĞU tarafından hazırlanan "**Allium cepa L.'nin Bazı Fizyolojik ve Sitogenetik Parametreleri Üzerindeki Tuz Stresinin Zararlı Etkilerinin Hafifletilmesinde Sodyum Hipokloritin (NaClO) Rolü**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyoloji Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Kürşat ÇAVUŞOĞLU
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Selma TABUR
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Sığnem ÖNEY BİROL
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Yasin TUNCER



TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Fadime DOĞU



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
3.1. Deneyde Kullanılan Tohum.....	8
3.2. Tuz Çözeltisinin Hazırlanması.....	8
3.3. Büyüme Düzenleyicisi Çözeltisinin Hazırlanması.....	8
3.4. Tohum Çimlendirme Yöntemi.....	8
3.5. Radikula Uzunluklarının Ölçülmesi.....	10
3.6. Radikula Sayısının Tespiti.....	10
3.7. Taze Ağırlık Tespiti.....	10
3.8. İlk İşlem Çözeltisinin Hazırlanması.....	11
3.9. Tespit Çözeltisinin Hazırlanması.....	11
3.10. Boyanın Hazırlanması.....	11
3.11. Kök Uçlarının Elde Edilmesi.....	12
3.12. Boyamanın Yapılması.....	12
3.13. Preparatların Hazırlanması.....	12
3.14. Devamlı Preparatların Hazırlanması.....	13
3.15. Mitotik İndeksin Belirlenmesi.....	13
3.16. Mitoz Anormalliklerinin Belirlenmesi.....	14
3.17. İstatistik Analizler.....	14
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	15
4.1. Zamana Bağlı Tohum Çimlenmesi Üzerine NaClO'nun Etkileri.....	15
4.2. Fide Büyümesi Üzerine NaClO'nun Etkileri.....	16
4.3. Mitotik İndeks ve Kromozom Anormallikleri Üzerine NaClO'nun Etkileri.....	18
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	21
5.1. NaClO'nun Stressiz Koşullardaki Fizyolojik ve Sitogenetik Etkileri.....	21
5.2. NaClO'nun Stresli Koşullardaki Fizyolojik ve Sitogenetik Etkileri.....	23
KAYNAKLAR.....	29
ÖZGEÇMİŞ.....	38

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ALLIUM CEPA L.'NİN BAZI FİZYOLOJİK VE SİTOGENETİK PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ TUZ STRESİNİN ZARARLI ETKİLERİNİN HAFİFLETİLMESİNDE SODYUM HİPOKLORİTİN (NaClO) ROLÜ

Fadime DOĞU

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Kürşat ÇAVUŞOĞLU

Bu tez çalışmasında, hem normal koşullar hem de tuz stresi altında çimlendirilen *Allium cepa* L.'nin tohum çimlenmesi, fide büyümesi (radikula uzunluğu, radikula sayısı ve taze ağırlık), mitotik aktivite ve kromozom anormallikleri üzerine sodyum hipokloritin (NaClO) etkileri araştırılmıştır.

Tek başına NaClO'lu ortamda çimlendirilen tohumların radikula uzunluğu, radikula sayısı ve taze ağırlığı saf su ortamında çimlendirilen kontrol tohumlarıninkilerle karşılaştırıldığında azalırken, çimlenme yüzdeleri istatistiksel açıdan kontrol tohumlarıninkilerle aynı olmuştur. Ayrıca, tek başına NaClO'lu ortamda çimlendirilen *A. cepa* tohumlarının kök ucu meristemlerinde mitotik indeks saf su ortamında çimlendirilen kontrol tohumlarıninkilere göre bir azalma gösterirken, kromozom anormalliklerinin sıklığı kontrolünkilere göre bir artış göstermiştir.

Diğer yandan, tuz stresi *A. cepa*'nın tohum çimlenmesi ve fide büyümesini önemli ölçüde engellemiştir. Dahası, tohumların kök ucu meristemlerinde mitotik indeksi önemli ölçüde azaltmış, kromozom anormalliklerinin sayısını ise artırmıştır. Oysaki tuzun tohum çimlenmesi, fide büyümesi, mitotik aktivite ve kromozom anormallikleri üzerindeki zararlı etkileri NaClO uygulaması ile çeşitli derecelerde önemli ölçüde hafifletilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Allium cepa* L., fide büyümesi, kromozom anormalliği, mitotik indeks, sodyum hipoklorit, tohum çimlenmesi, tuz stresi.

2017, 38 sayfa

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

ROLE OF SODIUM HYPOCHLORITE (NaClO) IN ALLEVIATION OF DETRIMENTAL EFFECTS OF SALT STRESS ON SOME PHYSIOLOGICAL AND CYTOGENETICAL PARAMETERS OF *ALLIUM CEPA* L.

Fadime DOĞU

Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Kürşat ÇAVUŞOĞLU

In this work, the effects of sodium hypochlorite (NaClO) on the seed germination, seedling growth (radicle length, radicle number and fresh weight), mitotic activity and chromosomal aberrations of *Allium cepa* L. germinated under both normal conditions and salt stress were studied.

The radicle length, radicle number and fresh weight of the seeds germinated in the medium with NaClO alone reduced as compared with ones of the control seeds germinated in distilled water medium while their germination percentage was statistically the same as ones of the control seeds. In addition, the mitotic index in root tip meristems of *A. cepa* seeds germinated in the medium with NaClO alone demonstrated a decrease according to ones of the control seeds germinated in distilled water medium while their frequency of chromosomal aberrations showed an increase according to ones of the control.

On the other hand, salt stress considerably inhibited the seed germination and seedling growth of *A. cepa*. Furthermore, it markedly reduced the mitotic index in root tip meristems of the seeds and increased the number of chromosomal aberrations. Whereas, the detrimental effects of salt on the seed germination, seedling growth, mitotic activity and chromosomal aberrations were dramatically alleviated in varying degrees by NaClO application.

Keywords: *Allium cepa* L., seedling growth, chromosomal abnormality, mitotic index, sodium hypochlorite, seed germination, salt stress.

2017, 38 pages

TEŞEKKÜR

Bu alıŐma konusunu belirleyen, fikirlerini her tŸrlŸ ilgi ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. KŸrŐat AVUŐOęLU'na teŐekkŸr ederim.

Tezimin sitogenetik parametrelerinin incelenmesindeki yardımlarından dolayı değerli hocam Uzman Dr. Dilek AVUŐOęLU'na ve tez fotoğraflarımın dŸzenlenmesindeki yardımlarından dolayı sevgili hocam Do. Dr. Selma TABUR'a teŐekkŸr ederim.

Ayrıca, maddi ve manevi desteklerini her zaman yanımda bulduğum aileme sonsuz teŐekkŸr ederim.

Fadime DOğU
İSPARTA, 2017

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.4.1. 20°C'ye ayarlı etüvde çimlendirilen <i>Allium cepa</i> L. tohumları	9
Şekil 4.2.1. <i>Allium cepa</i> L. tohumlarının 7. gün sonundaki çimlenme durumlarına NaClO'nun etkisi	17
Şekil 4.3.1. <i>Allium cepa</i> L. kök ucu meristemlerinde gözlenen normal mitoz evreleri	19
Şekil 4.3.1. Çalışılan bütün uygulama gruplarına ait çimlendirme ortamlarından elde edilen <i>Allium cepa</i> L. kök ucu meristemlerinde gözlenen anormallikler	20



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1.1. <i>Allium cepa</i> L.'nin zamana bağlı çimlenme yüzdesi üzerine NaClO'nun etkisi	15
Çizelge 4.2.1. <i>Allium cepa</i> L.'nin bazı büyüme parametreleri üzerine NaClO'nun etkisi.....	16
Çizelge 4.3.1. <i>Allium cepa</i> L. kök ucu meristemlerindeki mitotik indeks ve kromozom anormallik frekansı üzerine NaClO'nun etkisi.....	18



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABA	Absisik asit
AOT	Aktif oksijen türleri
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
cm	Santimetre
DNA	Deoksiribonukleik asit
g	Gram
ha	Hektar
HCl	Hidroklorik asit
K	Potasyum
K ₂ S ₂ O ₃	Potasyum metabisülfat
l	Litre
M	Molar
Mi	Mitotik indeks
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Normal
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
NaClO	Sodyum hipoklorit
RNA	Ribonukleik asit
%	Yüzde
°C	Santigrat derece

1. GİRİŞ

Bitkiler en iyi gelişimi kendileri için optimum olan koşullarda gösterirler. Normal metabolizmanın esnekliğine bağlı olarak, bitkiler günlük ve mevsimlik değişimler karşısında büyümelerini devam ettirebilmelerine rağmen, beklenmedik bir koşula sürekli veya zaman zaman maruz kalmaları sonucunda, gelişimlerini ve hayatta kalmalarını etkileyecek hastalıklar, hasarlar veya fizyolojik değişimler meydana gelebilir. Bu elverişsiz şartlara sebep olan faktörlere “stres” denir (Larcher, 1995; Shao vd., 2008). Bir başka deyişle stres, bitki üzerinde negatif etkileri olan dış faktörler olarak tanımlanır. Birçok durumda, stres bitkinin canlı kalabilmesi, ürün verebilmesi, biyokütle birikimi ve özümleme ile ilişki kurarak açıklanması gereken bir kavramdır (Büyük vd., 2012).

Sesil doğaları gereği stres etmeninden uzaklaşarak kaçınma gibi bir seçeneğe sahip olmayan bitkiler hayvanlardan farklı olarak strese direkt maruz kalırlar. Bu direkt etki büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkilerken bitki organlarının yaşantısını yitirmesine neden olmaktadır. 1982 yılında Boyer stres faktörlerinin ekin üretiminin % 70 kadarını etkileyebileceğini öne sürerken; 2007 yılındaki Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) raporuna göre dünyadaki karasal alanın sadece % 3.5’i herhangi bir çevresel tehditten etkilenmemektedir (Boyer, 1982; Velthuisen vd., 2007). Stres etmenlerinin neden olduğu zarar; bitkinin türüne, tolerans ve adaptasyon kabiliyetine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Dubey, 1994; Kadioğlu, 2004; Madhova vd., 2005).

Halofitler (tuzcul), kserofitler (kurakçıl) veya cipsli (alçıtaşlı) topraklarda yetişenler gibi bazı bitkiler stres koşullarına doğal olarak adapte olabilmektedirler. Stres koşullarına maruz kalmalarına rağmen bu özelleşmiş bitkiler hayatta kalabilmekte ve buldukları çevrede yaşam döngülerini tamamlayabilmektedirler. Strese dayanıklılıkları dolayısıyla bu gibi bitki türlerinde ve stres toleransı düşük *Arabidopsis thaliana* (model organizma) gibi bitkilerde gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda bitkilerde strese karşı verilen fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler cevaplar aydınlatılmaya

çalışılmıştır (Boscaiu vd., 2008). Elde edilen veriler eşliğinde bitkilerde stres koşullarına karşı oluşan moleküler cevap mekanizmaları makromoleküllerin ve iyonların homeostasisi, koruyucu moleküllerin sentezi, reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumu ve detoksifikasyon olmak üzere üç grupta toplanabilir (Büyük vd., 2012).

Bitkileri etkileyen stres faktörleri biyotik (bitkiler, mikroorganizmalar, hayvanlar ve antropogenik etkiler) ve abiyotik stres faktörleri (radyasyon, sıcaklık, su, gazlar, mineraller vb.) olmak üzere ikiye ayrılır (Larcher, 1995). Abiyotik streslerden minarel stresi % 20'lik oranıyla kuraklıktan (% 26) sonra kullanılabilir alanları en fazla etkileyen stres faktörüdür (Blum, 1986). Minarel stresinin çoğunu tuzluluk oluşturur ve dünyada tuzluluğa maruz kalmış alan 9 milyon ha'dan fazladır (Tuteja, 2007). Yeryüzünde tarım alanlarının % 17'si sulanmakta olup bu sulanan tarım alanlarının yaklaşık % 20'sinin (227 milyon ha) tuzdan etkilendiği belirlenmiştir (Pitman ve Lauchli, 2002; Tuteja, 2007). Türkiye'de ise çorak alanlar yüzey alanının % 2'sini kaplamaktadır ve bu çorak alanların da % 74'ünü (yaklaşık 12 bin ha) tuzlu topraklar oluşturmaktadır (Kendirli vd., 2005). Dünyada verimli toprakları kuşatan tuz stresi, bitkilerin gelişimini yapısal, fizyolojik ve biyokimyasal ve moleküler mekanizmalarında değişimlere neden olarak etkilemektedir (Çulha ve Çakırlar, 2011).

Bir abiyotik stres faktörü olan tuzluluk, özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yer altı suyuna karışan çözünebilir tuzların, yüksek taban suyuyla birlikte kapilarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun uzaklaşmasıyla toprak yüzeyinde birikmesi olayıdır (Patel vd., 2002; Rogers, 2002). Tuzluluk, artan insan nüfusu ile birlikte dünyamızda verimli tarımı tehlikeye atarak besin ürünlerinin üretimini önemli düzeyde kısıtlayan çevresel faktörlerden birisidir (Botella vd., 2005). Tuzluluk, oluşma sebeplerine göre *primer tuzluluk* ve *sekonder tuzluluk* olarak ikiye gruba ayrılabilir. Primer tuzluluğun oluşma nedenlerini; ana kayaların ayrışması, tuz deposu okyanuslar ve iklimsel etmenler oluşturmaktadır (Munns ve Tester, 2008). Sekonder tuzluluğun oluşma sebepleri ise; tarımsal alanlarda yoğun sulama ile çeşitli tuzlar bakımından zengin yer altı suyu seviyesinin toprak

yüzeyine kadar yükselmesi, aşırı otlatma, bir bölgenin doğal vejetasyonunu yok ederek tarım arazilerinin açılması ve toprakların tuzluluğa sebep olan kimyasallarla kontaminasyonu olarak sıralanabilir. Dünyadaki tuzdan etkilenmiş toprakların büyük kısmını Na_2SO_4 ve NaCl 'nin sebep olduğu tuzlu topraklar oluşturmaktadır (Pessarakli ve Szabolcs, 1999).

Tuz stresi, bitkilerin büyümesini ve gelişmesini osmotik ve iyon stresine neden olarak engeller (Parida ve Das, 2005). Kök rizosferinde tuz miktarının artmasıyla birlikte ilk olarak osmotik stres oluşmaktadır. Oluşan bu dışsal osmotik stres, kullanılabilir su miktarının da azalmasına sebep olur ve bu olay "*fizyolojik kuraklık*" olarak da adlandırılır (Tuteja, 2007). Kullanılabilir su miktarının azalması, hücre genişlemesinin azalmasına ve sürgün gelişiminin yavaşlamasına neden olur. Osmotik stresin devamında ortaya çıkan iyon stresi evresinde, ortamda artan Na ve Cl iyonlarının K^+ , Ca^{+2} ve NO^{-3} gibi gerekli besin elementleri ile rekabete girmesiyle bitkilerde, besin eksikliği veya besin dengesizliği meydana gelir (Hu ve Schmidhalter, 2005). Tuzluluk, bitkiler üzerindeki doğrudan etkisini osmotik ve iyon stresi oluşturarak gösterirken, dolaylı etkisini (sekonder etki) bu stres faktörleri sonucu bitkide meydana gelen yapısal bozulmalar ve toksik bileşiklerin sentezlenmesi ile gösterir. NaCl 'nin sebep olduğu başlıca sekonder etkileri; DNA, protein, klorofil ve zar fonksiyonuna zarar veren aktif oksijen türlerinin (AOT) sentezi; fotosentezin inhibisyonu; metabolik toksisite; K^+ alımının engellenmesi ve hücre ölümü olarak sayılabilir (Botella vd., 2005; Hong vd., 2009). Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri; bitkinin çeşidine, uygulanan tuz çeşidi ile miktarına ve maruz kalma süresine bağlı olarak değişmektedir. Tuzlu ortamlarda bitkiler genotipik farklılıklara bağlı olarak çok farklı cevaplar verirler (Dajic, 2006). Tuzluluğa karşı verilen bu farklı büyüme cevapları sadece farklı iki bitki türü için değil aynı türün farklı çeşitleri için de geçerlidir (Munns, 2002).

Tuz stresi, hücre bölünmesini ve uzamasını etkileyerek, bitkilerde kök ve gövdede hücre sayısının, mitotik aktivitenin ve hücre bölünme oranının azalmasına neden olur (Burssens vd., 2000). Buna bağlı olarak bitkinin gövde ile kök uzunluğunda ve ağırlığında azalma; yapraklarda küçülme ve incelme ile

sayılarında azalma; yaprak yüzeyinde bulunan mumsu tabaka ile kutikula tabakasında incelme; vasküler doku farklılaşmasında ve gelişiminde azalma meydana gelir. Ayrıca, erken dönemde kökte lignifikasyon oluşumu da gözlenir (Mohammad vd., 1998; Reddy ve Iyengar, 1999). NaCl'e direkt olarak maruz kalan kök sistemlerinden primer kök sisteminin büyümesi, hücre genişlemesi ve hücre döngüsünü baskılaması sonucunda doğrudan engellenir (Wang vd., 2009). Kök tüyleri ise artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak aktivitelerini kaybeder ve kaybolurlar (Ali vd., 1999). Tuz stresi bitkinin bütün gelişim evrelerini etkilemesine rağmen, en çok etkilenen evre tohum üretim safhası, dolayısıyla da tohum verimidir (Khatun ve Flowers, 1995).

Bitkilerin tuzluluğa karşı duyarlılığı tarımda çok önemli bir problemdir. Tuzlu topraklarda ürünü arttırmaya ve bu alanları ıslah etmeye ihtiyaç duyulması nedeniyle bu önemli sorun, birçok araştırmacının ilgisini çekmiş ve bitkilerin vejetatif yaşamlarının çeşitli aşamalarında tuz toleransını arttırmak için birçok metot ortaya konmuştur (Kaur vd., 1998; Gulzar ve Khan, 2002). Tuzluluğun zararlı etkisini azaltmak, tuz birikimi nedeniyle ortaya çıkan verimlilik kaybını geri çevirmek ve yeniden canlandırılmış topraklar elde etmek için bazı uygulamalar yapılabilmektedir (Munns ve Termaat, 1986). Bu uygulamalar arasında tuzlu toprakların ıslah edilmesi, tuzlu sulama sularının iyileştirilmesi ve daha kaliteli su kullanımı, organik gübreler kullanılarak toprağın humus miktarının artırılması, aşırı inorganik gübrelemeden kaçınılması, seralarda topraksız yetiştiricilik gibi bazı yetiştirme tekniklerinin kullanımı yer almaktadır. Ancak tuzluluğun zararlı etkilerini ortadan kaldırmayı amaçlayan bu çalışmalar oldukça masraflı olması yanında geçici sonuçlar vermektedir. Özellikle iyileştirilen alanlarda kaliteli su kullanımı ile birlikte uygun sulama yöntemlerinin sağlanamadığı durumlarda toprağın tekrar tuzlanma olasılığı oldukça yüksektir. Araştırmacılar son yıllarda tuz zararının en aza indirilmesi amacı ile farklı önlemler üzerinde çalışmalarına devam etmektedir. Bunların başında tuzluluğun sorun olduğu alanlarda normal gelişme ve büyüme göstererek ekonomik bir ürün oluşturabilen, tuz stresine karşı toleransı yüksek bitki genotiplerinin belirlenmesi ve yeni çeşitlerin ıslah edilmesi gelmektedir (Saruhan vd., 2008; Daşgan ve Koç, 2009).

Sodyum hipoklorit formülü NaClO olan bir bileşiktir. Bir sodyum (Na⁺) kasyonu ve bir hipoklorit (ClO⁻) anyonu içerir. Suda eritildiğinde genellikle *ağartıcı* veya *çamaşır suyu* olarak bilinir. Yan ürün olarak oksijen gazı salan, proteinler ve nukleik asitler gibi biyolojik molekülleri oksitleyerek her türlü bakteri, mantar ve virüslere karşı oldukça etkili olan NaClO, bir dezenfektan ya da ağartma maddesi olarak sıkça kullanılır (Bloomfield ve Arthur, 1991; Bewley ve Black, 1994). NaClO'nun tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki etkileri çelişkilidir. Şöyle ki, NaClO'nun tohum çimlenmesi ve fide büyümesini teşvik ettiğini (Vujanovic vd., 2000) ileri süren araştırmacılara karşılık, engellediğini (Ilahi ve Hussain, 1988) ileri süren araştırmacılarda mevcuttur. Bu gözlem farklılıkları, muamele süreleri ve kullanılan konsantrasyonlardaki farklılıktan kaynaklanmış olabilir (Dempsey ve Walker, 1973; Mendes de Jesus vd., 2016).

Allium L. kuzey yarım kürenin sıcak iklimlerinde doğal olarak yayılış gösteren yüzlerce tür ihtiva eden monokotil bitkilerin en büyük cinsidir (Koçyiğit ve Özhatay, 2010). *Allium* testi önemli avantajlara sahiptir ve fiziksel ve kimyasal mutagenезlerin, kirlilik ajanlarının, bitki ekstratlarının ve benzer aktif materyalin mitotik hücre bölünmesi üzerindeki sitogenetik etkilerinin araştırılmasında yıllardır kullanılmaktadır. *Allium* testinin memeli test sistemlerinde de benzer sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir (El-Shabbaby vd., 2003; Teixeira vd., 2003). Literatürde normal koşullar altındaki tohum çimlenmesi üzerine NaClO'nun etkileri konusunda yayınlanmış çalışmalar (Nwangburuka vd., 2012; Varasteh vd., 2015; Mendes de Jesus vd., 2016) bulunmasına rağmen, bitkilerdeki tuz stresi üzerine söz konusu büyüme düzenleyicisinin koruyucu mekanizması halen yeterince anlaşılamamıştır. Bu tez çalışması, çoğunlukla soğan olarak bilinen *Allium cepa* L.'nin tohum çimlenmesi, fide büyümesi, mitotik aktivite ve kromozom anormallikleri üzerindeki tuz stresinin zararlı etkilerinin azaltılmasında NaClO'nun etkilerini araştırmak için tasarlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Hsiao vd. (1981), *Striga asiatica* L. Kuntze (cadıotu) tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı konsantrasyonlardaki (% 0.025, % 0.05, % 0.075, % 0.1 ve % 0.15) dışsal sodyum hipokloritin (NaClO) etkilerini araştırmışlardır. İki hafta sonunda % 0.025 ve % 0.05'lik NaClO konsantrasyonlarında cadıotu tohumlarında çimlenme gözlenemezken, % 0.075, % 0.1 ve % 0.15'lik konsantrasyonlarda 1. hafta sırasıyla % 8, % 56 ve % 75 çimlenme, 2. hafta sırasıyla % 10, % 100 ve % 100'lük çimlenme gözlenmiştir.

Khan ve Zia (2007), tuzlu koşullar altında çimlendirilen *Limonium stocksii* (Boiss) Kuntze tohumlarının çimlenme yüzdesi üzerine dışsal NaClO'nun etkilerini incelemişlerdir. % 10'luk NaClO'nun *L. stocksii* tohumlarının çimlenmesi üzerindeki tuz inhibisyonunu ortadan kaldırmada son derece başarılı olduğunu tespit etmişlerdir.

Nwangburuka vd. (2012), normal koşullar altında çimlendirilen *Abelmoschus esculentus* (L) Moench (bamya)'un tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerine farklı konsantrasyonlardaki (% 4, % 5 ve % 6) NaClO'nun etkilerini araştırmışlardır. Çalışılan tüm NaClO konsantrasyonlarının bamya tohumlarının nihai çimlenme yüzdesi ve fide büyümesi üzerinde istatistiksel açıdan etkisiz kaldıklarını bildirmişlerdir.

Köm vd. (2014), *Linum usitatissimum* L. (keten)'un tohum çimlenmesi, fide gelişimi ve hipokotil eksplantlarının rejenerasyon kapasitesi üzerine NaClO solüsyonunun farklı uygulama sürelerinin (6, 10 ve 14 dakika) etkilerini incelemişlerdir. Fide gelişimi ve sürgün rejenerasyonundaki en yüksek sonuçlar, keten tohumlarının 10 dakika süreyle NaClO solüsyonunda sterilizasyonu ile elde edilmiştir. Bununla birlikte, keten tohumlarının 14 dakika süreyle NaClO solüsyonunda sterilizasyonu tohum çimlenmesi, fide büyümesi ve sürgün rejenerasyonu üzerinde olumsuz bir etki yapmıştır.

Varasteh vd. (2015), *Drococephalum moldavica* L. tohumlarının çimlenmesi üzerine NaClO ön muamelesinin etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla *D. moldavica* tohumlarını 2, 4, 6 ve 8 dakikalık sürelerle % 0.5, % 1, % 2, % 3, % 4 ve % 5'lik NaClO çözeltilerinde ön muameleye tabi tutmuşlar ve süre sonunda saf su ortamına ekim yapmışlardır. % 4 NaClO çözeltisinde 8 dakika süreyle ön muameleye tabi tutulan tohumların nihai çimlenme yüzdelerinde kontrole göre bariz bir artış meydana gelmiştir.

Mendes de Jesus vd. (2016), normal koşullar altında çimlendirilen *Carica papaya* L. (papaya) tohumlarının çimlenmesi üzerine NaClO'nun etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla papaya tohumlarını 24 saatlik süreyle % 0, % 2, % 4, % 6 ve % 8'lik NaClO çözeltisinde şişmeye bırakmışlar ve bu süre sonunda saf su ortamına ekim yapmışlardır. % 2'lik NaClO çözeltisinde ön muameleye tabi tutulan papaya tohumlarının çimlenme yüzdelerinde gerek kontrole gerekse diğer uygulamalara göre bariz bir artış gözlenmiştir.

Görüldüğü gibi dışarıdan uygulanan NaClO'nun normal koşullar altındaki tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki etkileri konusunda kısmen literatür bilgisi bulunmasına karşın, söz konusu kimyasalın özellikle tuzlu koşullar altındaki tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki etkileri konusunda oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bununla birlikte, maalesef NaClO'nun gerek normal gerekse tuzlu koşullar altında çimlendirilen tohumların kök ucu meristemlerinde mitotik aktivite ve kromozom anormallikleri üzerindeki etkileri konusunda ise yapılan literatür taraması sonucunda herhangi bir bilgiye ulaşamamıştır. Dolayısıyla yaptığımız bu Yüksek Lisans Tez çalışmasının söz konusu literatür eksikliğini büyük ölçüde azaltacağı ve gelecekte yapılacak olan benzer çalışmalara ışık tutacağı kanısındayız.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. DeneYlerde Kullanılan Tohum

Bu tez çalışmasına ait deneyler, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Bitki Fizyolojisi ve Sitogenetik Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. DeneYlerde, Erdoğan Ekinci Limitet Şirketinden sağlanan *Allium cepa* L. tohumları kullanılmıştır.

3.2. Tuz Çözeltisinin Hazırlanması

DeneYlerde kullanılan tuz (NaCl), Merck firmasından sağlanmıştır. DeneYlerde kullanılan 0.225 M NaCl çözeltisi gerekli miktar tuzun saf suda çözündürölüp litreye tamamlanması ile elde edilmiştir.

3.3. Büyüme Düzenleyicisi Çözeltisinin Hazırlanması

DeneYlerde kullanılan sodyum hipoklorit (NaClO), Sigma-Aldrich firmasından sağlanmıştır. DeneYlerde konsantrasyonu bir ön çalışma sonucu saptanan % 0.1 NaClO kullanılmıştır. NaClO'dan bir litre stok çözelti hazırlanmıştır. Bu amaçla gerekli miktar NaClO bir pipet yardımıyla alındıktan sonra saf su ile çözündürölüp litreye tamamlanmıştır. NaClO ve NaCl çözeltileri kullanılmadıkları sürece +4°C'ye ayarlı buzdolabında saklanmıştır.

3.4. Tohum Çimlendirme Yöntemi

Çimlendirme deneyleri sabit sıcaklıkta (20°C), sürekli karanlıkta ve etüvde yapılmıştır. Önce yeterli sayıda, dolgun görünüşlü, sağlam ve az çok birbirine benzer büyüklükte olan *Allium cepa* L. tohumları seçilmiştir. Tohumlar kullanılmadan önce yüzey sterilizasyonuna tabii tutulmuştur. Bunun için tohumlar % 2.5'lik sodyum hipokloritte 10 dakika tutulduktan sonra 24 saat boyunca saf su ile yıkanıp filtre kağıtları üzerinde oda sıcaklığında kurutulmuştur (Türkmen vd., 2009).



Şekil 3.4.1. 20°C'ye ayarlı etüvde çimlendirilen *Allium cepa* L. tohumları

Daha sonra tohumlar dört uygulama grubuna bölünmüştür:

- Grup I (kontrol), saf su ortamında
- Grup II, 0.225 M NaCl ortamında
- Grup III, % 0.1 NaClO ortamında
- Grup IV, % 0.1 NaClO + 0.225 M NaCl ortamında çimlendirilecektir.

Her uygulama grubuna ait 20 adet tohum, kapak kısmı delikli ve içerisinde 1 litre çözelti bulunan 1.7 litre hacimli plastik küvetler içerisine düzenli olarak dizilerek, 20°C'ye ayarlı etüve 7 gün boyunca çimlenmek üzere yerleştirilmiştir.

A. *cepa* tohumları ile yapılan deneylerde 24 saatte bir çimlenme yüzdeleri saptanmış ve bu işlem 7. güne kadar sürdürülmüştür. 7. gün sonunda çimlenme yüzdesi tespitinin ardından çimlenen tohumlardan çıkan fidelerde radikula sayıları belirlenmiş ve radikula uzunlukları ölçülmüştür. Ayrıca özel olarak tekrarlanmış deneylerde yine 7. gün sonunda taze ağırlık tartımı yapılmıştır.

3.5. Radikula Uzunluklarının Ölçülmesi

Kök ile gövdenin ayırım yerinden başlayarak en uzun saçak kökün ucuna kadar milimetrik bir cetvel yardımıyla ölçüm yapılmıştır.

3.6. Radikula Sayısının Tespiti

7. gün sonunda her uygulamaya ait fidelerin saçak kökleri sayılarak tespit edilmiştir.

3.7. Taze Ağırlık Tespiti

7. gün sonunda her uygulamaya ait fideler topluca tartılmıştır. Bu toplam ağırlık, fide sayısına bölünerek bir fidenin ortalama taze ağırlığı g/bitki olarak bulunmuştur.

3.8. İlk İşlem Çözeltisinin Hazırlanması

İlk işlem çözeltisi olarak doymuş paradiklorbenzen çözeltisi kullanılmıştır. Çözelti, içerisinde 500 ml distile su bulunan ağzı mantar kapaklı bir şişe içerisine, 10 g paradiklorbenzen kristalinin konularak bu karışımın 60°C'ye ayarlı etüvde bir gece bekletilmesi suretiyle hazırlanmıştır (Elçi, 1982).

3.9. Tespit Çözeltisinin Hazırlanması

Tespit çözeltisi olarak asetik alkol kullanılmıştır. Çözelti, McLean ve Cook (1941) ve Sass (1951)'in metoduna göre; 1 kısım glasiyel asetik asidin, 3 kısım absöü alkol ile karıştırılması sonucu hazırlanmıştır (Elçi, 1982).

3.10. Boyanın Hazırlanması

Mitoz bölünme ve kromozomların iyi bir şekilde görülebilmesini sağlamak için yapısında kristal halde fuksin bazik bulunan Feulgen boyası kullanılmıştır. Feulgen boyası, Darlington ve La Cour (1976) ve Elçi (1982)'nin metoduna göre aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

- 1 g kristal haldeki fuksin bazik alınarak 8 cm çapında bir saat camı içerisinde ezilmiştir.
- 500 ml'lik bir erlenmayere, ezilerek toz haline getirilmiş fuksin bazik kabın etrafına bulaştırılmadan konulmuştur.
- Başka bir erlenmayerde 200 ml distile su kaynatılmıştır.
- Toz halindeki fuksin bazik üzerine kaynatılmış olan distile su yavaş yavaş dökülerek sürekli karıştırılmıştır.
- Boyanın sıcaklığı 50°C'ye düşürülünceye kadar karıştırılmaya devam edilmiştir.
- Boyaya 20 ml HCl ilave edilerek filtre kağıdı yardımıyla süzölmüştür.
- Süzölen boyaya 2 g potasyum metabisülfid ($K_2S_2O_3$) ilave edilerek 2 dakika boyunca karıştırılmaya devam edilmiş ve daha sonra boya kapaklı bir şişeye konularak 24 saat buzdolabında bekletilmiştir.

3.11. Kök Uçlarının Elde Edilmesi

Çalışılan tüm uygulama gruplarına ait ortamlarda çimlendirilen tohumların kök uçları 1-1.5 cm uzunluğuna ulaştığında kesilerek küçük şişeler içerisine alınıp paradiklorbenzen ile 4 saat süreyle ilk işleme tabi tutulmuştur. Daha sonra kök uçları asetik alkol (1:3) tespit çözeltilisinde 24 saat bekletilmiştir. Tespit işleminden sonra kök uçları preparat hazırlanması ve incelenmesi için kullanılmak üzere içerisinde % 70'lik alkol bulunan küçük şişelere alınarak +4°C'de buzdolabında saklanmıştır (Hill ve Myers, 1945).

3.12. Boyamanın Yapılması

% 70'lik alkolden çıkartılan kök uçları birkaç kez musluk suyunda yıkanmıştır. Yıkama sonrası kök uçları, 1 N HCl içerisinde 60°C'ye ayarlı etüvde 17 dakika boyunca hidroliz edilmiştir. Hidroliz işlemi sonrası kök uçları tekrar musluk suyuyla yıkanıp 1.5-2 saat kadar Feulgen içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra boyamanın daha iyi olması için kök uçları 15 dakika musluk suyunda yıkanmıştır (Elçi, 1982).

3.13. Preparatların Hazırlanması

Preparat hazırlamak için; % 45'lik asetik asitten bir damla lam üzerine konulup, keskin bir jiletle kök ucunun koyu renk almış olan 1-2 mm'lik uç kısmı kesilmiştir. % 45'lik asetik asitten ok uçlu iğne yardımıyla bir damla alınarak kesilen kök ucu üzerine getirilmiş ve daha sonra kök ucu bu damla içerisinde jilet yardımıyla parçalanmıştır. Bu parçacıkların üzerine lamel kapatılarak bir elin başparmağıyla lamel oynatılmadan tutulup diğer el ile kurşun kalemin arka kısmıyla lamele hafifçe vurulmuştur. Böylece hem hücrelerin daha iyi dağılması sağlanmış hem de hücreler yassılaştırılarak mitotik evrelerin görünümü kolaylaştırılmıştır. Preparatın içinde kalan hava kabarcıklarını gidermek için, lamelin kenarına % 45'lik asetik asit damlatılmış ve bu damla lamelin kenarında dolaştırılarak kabarcıklarını giderilmiştir. Fazla asit kurutma kağıdı ile çekilmiştir. Daha sonra preparat kurutma kağıdı arasına konularak lamelin her

tarafına aynı şekilde temas edecek şekilde başparmak ile kuvvetlice bastırılmıştır. Böylece parçacıkların tek bir hücre tabakası haline gelmesi sağlanmıştır (Elçi, 1982).

3.14. Devamlı Preparatların Hazırlanması

Hazırlanan preparatların devamlı hale getirilmesinde, hücrelerin olduğu gibi muhafaza edilebilmesi için lam ve lamelin birbirinden ayrılmaması gerektiğinden alkol buharı değiş-tokuş yöntemi kullanılmıştır. Bunun için şalelerin iç kısmı ve kapağın iç tarafına kurutma kağıdı yerleştirilmiştir. Kapağa ve kapağın iç kısımlarına yerleştirilen kurutma kağıtları absolü alkol ile nemlendirilmiş ve kabın dip kısımlarına 3-4 mm absolü alkol konulmuştur. Alkol buharının uçmasını önlemek için kabın ağzına ve kapağın etrafına vazelin sürülmüştür. Devamlı yapılmak istenen preparatlara, gerekli bilgilerin yazılı olduğu etiketler yapıştırılmıştır. Preparatlar, anlatılan şekilde hazırlanan şalelere konulmuş ve bir gece +4°C'de buzdolabında bekletilmiştir. Ertesi gün buradan çıkarılan preparatlar, içine ve kapağına absolü alkol ile nemlendirilmiş filtre kağıdı yerleştirilmiş olan petri kutularına konulmuştur. Lamelin iki kenarına birer damla kanada balzamu damlatılmış ve damlalar lamelin üç kenarını kapatacak şekilde yayılmıştır. Böylece kurutulan preparatlar, devamlı preparat haline gelmiştir (Elçi, 1982).

3.15. Mitotik İndeksin Belirlenmesi

Hazırlanan preparatlar mikroskopta 100X büyütmede incelenmiş ve her bir uygulama grubu için 3 tekrar yapılarak yaklaşık 30.000 hücre sayılmıştır. Daha sonra mitoz bölünmedeki hücrelerin sayısı hesaplanarak mitotik indeks aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir.

$$\text{Mitotik indeks (\%)} = \frac{\text{Mitozdaki hücre sayısı}}{\text{Toplam hücre sayısı}} \times 100$$

3.16. Mitoz Anormalliklerinin Belirlenmesi

Preparatların mikroskopik gözlemleri sırasında her bir uygulama grubu için yaklaşık 2000 bölünen hücredeki mitotik anormallikler sayılarak kromozom anormallik yüzdeleri aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir.

$$\text{Kromozom anormalliği (\%)} = \frac{\text{Anormal hücre sayısı}}{\text{Mitozdaki hücre sayısı}} \times 100$$

Kromozom anormalliklerinin resimleri Olympus CX-41 araştırma mikroskopunda 100X büyütme ile ve C-5060 WZ marka fotoğraf makinesi ile çekilmiştir.

3.17. İstatistik Analizler

Tüm parametrelerle ilgili istatistik değerlendirme SPSS programı kullanılarak Varyans analizine (Duncan testi) göre gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Zamana Bağlı Tohum Çimlenmesi Üzerine NaClO'nun Etkileri

NaClO uygulaması, *Allium cepa* L. tohumlarının nihai çimlenme yüzdesi için gerekli süreyi uzatmıştır. Saf su ortamında çimlendirilen grup I (kontrol, K) tohumları 3. gün sonunda % 100 çimlenme gösterirken, % 0.1 NaClO ortamında çimlendirilen grup III tohumları bu değere ancak 5. günde ulaşarak 48 saatlik bir süre kaybına neden olmuştur. Diğer bir ifadeyle, NaClO uygulaması soğan tohumlarının zamana bağlı çimlenmesi üzerinde engelleyici bir etki göstermiştir (Çizelge 4.1.1).

Çizelge 4.1.1. *Allium cepa* L.'nın zamana bağlı çimlenme yüzdesi üzerine NaClO'nun etkisi

	Süre (gün)						
	1	2	3	4	5	6	7
Grup I	0±0.0	92±2.8	100±0.0	100±0.0	100±0.0	100±0.0	100±0.0
Grup II	0±0.0	0±0.0	7±2.3	11±2.3	12±0.0	23±2.8	25±0.0
Grup III	0±0.0	85±5.0	95±5.0	98±2.8	100±0.0	100±0.0	100±0.0
Grup IV	0±0.0	82±2.8	95±0.0	95±0.0	95±0.0	97±2.8	98±2.8

Grup I (kontrol) saf su; Grup II 0.225 M NaCl; Grup III % 0.1 NaClO; Grup IV % 0.1 NaClO +0.225 M NaCl ortamında çimlendirilmiştir.

Tuz, *A. cepa* tohumlarının çimlenmesi için gerekli süreyi oldukça uzatmıştır. Örneğin, saf su ortamında çimlendirilen K tohumları (grup I) 2. gün sonunda % 92 çimlenme gösterirken, 0.225 M NaCl ortamında çimlendirilen grup II tohumları bu değere deney sonunda dahi ulaşamamıştır. NaClO uygulaması ise tuz stresinin çimlenmeyi geciktirici etkisini mükemmel bir şekilde yenmiştir. Örneğin 0.225 M NaCl ortamında çimlendirilen grup II tohumları deneyin 7.

gününde % 25 çimlenme göstermiştir. NaClO+tuz ortamında çimlendirilen grup IV tohumlarında ise bu değerin 3 katından fazlasına (% 82) 2. günde ulaşarak 120 saatlik bir süre kazancı sağlanmış ve 7. gün sonunda grup IV tohumlarının çimlenme yüzdesi neredeyse saf su ortamındaki tohumların (grup I) çimlenme yüzdesine (% 98) ulaşılmıştır (Çizelge 4.1.1).

4.2. Fide Büyümesi Üzerine NaClO'nun Etkileri

Tek başına NaClO ortamında çimlendirilen grup III tohumlarının radikula uzunluğu, radikula sayısı ve taze ağırlığı saf su ortamında çimlendirilen K (grup I) tohumlarınıninkilere göre azalırken, nihai çimlenme yüzdesi istatistiksel olarak grup I tohumlarınıninkilerle aynı olmuştur (Çizelge 4.2.1).

Çizelge 4.2.1. *Allium cepa* L.'nin bazı büyüme parametreleri üzerine NaClO'nun etkisi

Gruplar	Büyüme Parametreleri			
	Çimlenme yüzdesi (%)	Radikula uzunluğu (mm)	Radikula sayısı	Taze ağırlık (g/fide)
Grup I	*100±0.0 ^b	75.2±1.0 ^d	48.5±1.4 ^d	17.7±0.7 ^c
Grup II	25±0.0 ^a	10.4±0.2 ^a	16.8±1.1 ^a	12.3±1.2 ^a
Grup III	100±0.0 ^b	53.2±0.2 ^c	42.8±1.8 ^c	14.4±1.1 ^b
Grup IV	98±2.8 ^b	33.5±1.0 ^b	34.1±1.9 ^b	13.2±0.1 ^{ab}

* Her bir parametre sütununda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemsizdir. Grup I (kontrol) saf su; Grup II 0.225 M NaCl; Grup III % 0.1 NaClO; Grup IV % 0.1 NaClO +0.225 M NaCl ortamında çimlendirilmiştir.

Tuz, incelenen tüm büyüme parametreleri üzerinde engelleyici bir etki yapmıştır. Örneğin, saf su ortamında çimlendirilen K (grup I) tohumları deney sonunda % 100 çimlenme gösterirken, 0.225 M NaCl'de çimlendirilen grup II tohumlarında bu değer ancak % 25 olmuştur. Diğer bir ifadeyle, tuz *A. cepa*

tohumların nihai çimlenme yüzdesini % 75 oranında engellemiştir. NaClO uygulaması ise tuz stresinin nihai çimlenme yüzdesi üzerindeki olumsuz etkisini gayet bariz bir şekilde ortadan kaldırmıştır. NaClO ile muamele edilen grup IV tohumları söz konusu tuz seviyesinde % 98 oranında çimlenme göstermiştir. Kısacası, *A. cepa* tohumları tuzlu koşullar altında değil de sanki normal koşullar altında çimleniyormuş gibi bir performans sergilemiştir (Çizelge 4.2.1).

Dahası, NaClO uygulaması nihai çimlenme yüzdesi üzerindeki bu olumlu etkisini radikula uzunluğu, radikula sayısı ve taze ağırlık parametreleri üzerinde de devam ettirmiştir. 0.225 M tuzlulukta büyütülen grup II fidelerinin radikula uzunluğu, radikula sayısı ve taze ağırlığı sırasıyla 10.4 mm, 16.8 ve 12.3 g iken, bu değerler NaClO ile muamele edilen grup IV fidelerinde sırasıyla 33.5 mm, 34.1 ve 13.2 g olmuştur (Çizelge 4.2.1). Büyüme parametreleri üzerine NaClO'nun etkileri Şekil 4.2.1'deki fotoğrafta da görülmektedir.



Şekil 4.2.1. *Allium cepa* L. tohumlarının 7. gün sonundaki çimlenme durumlarına NaClO'nun etkisi. Grup I (kontrol) saf su; Grup II 0.225 M NaCl; Grup III % 0.1 NaClO; Grup IV % 0.1 NaClO+0.225 M NaCl ortamında çimlendirilmiştir.

4.3. Mitotik İndeks ve Kromozom Anormallikleri Üzerine NaClO'nun Etkileri

Mitotik indeks (Mİ) olarak ifade edilen mitotik aktivite saf su ortamında çimlendirilen K (grup I) örneklerinininkilerle karşılaştırıldığında 0.225 M tuz konsantrasyonunda (grup II) önemli ölçüde azalmıştır. Aynı zamanda, söz konusu tuz konsantrasyonu *A. cepa*'nın kök ucunda kromozom anormalliklerinde önemli bir artışa sebep olmuştur. Örneğin, K (grup I) tohumlarında mitotik indeks ve kromozom anormallikleri sırasıyla % 6.3 ve % 0.0 iken, bu değerler 0.225 M NaCl konsantrasyonunda sırasıyla % 3.7 ve 50.1 olmuştur (Çizelge 4.3.1).

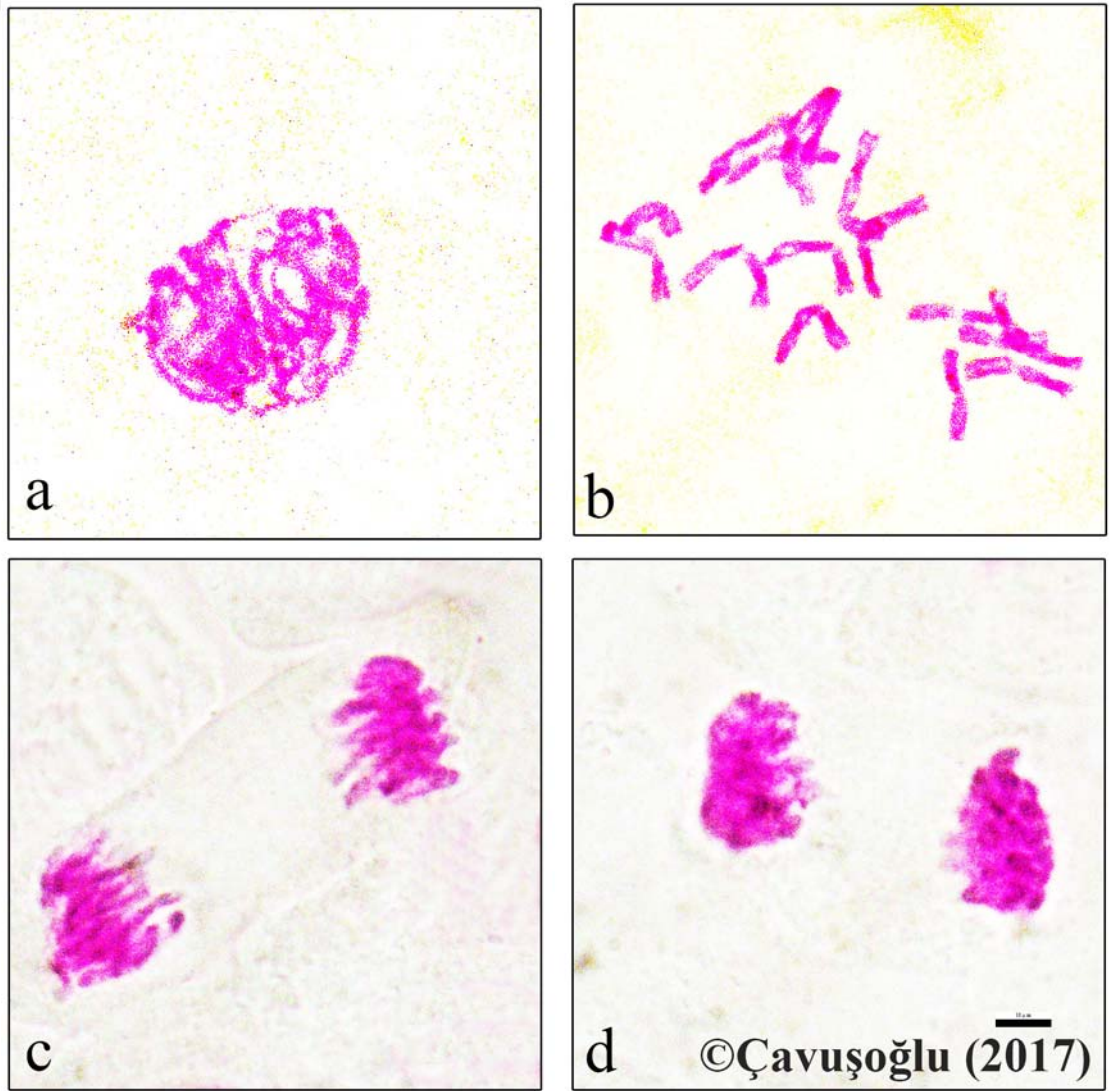
Tek başına NaClO ile muamele edilen grup III tohumlarının mitotik indeksi grup I örneklerine göre kısmen azalmış (% 5.2) ve kromozom anormallikleri ise önemli ölçüde artmıştır (% 46.3). Ancak NaClO uygulaması (grup IV) bu tuz seviyesinde mitotik indeks (% 9.4) ve kromozom anormalliklerinin sayısı (% 40.7) üzerinde mükemmel bir performans sergilemiştir (Çizelge 4.3.1).

Çizelge 4.3.1. *Allium cepa* L. kök ucu meristemlerindeki mitotik indeks ve kromozom anormallik frekansı üzerine NaClO'nun etkisi

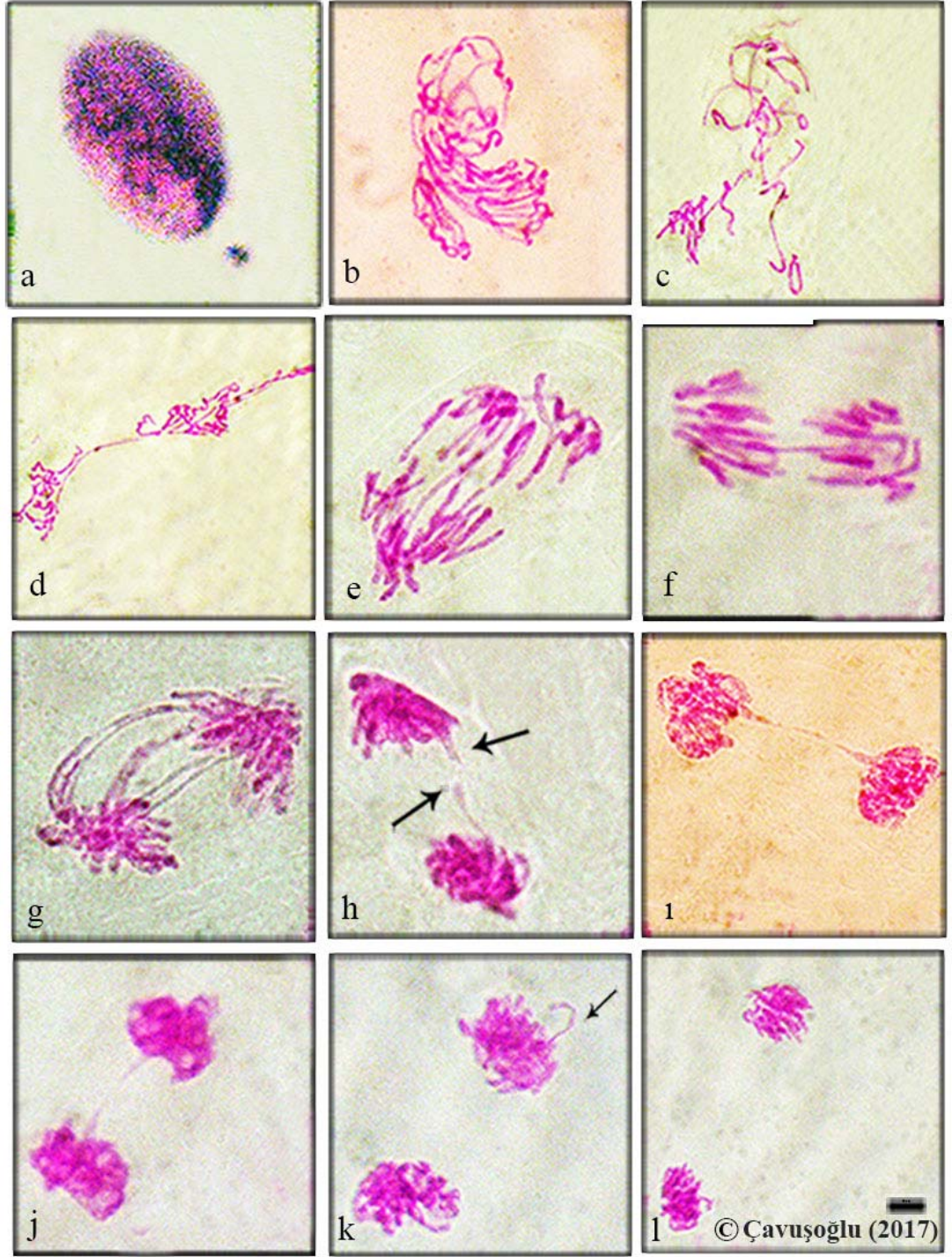
Gruplar	Mitotik indeks (%)	Kromozom anormalliği (%)
Grup I	*6.3±0.2 ^c	0.0±0.0 ^a
Grup II	3.7±0.4 ^a	50.1±1.0 ^d
Grup III	5.2±1.0 ^b	46.3±1.7 ^c
Grup IV	9.4±0.7 ^d	40.7±0.4 ^b

* Her bir parametre sütununda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemsizdir. Grup I (kontrol) saf su; Grup II 0.225 M NaCl; Grup III % 0.1 NaClO; Grup IV % 0.1 NaClO +0.225 M NaCl ortamında çimlendirilmiştir.

A. cepa kök ucu meristem hücrelerinin mikroskobik incelemesi sırasında farklı normal ve anormal mitotik şekiller gözlenmiştir (Şekil 4.3.1, 4.3.2). Mikronukleus, düzensiz profaz, kromozomal sarmalanamama, düzensiz anafaz, anafaz köprüsü, anafazda geri kalmış kromozom, telofaz köprüsü, telofazda vagrant kromozom ve telofazda kutup kayması gibi çok sayıda kromozom anormalliği gözlenmiştir. Tüm uygulamalar içerisinde en yaygın gözlenen anormalliklerin düzensiz profaz, kromozomal sarmalanamama ve telofazda kutup kayması olduğu belirlenmiştir. En az rastlanan anormalliklerin ise mikronukleus ve telofazda vagrant kromozom olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3.2).



Şekil 4.3.1. *Allium cepa* L. kök ucu meristemlerinde gözlenen normal mitoz evreleri. profaz (a), metafaz (b), anafaz (c), telofaz (d)



Şekil 4.3.2. Çalışılan bütün uygulama gruplarına ait çimlendirme ortamlarından elde edilen *Allium cepa* L. kök ucu meristemlerinde gözlenen anormallikler. mikronukleus (a), düzensiz profaz (b), kromozomal sarmalanamama (c, d), düzensiz anafaz (e), anafaz köprüsü (f, g), anafazda geri kalmış kromozom (h), telofaz köprüsü (i, j), telofazda vagrant kromozom (k) ve telofazda kutup kayması (l)

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

5.1. NaClO'nun Stressiz Koşullardaki Fizyolojik ve Sitogenetik Etkileri

Genellikle stresin bulunmadığı normal koşullardaki tohum çimlenmesinde dışarıdan herhangi bir büyüme düzenleyicisi tatbikine ihtiyaç yoktur. Dışsal büyüme düzenleyici tatbiki normal koşullar altındaki tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerinde olumlu veya olumsuz etkilere yol açabilmektedir (Çavuşoğlu vd., 2007, 2013, 2014). Dışarıdan uygulanan NaClO'nun stressiz koşullardaki tohum çimlenmesi ve fide büyümesindeki rolleri kısmen çalışılmış olmakla birlikte bir fikir birliğine varılamamıştır. Bu nedenle tuz stresi koşullarındaki çimlenme araştırmalarına geçmeden önce optimum sıcaklık olan 20 °C'de ve saf su ortamındaki tohum çimlenmesinde adı geçen büyüme düzenleyici kimyasalın çimlenme ve çimlenme sonrası ilk fide büyümesindeki etkilerinin araştırılması uygun bulunmuştur.

Çizelge 4.1.1'de görüldüğü gibi NaClO uygulaması saf su ortamında çimlendirilen *Allium cepa* L. tohumlarının nihai çimlenme yüzdesi için gerekli süreyi kısaltmada başarılı olamamış ve çimlenme süresini önemli ölçüde uzatmıştır. Diğer yandan, söz konusu uygulama normal koşullar altında çimlendirilen soğan tohumlarının radikula uzunlukları, radikula sayıları ve taze ağırlıkları üzerinde engelleyici bir etki yapmış, nihai çimlenme yüzdeleri üzerinde ise istatistiksel olarak K (grup I) ile aynı etkileri göstermiştir (Çizelge 4.2.1). Bununla birlikte, dışsal NaClO uygulamasının normal koşullar altındaki tohum çimlenmesi ve fide büyümesini teşvik ettiğini (Vujanovic vd., 2000; Varasteh vd., 2015), engellediğini (Hsiao ve Quick, 1984; İlahi ve Hussain, 1988) yada etkisiz olduğunu (Nwangburuka vd., 2012) gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu sonuçların bir kısmı bizim bulgularımızla uyuşmasına karşın bir kısmı uyuşmamaktadır. O halde bütün bu çalışmaların bir sonucu olarak, NaClO'nun tohum çimlenmesi ve fide büyümesini bitki türüne, kullanılan miktarına, ön muamele tarzına ve süresine göre farklı şekillerde etkilediği söylenebilir (Dempsey ve Walker, 1973; Mendes de Jesus vd., 2016).

Kromozomlarla ilgili çalışmalarda, hücre bölünmesi ve kromozom anormalliklerinin belirlenmesi için değişik metotlar kullanılmaktadır. Hücre bölünmesi sırasında bölünmeyi kontrol edebilecek 8-hidroksikinolin (Rousi, 1961), α -monobromonaftalin (Kuta, 1980; Elçi, 1982), paradiklorbenzen (Elçi, 1982; Sharma ve Gupta, 1982; Tabur vd., 2002), kolkisin (Terziiski ve Dimitrov, 1983; Clavarino, 1986) ve erimekte olan buz (Ladizinsky ve Hadassa, 1984; Maxted vd., 1991) gibi ön uygulama çözeltilerinin kullanıldığı bilinmektedir. Çalışmamızda ön uygulama için Elçi (1982), Sharma ve Gupta (1982) ve Tabur vd. (2002)'nin uyguladığı metot esas alınarak paradiklorbenzenin doymuş çözeltisi kullanılmıştır. Feulgen ile yapılan boyamalarda kromozomların optimum boyayı almasındaki en önemli noktalardan birisi olan ve özellikle dokuların birbirinden ayrılarak hücrelerin daha iyi gözlemlenebilmesi için hidrolizin önemli olduğu belirtilmiştir (Elçi, 1982). Hidroliz için zaman, sıcaklık ve hidrolizde kullanılan HCl'nin konsantrasyonu önemlidir. Yine hidroliz süresi de materyale göre değişiklik gösterdiğinden çok iyi zamanlama yapılması gerekmektedir. Çalışma materyalimiz için hidroliz süresinin 60 °C'de 1 N HCl içerisinde 17 dakika bekletilmesinin (Fox, 1969) uygun olduğu görülmüştür.

Bazı büyüme düzenleyicileri, stressiz koşullarda bile mitotik düzensizliklere, hücre hasarlarına ve kromozomal anormalliklere sebep olabilmektedir (Tabur ve Demir 2009, 2010a, b). Yapılan literatür taraması sonucunda normal koşullar altındaki mitotik aktivite ve kromozom anormallikleri üzerine NaClO'nun etkileri ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle söz konusu kimyasalın tuzlu koşullardaki mitotik indeks ve kromozom anormallikleri üzerindeki etkilerine geçmeden önce saf su ortamındaki etkilerinin araştırılması uygun bulunmuştur. NaClO uygulaması normal koşullar altında çimlendirilen *A. cepa* tohumlarının kök ucu meristemlerindeki mitotik indeksi azaltmıştır. Söz konusu büyüme düzenleyicisi ile muamele edilen tohumların (grup III) kök ucu meristemlerindeki mitotik indeks, saf su ortamında çimlendirilen K tohumlarınıninkilerle (grup I) karşılaştırıldığında yaklaşık olarak % 18 oranında azalmıştır. Çalışılan büyüme düzenleyicisi mitotik indeks üzerindeki olumsuz etkisini kromozom anormalliği üzerinde de devam ettirmiştir. NaClO

uygulaması kromozom anormalliğinde K'ya göre yaklaşık olarak 46 katlık bir artışa yol açmıştır (Çizelge 4.3.1).

5.2. NaClO'nun Stresli Koşullardaki Fizyolojik ve Sitogenetik Etkileri

Kültür bitkilerinin tuz toleransının araştırılması, ekonomisi büyük ölçüde tarıma dayalı olan ülkemizde, tuzlu topraklardan yararlanma açısından büyük önem taşımaktadır. Bilindiği gibi bitkilerin tuz toleransı gelişim devrelerine göre değişmektedir. Bitkilerin tuza en duyarlı oldukları devre genellikle çimlenme safhası olup büyüme ve gelişme ilerledikçe tuz toleransı artmaktadır (Doğan vd., 2008). Bitkilerin çimlenme devresinde tuz toleransını tayin için genellikle çimlenme yüzdesi esas alınmaktadır. Ancak kök uzunluğu ve taze ağırlık gibi kriterlerde kullanılmaktadır (Mutlu ve Bozcuk, 2000; Özdemir vd., 2004). Buna göre tohumların çimlenme yüzdesini veya fidelerin taze ağırlık ya da kök uzunluklarını kontrol grubundakilere (saf su) göre % 50 oranında azaltan NaCl konsantrasyonu, o bitkinin çimlenme devresindeki tuz toleransı sınırı olarak kabul edilmektedir (Bozcuk, 1978).

Tuz stresi, değişik tuzların toprak ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak tanımlanır ve geniş alanların tarım dışı kalmasına neden olur. Bu tuzlar genelde klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlardır. Ancak doğada en çok rastlanılan tuz formu sodyum klorür'dür (Kuşvuran, 2010). Bitkiler tuz stresinden ozmotik etki ve spesifik etki olmak üzere iki şekilde etkilenmektedirler (Al-Karaki, 2001; Ghoulam ve Fores, 2001). Tuzun çimlenme üzerindeki en önemli olumsuz etkisinin birinci mekanizmaya göre toprak çözeltisinin su potansiyelini düşürerek, tohumun su alıp şişmesini ve çimlenme ile ilgili fizyolojik olayların başlamasını engelleme yani fizyolojik kuraklıkla ilgili olduğu rapor edilmiştir (Levit, 1980). Ayrıca, tuzun ikinci mekanizma ile yani iyon halinde bitkisel dokulara girerek toksik etki göstermesi nedeniyle çimlenme ve çimlenme sonrası morfogenetik gelişmeleri engellediği de saptanmıştır (Chrominski vd., 1986).

Bu iki mekanizma dışında tuzun çimlenme ve fide büyümesi üzerindeki olumsuz etkilerini daha değişik yollardan da yapması mümkündür. Bunların içerisinde literatürde en sık rastlananlar şunlardır:

- Tuz, mitoz bölünmeyi engellemek suretiyle çimlenmeye ket vurabilir (Tabur ve Demir, 2010a).
- Tuz, nükleik asit ve protein sentezini engelleyerek büyüme ve gelişmeye ket vurabilir (Coşkun-Arı vd., 2010).
- Tuz, hücre zarının permeabilitesini etkiler (Yakıt ve Tuna, 2006).
- Tuz, bitki hücrelerinde solunumu genellikle engeller (Porath ve Poljakoff-Mayber, 1964), bazen de teşvik eder (Brix, 1962).
- Bitki hücrelerine giren Na^+ veya Cl^- iyonları antagonistik etki nedeniyle hücrenin metabolik faaliyetleri için gerekli olan Ca^{++} ve K^+ gibi diğer iyonların alınmasına engel olur (Özcan vd., 2000).
- Yüksek tuzluluk, tohumda bulunan ABA gibi doğal engelleyici hormonların konsantrasyonunu artırıp, gibberellin ve sitokin gibi teşvik edici hormonların seviyesini düşürebilir (Yüreklı vd., 2004).
- Tuz, tohumda karbonhidrat ve protein rezervlerini harekete geçiren amilaz ve proteaz gibi hidrolitik enzimlerin aktivitesini engelleyerek çimlenmeye ket vurabilir (Ashraf vd., 2002).
- Tuz, tohumda prolin ve serbest radikal üretimini artırarak, katalaz, peroksidaz ve polifenol oksidaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini azaltarak olumsuz etki yapabilir (Özcan vd., 2000; Yaşar vd., 2008).

Yaptığımız çimlenme deneylerinde görüldüğü gibi tuzluluk, *A. cepa* tohumlarının çimlenmesi için gerekli olan süreyi uzatmış ve nihai çimlenme yüzdesini düşürmüştür (Çizelge 4.1.1). Tuzun tohumlarda çimlenmeyi geciktirici ve engelleyici etkisi, pek çok araştırmada ortaya konmuş, bilinen bir gerçektir (Çavuşoğlu, 2006; Çavuşoğlu ve Kabar, 2010; Çavuşoğlu ve Bilir, 2015). Öte yandan, tuzluluk *A. cepa* tohumlarının çimlenmesinde olduğu gibi, fide büyümesi (radikula uzunluğu, radikula sayısı ve taze ağırlık) üzerinde de engelleyici etki göstermiştir (Çizelge 4.2.1). Tuzluluğun, radikula uzamasını

(Atak vd., 2006), radikula sayısını (Çavuşoğlu vd., 2007), taze ağırlık ve su içeriğini azalttığı (Janette vd., 2002) da birçok araştırmacı tarafından belirlenmiştir. Tuzlu ortamda fidelerin taze ağırlık ve su içeriğinin azaldığını gösteren sonuçlarımız, ortamın yüksek ozmotik değerde olması nedeniyle köklerin yeterince su almamasıyla açıklanabilir (Bohnert vd., 1995). Tuzun radikula uzaması ve radikula sayısını engellemesi ise ozmotik etkinin yanında DNA, RNA, protein sentezi (Prakash vd., 1988) ve mitoz bölünmeyi engellemesi (Tabur ve Demir, 2008) veya tuz stresi yüzünden büyümeyi hızlandırıcı hormonların içsel miktarının azalması (Prakash ve Prathapasenan, 1990) ve engelleyici hormonların seviyesinin yükselmesinden (Mizrahi vd., 1971) kaynaklanabilir.

Diğer taraftan, NaClO uygulaması tuz stresinin çimlenmeyi geciktirici ve engelleyici etkisini gayet mükemmel bir şekilde ortadan kaldırmıştır. Söz konusu kimyasal ile muamele edilen *A. cepa* tohumları, tuz stresi altında değil de sanki saf su ortamında çimleniyormuş gibi bir performans sergilemişlerdir. Ayrıca, NaClO uygulaması nihai çimlenme yüzdesi üzerindeki bu olumlu etkilerini radikula uzunluğu, radikula sayısı ve taze ağırlık gibi diğer büyüme parametreleri üzerinde de devam ettirmiştir (Çizelge 4.1.1, Çizelge 4.2.1). Diğer yandan, NaClO'nun tuzlu koşullar altındaki tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki etkileri konusunda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Khan ve Zia (2007), *Limonium stocksii* (Boiss) Kuntze tohumlarının çimlenmesi üzerindeki tuz inhibisyonunun % 10'luk NaClO uygulaması ile önemli ölçüde hafifletilebildiğini bildirmişlerdir. Bu sonuç araştırma bulgularımızla uyumaktadır. NaClO uygulamasının tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki tuz stresini hafifletmesi, tuzun ozmotik etkisindeki azalmadan anlaşılabilir. Örneğin NaClO'nun 0.225 M NaCl ortamında K göre *A. cepa* fidelerin taze ağırlığını kısmen de olsa artırması bu olasılığa işaret etmektedir. Dahası söz konusu büyüme düzenleyicisi, tuzun tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki engelleyici etkisini embriyonun mitotik aktivitesini teşvik ederek de azaltabilir (Çizelge 4.3.1).

Tuz stresinin mitotik aktivite üzerindeki engelleyici etkisi uzun zamandan beri bilinmektedir (Katsuhara ve Kawasaki, 1996; Lutsenko vd., 2005; Radic vd., 2005; Cesur ve Tabur, 2011). Diğer yandan, tuz stresinin kromozomal anormallikler üzerindeki zararlı etkileri son yıllarda çalışılmaya başlanmıştır (Radic vd., 2005; Tabur ve Demir, 2009, 2010a, b). Bazı araştırmacılara göre, yüksek tuz konsantrasyonu kök ucu hücrelerindeki mitotik aktivite ve kromozom anormalliklerinin total inhibisyonuna neden olmaktadır (Radic vd., 2005; Tajbakhsh vd., 2006). Mevcut çalışmada, tuzluluğun *A. cepa* kök ucu meristemlerinde mitotik aktivite ve kromozom davranışlarını olumsuz etkilediği tekrar ortaya konulmuştur. 0.225 M NaCl ihtiva eden ortamda çimlendirilen tohumlarının kök ucu meristemlerindeki mitotik indeks, saf su ortamında çimlendirilen K tohumlarınıninkilerle karşılaştırıldığında % 41 oranında azalmış ve mitotik anormallik frekansı 50 kat artmıştır. Özetle, 0.225 M NaCl'ye maruz kalma mitotik indekste önemli bir inhibisyona ve kromozom anormalliklerinde önemli bir artışa sebep olmuştur. NaClO ise tuz stresinin mitotik indeks ve kromozom anormallikleri üzerindeki olumsuz etkisini gayet mükemmel bir şekilde ortadan kaldırmıştır (Çizelge 4.3.1). Diğer yandan, NaClO'nun tuzlu koşullar altındaki mitotik aktivite ve kromozom anormallikleri üzerine etkileri konusunda şimdiye kadar hiçbir çalışma yapılmamıştır.

Çalışılan tüm uygulama gruplarına ait tohumların kök ucu meristem hücrelerinin mikroskopik incelemesi sırasında mikronukleus, düzensiz profaz, kromozomal sarmalanamama, düzensiz anafaz, anafaz köprüsü, anafazda geri kalmış kromozom, telofaz köprüsü, telofazda vagrant kromozom ve telofazda kutup kayması gibi çeşitli kromozom anormallikleri gözlenmiştir (Şekil 4.3.2). Genel olarak, mitozda kromozomların doğru ayrılması kardeş kinetokorların zıt kutuplardan çıkan mikrotübüluslara bağlanmasını gerektirir. Çünkü kinetokor bağlanması stokastik bir işlemdir, hataya meyillidir ve kromozomlarda hatalı oryantasyonlara sebep olabilir (Rieder ve Salmon, 1998). Düzensiz profaz ve anafaz, yanlış kutuplaşma, alignment anafaz, vagrant kromozom ve köprü gibi anormallikler büyük ölçüde belirtilen sebeplerden veya iş bozulmasından kaynaklanmış olabilirler ve bu tip anormallikler genellikle kromozomal anormalliklerin önemli bir kısmını oluştururlar. Mikronükleuslar, muhtemelen

vagrant kromozomlar ve kromozom fragmentlerinin bir sonucu olarak meydana gelmiş olabilir (Briand ve Kapoor, 1989). Geri kalmış kromozomlar normal şekilde organize olan iğ apartürlerinin başarısızlığından (Patil ve Bhat, 1992), yapışık kromozomlar ise kromatin ipliklerinin yanlış katlanmasından kaynaklanmış olabilir (Klasterska vd., 1976). Bazı araştırmacılar, kromozom yapışıklığının kromatinler üzerindeki toksik etkinin bir göstergesi olduğunu rapor etmişlerdir (Fiskesjö ve Levan, 1993). Kromozom halkalanması ve sarmallanamamış kromozomlu profaz ve metafaz hücreleri, kromozomların düzensiz olarak kontraksiyonlarından kaynaklanabilir. Ekvatoryal plağın parçalanması ve düzensiz anafaz, kromozomların eşit olmayan dağılımından ve iğ bozukluğundan kaynaklanabilir. Ayrıca, anafaz ve telofaz köprülerinin inversiyonların bir sonucu olarak meydana geldiği bildirilmiştir (Tabur ve Demir, 2010b). Kısacası, NaClO mitotik döngüyü hızlandırarak ve normal hücre bölünmesi için gerekli olan proteinlerin sentezini tetikleyerek bir stimülatör gibi işlev yapmış olabilir.

İçsel hormon düzeylerinde strese bağlı olarak görülen değişikliklerin ve tuz stresinin bir sonucu olarak ortaya çıkan çeşitli metabolik düzensizliklerin, dışarıdan hormon uygulanması ile iyileştirilmesi, bitki büyüme maddelerinin hangi mekanizma ile olursa olsun, tohum yahut fideleri stres öncesi koşullara veya hormonal duruma getirebileceklerini göstermektedir. Bu araştırmamızda NaClO gibi bir büyüme düzenleyicisi kimyasal kullanarak önemli bir tarla bitkisinin, özellikle memleketimizde büyük bir sorun olan tuz stresine karşı toleransının belli ölçüde artırılacağı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle NaClO gibi uygun kimyasalların, özellikle tuzlu arazilerde yetişebilecek bitkiler için kullanılmasının yurt ekonomisine çok yararlı sonuçlar sağlayabileceği göz ardı edilmemelidir.

Bu tez çalışmasında incelenen fizyolojik ve sitogenetik parametreler üzerine özellikle tuzlu koşullar altında NaClO'nun etkileri ile ilgili literatür bilgisi hemen hemen hiç yoktur. Dahası, bu tez çalışmasında özellikle tuz stresi koşullarında elde edilen sonuçlar çoğunlukla ilk kez rapor edilmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma NaClO'nun tuzlu koşullar altındaki tohum çimlenmesini, fide

büyümesini ve mitotik indeks olarak ifade edilen mitotik aktiviteyi artırdığını işaret etmiştir. Ancak, tuzluluğun büyümeyi engelleyici mekanizması kompleks ve tartışmalıdır. Dahası, bu mekanizma bitki türüne, bitkinin gelişim evresine, stresin gücüne ve muamele süresine bağlı olarak da değişebilmektedir. Maalesef, henüz evrensel bir mekanizma geliştirilememiştir. Tuzluluğun sebepleri belirlenmesine rağmen, tuzluluğun bitki büyümesini engelleyici mekanizmaları halen yeterince anlayamamıştır. Ayrıca, NaClO'nun tohum çimlenmesi, hücre bölünmesi ve hücre döngüsünün moleküler metabolizması üzerindeki etkileri hakkında daha fazla bilgi elde edebilmek için daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu tez çalışması NaClO'nun uygun zaman ve dozlarda uygulanması durumunda, tuz stresinin bitki büyüme-gelişmesi üzerindeki olumsuz etkilerini büyük ölçüde hafifletebileceğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

- Ali, G., İbrahim, A.A., Srivastava, P.S., Iqbal, M., 1999. Structural Changes in Root and Shoot of *Bacopa monniera* in Response to Salt Stress. *Journal of Plant Biology*, 42, 222-225.
- Al-Karaki , G.N., 2001. Germination, Sodium, Potassium Concentrations of Barley Seeds as Influenced by Salinity. *Journal of Plant Nutrition*, 24, 511-512.
- Ashraf, M.Y., Sarwar, G., Ashraf, M., Afaf, R., Satar, A., 2002. Salinity Induced Changes in α -Amylase Activity during Germination and Early Cotton Seedling Growth. *Biologia Plantarum*, 45, 589-591.
- Atak, M., Kaya, M.D., Kaya, G., Çıkkılı, Y., Çiftçi, C.Y., 2006. Effect of NaCl on the Germination, Seedling Growth and Water Uptake of Triticale. *Turkish Journal of Forestry*, 30, 39-47.
- Bewley, J.D., Black, M., 1994. *Seeds: Physiology of Development and Germination*. Plenum Press, 445 p, New York.
- Bloomfield, S.P., Arthur, M., 1991. Comparative Testing of Disinfectants and Antiseptic Products Using Proposed European Suspension Test Methods. *Journal of Applied Microbiology*, 13, 233-239.
- Blum, A., 1986. Breeding Crop Varieties for Stress Environments. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2, 199-237.
- Bohnert, H.J., Nelson, D.E., Jensen, R.G., 1995. Adaptations to Environmental Stresses. *Plant Cell*, 7, 1099-1111.
- Boscaiu, M., Lull, C., Lidon, A., Bautista, I., Donat, P., Mayoral, O., Vicente, O., 2008. Plant Responses to Abiotic Stress in Their Natural Habitats. *Bulletin UASVM, Horticulture*, 65, 53-58.
- Botella, M.A., Rosado, A., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M., 2005. *Plant Adaptive Responses to Salinity Stress, Plant Abiotic Stress*. Blackwell Publishing Ltd., 270p, Pondicherry, India.
- Boyer, J.S., 1982. Plant Productivity and Environment. *Science*, 218, 443-448.
- Bozcuk, S., 1978. Domates (*Lycopersicum esculentum* Mill), Arpa (*Hordeum vulgare* L.) ve Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Bitkilerin Büyüme ve Gelişmesinde Tuz Kinetin Etkileşimi Üzerinde Araştırmalar. Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Botanik Bölümü, Doçentlik Tezi, 213s, Ankara.
- Briand, C.H., Kapoor, B.M., 1989. The Cytogenetic Effects of Sodium Salicylate on the Root Meristem Cells of *Allium sativum* L. *Cytologia*, 54, 203-209.

- Brix, H.B., 1962. The Effect of Water Stress on the Rates of Photosynthesis and Respiration on Tomato Plants and Loblolly Pine Seedlings. *Physiologia Plantarum*, 15, 10-20.
- Burssens, S., Himanen, K., Cotte, B.V., Beeckman, T., Montagu, M.V., Inze, D., Verbruggen, N., 2000. Expression of Cell Cycle Regulatory Genes and Morphological Alterations in Response to Salt Stress in *Arabidopsis thaliana*. *Planta*, 211, 632-640.
- Büyük, İ., Aydın, S.S., Aras, S., 2012. Bitkilerin Stres Koşullarına verdiği Moleküler Cevaplar. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69, 97-110.
- Cesur, A., Tabur, S., 2011. Chromotoxic Effects of Exogenous Hydrogen Peroxide (H₂O₂) in Barley Seeds Exposed to Salt Stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33, 707-709.
- Chrominski, A., Khan, M.A., Weber, D.J., Smith, B.N., 1986. Ethylene and Ethane Production in Response to Salinity Stress. *Plant Cell Environment*, 9, 687-691.
- Clavarino, G.R.M., 1986. Biosystematic Studies on the *Vicia villosa* Complex in Europe. Istituto Botanico Hanbury dell Università di Genova, 411p, Italy.
- Coşkun-Arı, F.F., Gülelçin, D., Çavuşoğlu, K., Ürün Ş., Kılıç, S., Kabar, K., 2010. Gibberellik Asit ve 24-Epibrassinolid'in Tuz Stresi Koşullarında Çimlendirilen Arpa Tohumlarında Total DNA ve Protein İçeriğine etkileri. *Batı Akdeniz Doğa Bilimleri Sempozyumu*, 4-6 Kasım 2010, Burdur.
- Çavuşoğlu, K., 2006. Geleneksel Hormonlarda Son Yıllarda Bulunan Bazı Hormonların ve Büyüme Düzenleyicilerinin Yüksek Sıcaklık ve Tuz (NaCl) Stresleri Altındaki Arpa ve Turp Tohumlarının Çimlenmesi Üzerindeki Etkilerinin Karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 161s, Isparta.
- Çavuşoğlu, K., Bilir, G., 2015. Effects of Ascorbic Acid on the Seed Germination, Seedling Growth and Leaf Anatomy of Barley under Salt Stress. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 10, 124-129.
- Çavuşoğlu, K., Kabar, K., 2010. Effects of Hydrogen Peroxide on the Germination and Early Seedling Growth of Barley under NaCl and High Temperature Stresses. *EurAsian Journal of BioSciences*, 4, 70-79.
- Çavuşoğlu, K., Kaya, F., Kılıç, S., 2013. Effects of Boric Acid Pretreatment on the Seed Germination, Seedling Growth and Leaf Anatomy of Barley under Saline Conditions. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 11, 376-380.

- Çavuşoğlu, K., Kılıç, S., Kabar, K., 2007. Some Morphological and Anatomical Observations during Alleviation of Salinity (NaCl) Stress on Seed Germination and Seedling Growth of Barley by Polyamines. *Acta Physiologiae Plantarum*, 29, 551-557.
- Çavuşoğlu, K., Tepe, B., Kılıç, S., 2014. Effects of Salicylic Acid Pretreatment on the Seed Germination, Seedling Growth and Leaf Anatomy of Barley under Saline Conditions. *Cereal Research Communications*, 42, 229-238.
- Çulha, Ş., Çakırlar, H., 2011. Tuzluluğun Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tuz Tolerans Mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11, 11-34.
- Dajic, Z., 2006. Salt Stress, Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. Dordrecht, 345p, The Netherlands.
- Darlington, C.D., La Cour, L.F., 1976. The Handling of Chromosomes. 6th edn, Allen and Unwin, London.
- Daşgan, H.Y., Koç, S., 2009. Evaluation of Salt Tolerance in Common Bean Genotypes by Ion Regulation and Searching for Screening Parameters. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 7, 363-372.
- Dempsey, A.H., Walker, J.T., 1973. Efficacy of Calcium and Sodium Hypochlorite for Seed Treatment of Pepper. *HortScience*, 8, 328-329.
- Doğan, M., Avu, A., Can, E.N., Aktan, A., 2008. Farklı Domates Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Tuz Stresinin Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Dergisi*, 3, 174-182.
- Dubey, R.S., 1994. Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, 227p, New York.
- Elçi, Ş., 1982. Sitogenetikte Gözlemler ve Araştırma Yöntemleri. Fırat Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, 165s, Elazığ.
- El-Shabbaby, O.A., Migid, A.H.M., Soliman, M.I., Mashaly, I.A., 2003. Genotoxicity Screening of Industrial Waste Water using the *Allium cepa* Chromosome Aberration Assay. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6, 23-28.
- Fiskesjö, G., Levan, A., 1993. Evaluation of the First Ten MEIC Chemicals in the *Allium* Test. *Atla*, 21, 139-149.
- Fox, D.P., 1969. Some Characteristic of the Cold Hydrolysis Technique for Staining Plant Tissues by the Feulgen Reaction. *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 17, 266-272.

- Ghoulam, C., Fores, K., 2001. Effect of Salinity on Seed Germination and Early Seedling Growth of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). *Seed Science and Tecnology*, 29, 375-364.
- Gulzar, S., Khan, M.A., 2002. Alleviation of Salinity-Induced Dormancy in Perennial Grasses. *Biologia Plantarum*, 45, 617-619.
- Hill, H.D., Myers, W.M., 1945. A Schedule Including Cold Treatment to Facilitate Somatic Chromosome Counts in Certain Forage Grasses. *Stain Technology*, 20, 89-92.
- Hong, C.Y., Chao, Y.Y., Yang, M.Y., Cho, S.C., Kao, C.H., 2009. Na⁺ But Not Cl⁻ or Osmotic Stress is Involved in NaCl Induced Expression of Glutathione Reductase in Roots of Rice Seedlings. *Journal of Plant Physiology*, 166, 1598-1606.
- Hsiao, A.I., Quick, A.W., 1984. Action of Sodium Hypochlorite and Hydrogen Peroxide on Seed Dormancy and Germination of Wild Oats, *Avena fatua* L. *Weed Research*, 24, 411-419.
- Hsiao, A.I., Worsham, A.D., Moreland, D.E., 1981. Effects of Sodium Hypochlorite and Certain Plant Growth Regulators on Germination of Witchweed (*Striga asiatica*) Seeds. *Weed Science*, 29, 98-100.
- Hu, Y., Schmidhalter, U., 2005. Drought and Salinity: A Comparison of Their Effects on Mineral Nutrition of Plants. *Journal of Plant Nutrient and Soil Science*, 168, 541-549.
- Ilahi, I., Hussain, F., 1988. Germination Improvement of *Reptonia buxifolia* (Falc.) A. DC., with Physico-Chemical Factors. *Pakistan Journal of Forestry*, 38, 69-78.
- Janette, S.B.J., Craig, R., Lynch, J.P., 2002. Salinity Tolerance of Phaseolus Species during Germination and Early Seedling Growth. *Crop Sciences*, 42, 1584-1594.
- Kadioğlu, A., 2004. Bitki Fizyolojisi. Lokman Yayın, 453s, Trabzon.
- Katsuhara, M., Kawasaki, T., 1996. Salt Stress Induced Nuclear and DNA Degradation in Meristematic Cells of Barley Roots. *Plant and Cell Physiology*, 37, 169-173.
- Kaur, S., Gupta, A.K., Kaur, N., 1998. Gibberellin A₃ Reverse the Effect of Salt Stress in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Seedlings by Enhancing Amylase Activity and Mobilization of Starch in Cotyledons. *Plant Growth Regulation*, 26, 85-90.

- Kendirli, B., Çakmak, B., Uçar, Y., 2005. Salinity in the Southeastern Anatolia Project (GAP), Turkey: Issues and Options. *Irrigation and Drainage*, 54, 115-122.
- Khan, M.A., Zia, S., 2007. Alleviation of Salinity Effects by Sodium Hypochlorite on Seed Germination of *Limonium Stocksii*. *Pakistan Journal of Botany*, 39, 503-511.
- Khatun, S., Flowers, T.J., 1995. Effects of Salinity on Seed Set in Rice. *Plant Cell and Environment*, 18, 61-67.
- Klasterska, I., Natarajan, A.T., Ramel, C., 1976. An Interpretation of the Origin of Subchromatid Aberrations and Chromosome Stickiness as A Category of Chromatid Aberrations. *Hereditas*, 83, 153-162.
- Koçyiğit, M., Özhatay, N., 2010. A Contribution to the Genus *Allium* L. (Sect. *Codonoprasum*) in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 34, 391-395.
- Köm, D., Mirzapour, M., Derelli, E., Allahverdikhan Vaziri, P., Kayan, M., Aycan, M., Yıldız, M., 2014. Ketende (*Linum usitatissimum* L.) Yüzey Sterilizasyonu Süresinin İn Vitro Fide Gelişimi, Sürgün Rejenerasyonu ve Bitkicik Gelişimi Üzerine Etkisi. *Ulusal Botanik–Bitki Bilimi Kongresi*, 25-28 Ekim, Antalya.
- Kuşvuran, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 356s, Adana.
- Kuta, E., 1980. Karyological Studies on the Genus *Vicia* L. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 22, 81- 89.
- Ladizinsky, G., Hadassa, V.O., 1984. Genetic Relation-Ships between Wild and Cultivated *Vicia ervilia* (L.) Wild. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 89, 97-100.
- Larcher, W., 1995. *Physiological Plant Ecology*. Published by Springer, 506p, New York.
- Levit, J., 1980. *Responses of Plants to Enviromental Stresses*. Vol. II. 2nd Edition, Academic Press, 607p, New York.
- Lutsenko, E.K., Marushko, E.A., Kononenko, N.V., Leonova, T.G., 2005. Effects of Fusicocin on the Early Stages of Sorghum Growth at High NaCl Concentrations. *Russian Journal of Plant Physiology*, 52, 332-337.
- Madhova, R.K.V., Raghavendra, A.S., Janardhan, R.K., 2005. *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. Springer, 345p, Netherlands.

- Maxted, N., Callimassia, M.A., Bennett, M.D., 1991. Cytotaxonomic Studies of Eastern Mediterranean Vicia Species (Leguminosae). *Plant Systematics and Evolution*, 177, 221-234.
- McLean, R.C., Cook, V.R.I., 1941. *Plant Science Formulae*. Macmillan and Company Limited, 1941p, London.
- Mendes de Jesus, V.A., Araujo, E.F., Neves, A.A., Santos, F.L., Dias, L.A.S., Ferreira da Silva, R., 2016. Ratio of Seeds and Sodium Hypochlorite Solution on the Germination Process of Papaya Seeds. *Journal of Seed Science*, 38, 57-61.
- Mizrahi, Y., Blumofeld, A., Bittner, S., Richmond, A.E., 1971. Abscisic Acid and Cytokinin Content of Leaves in Relation to Salinity and Relative Humidity. *Plant Physiology*, 48, 752-755.
- Mohammad, M., Shibli, R., Ajlouni, M., Nimri, L., 1998. Tomato Root and Shoot Responses to Salt Stress Under Different Levels of Phosphorus Nutrition, *Journal of Plant Nutrition*, 21, 1667-1680.
- Munns, R., 2002. *Salinity, Growth and Phytohormones, Salinity: Environment-Plants-Molecules*. Published by Kluwer Academic Publishers, 522p, Dordrecht, The Netherlands.
- Munns, R., Termaat, A., 1986. Whole-Plant Responses to Salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*, 13, 143-16.
- Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681.
- Mutlu, F., Bozcuk, S., 2000. Tuzlu Koşullarda Ayçiçeği Tohumlarının Çimlenmesi ve Erken Büyüme Üzerine Dışsal Spermin'in Etkileri. *Turkish Journal of Biology*, 24, 635-643.
- Nwangburuka, C.C., Oyekale, K., Ezekiel, C.N., Anokwuru, P.C., Badaru, O., 2012. Effects of *Moringa oleifera* Leaf Extract and Sodium Hypochlorite Seed Pretreatment on Seed Germination, Seedling Growth Rate and Fungal Abundance in Two Accessions of *Abelmoschus esculentus* (L) Moench. *Archives of Applied Science Research*, 4, 875-881.
- Özcan, H., Turan, M.A., Koç, Ö., Çıkkılı, Y., Taban, S., 2000. Tuz Stresinde Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L. cvs.) Çeşitlerinin Gelişimi ve Prolin, Sodyum, Klor, Fosfor ve Potasyum Konsantrasyonlarındaki Değişimler. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 649-654.
- Özdemir, F., Bor, M., Demiral, T., Türkan, İ., 2004. Effects of 24-Epibrassinolid on Seed Germination, Seedling Growth, Lipid Peroxidation, Proline Content and Antioxidative System of Rice (*Oryza sativa* L.) under Salinity Stress. *Plant Growth Regulation*, 42, 203-211.

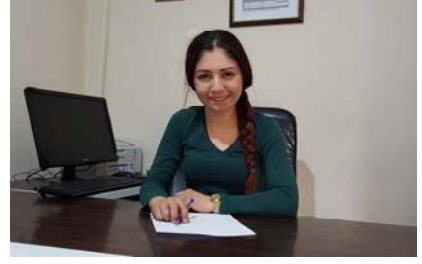
- Parida, A.K., Das, A.B., 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: A Review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324-349.
- Patel, R., Prasher, S., Bonnell, R., Boughton, R., 2002. Development of Comprehensive Soil Salinity Index. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 128, 185-188.
- Patil, B.C., Bhat, G.I., 1992. A Comparative Study of MH and EMS in the Induction of Chromosomal Aberrations on Lateral Root Meristem in *Clitoria ternatea* L. *Cytologia*, 57, 259-264.
- Pessarakli, M., Szabolcs, I., 1999. Soil Salinity and Sodidity as Particular Plant/Crop Stress Factors, *Handbook of Plant Crop Stress*. 1198 p, New York.
- Pitman, M.G. ve Lauchli, A., 2002. Global Impact of Salinity and Agricultural Ecosystems, *Salinity: Environment-Plants-Molecules*. Published by Kluwer Academic Publishers, 522p, Dordrecht, The Netherlands.
- Porath, E., Poljakoff-Mayber, A., 1964. Effect of Salinization Metabolic Pathways in Pea Root Tips. *Israel Journal of Botany*, 13, 115-121.
- Prakash, L., Dutt, M., Prathapasanen, G., 1988. NaCl Alters Contents of Nucleic Acids, Protein, Polyamines and Seedling Growth of Rice (*Oryza sativa* L.). *Australian Journal of Plant Physiology*, 15, 769-776.
- Prakash, L., Prathapasanen, G., 1990. Interactive Effect of NaCl Salinity and Gibberellic acid and Gibberellin Like Substances and Yield of Rice (*Oryza sativa* L. var. G.R.3). *Proceedings of the Indian Academy of Sciences*, 100, 173-181.
- Radic, S., Prolic, M., Pavlica, M., Pevalek-Kozlina, B., 2005. Cytogenetic Effects of Osmotic Stress on the Root Meristem Cells of *Centaurea ragusina* L. *Environmental and Experimental Botany*, 54, 213-218.
- Reddy, M.P., Iyengar, E.R.R., 1999. Crop Responses to Salt Stress: Seawater Application and Prospects, *Handbook of Plant Crop Stress*. 1198p, New York.
- Rieder, C.L., Salmon, E.D., 1998. The Vertebrate Cell Kinetochore and Its Roles during Mitosis. *Trends in Cell Biology*, 8, 310-318.
- Rogers, M.E., 2002. Irrigating Perennial Pasture with Saline Water: Effects on Soil chemistry, Pasture Production and Composition. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42, 265-272.
- Rousi, A., 1961. Cytotaxonomic Studies on *Vicia cracca* L. and *V. tenuifolia* Roth. I. Chromosome Number and Karyotype Evolution. *Hereditas*, 47, 81-110.

- Saruhan, V., Üzen, N., Eylem, M., Çetin, Ö., 2008. Toprak Tuzluluğunun Kültür Bitkilerine Etkileri ve Alınabilecek Somut Önlemler. İklim Değişikliği Sempozyumu, 13-14 Mart 2008, Ankara.
- Sass, J.E., 1951. Botanical Microtechnique. The Iowa State Collage Press, 228p, Ames, Iowa.
- Shao, H.B., Chu, L.Y., Jaleel, C.A., Zhao, C.X., 2008. Water-Deficit Stress-Induced Anatomical Changes in Higher Plants. Comptes Rendus Biologies, 331, 215-225.
- Sharma, P.C., Gupta, P.K., 1982. Karyotypes in some Pulse Crops. The Nucleus, 25, 181-185.
- Tabur, S., Civelek, Ş., Bağcı, E., 2002. Cytotaxonomic Studies on some *Vicia* L. Species Growing in Eastern Mediterrenean Region of Turkey. Acta Botanica Hungarica, 44, 185-204.
- Tabur, S., Demir, K., 2008. Tuz Stresi (NaCl) Altında Çimlendirilen Arpa Tohumlarının Mitotik İndeks ve Kromozom Anormallikleri Üzerine Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicisi Kombinasyonlarının Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Dergisi, 3, 162-173.
- Tabur, S., Demir, K., 2009. Cytogenetic Response of 24-Epibrassinolide on the Root Meristem Cells of Barley Seeds under Salinity. Plant Growth Regulation, 58, 119-123.
- Tabur, S., Demir, K., 2010a. Role of some Growth Regulators on Cytogenetic Activity of Barley under Salt Stress. Plant Growth Regulation, 60, 99-104.
- Tabur, S., Demir, K., 2010b. Protective Roles of Exogenous Polyamines on Chromosomal Aberrations in *Hordeum vulgare* Exposed to Salinity. Biyologia, 65, 947-953.
- Tajbakhsh, M., Zhou, M.X., Chen, Z.H., Mendham, N.J., 2006. Physiological and Cytological Response of Salt-Tolerant and Non-Tolerant Barley to Salinity during Germination and Early Growth. Australian Journal of Experimental Agriculture, 46, 555-562.
- Teixeira, R.O., Camparoto, M.L., Mantovani, M.S., Vicentini, V.E.P., 2003. Assessment of Two Medicinal Plants *Psidium guajava* L. and *Achillea millefolium* L., In Vitro and In Vivo Assays. Genetics and Molecular Biology, 26, 551-555.
- Terziiski, D., Dimitrov, B., 1983. Karyotype Analysis in *Vicia hirsuta* (L.) S.F. Gray and *Vicia meyeri* Boiss. Caryologia, 36, 345-354.

- Tuteja, N., 2007. Mechanisms of High Salinity Tolerance in Plants. *Methods in Enzymology*, 428, 419-438.
- Türkmen, Z., Çavuşoğlu, K., Çavuşoğlu, K., Yapar, K., Yalçın, E., 2009. Protective Role of Royal Jelly (Honey Bee) on Genotoxicity and Lipid Peroxidation, Induced by Petroleum Wastewater, in *Allium cepa* L. Root Tips. *Environmental Technology*, 30, 1205-1214.
- Varasteh, K.N., Babaei, A., Abdoli, M., 2015. The Effect of Different Sodium Hypochlorite Concentrations on Seed Germination of *Dracocephalum moldavica* L. *Austin Journal of Plant Biology*, 1, 1007-1010.
- Velthuizen, H., Huddleston, B., Fischer, G., Salvatore, M., Ataman, E., Nachtergaele, F.O., Zanetti, M., Bloise, M., 2007. Mapping Biophysical Factors That Influence Agricultural Production and Rural Vulnerability. *Environment and Natural Resources Series No. 11*, Rome: FAO.
- Vujanovic, V., St-Arnaud, M., Barabe, D., Thieault, M., 2000. Viability Testing of Orchid Seed and the Promotion of Colouration and Germination. *Annals of Botany*, 86, 79-86.
- Wang, Y., Li, K., Li, X., 2009. Auxin Redistribution Modulates Plastic Development of Root System Architecture Under Salt Stress in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Plant Physiology*, 166, 1637-1645.
- Yakıt, S., Tuna, A.L., 2006. Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K'nın Etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19, 59-67.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Özpay, T., Uzal, Ö., 2008. Tuz Stresinin Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) Antioksidatif Enzim (SOD, CAT, APX ve GR) Aktivitesi Üzerine Etkisi. *Yüzüncü yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 18, 51-55.
- Yürekli, F., Porgalı, Z.B., Türkan, İ., 2004. Variations in Abscisic Acid, Indole- 3-Acetic Acid, Gibberellic Acid and Zeatin Concentrations in two Bean Species Subjected to Salt Stress. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 46, 201-212.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Fadime DOĞU
Doğum Yeri ve Yılı : Isparta/1993
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : fadimeistiklal@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Şarkikaraağaç Anadolu Teknik Lisesi (2007-2011)
Lisans : PAÜ Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü (2011-2015)

Yayınları