

T.C.
KİLİS 7 ARALIK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI TUZ UYGULAMALARININ ADAÇAYI
(*Salvia officinalis* L.)'NİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Muhittin KULAK

DANIŞMAN: Doç. Dr. Nazım ŞEKEROĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

AĞUSTOS 2011
KİLİS

KABUL VE ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Nazım ŞEKEROĞLU danışmanlığında, Muhittin KULAK tarafından hazırlanan "Farklı Tuz Uygulamalarının Adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nın Gelişimi Üzerine Etkisi" adlı tez çalışması 11/08/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy ^{birliği} ile Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyoloji Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı, Adı Soyadı (Kurumu)	İmza
Başkan	Doç. Dr. Kürşat KORKMAZ (Ordu Üni. Ziraat Fak. Toprak ABD)	
Üye	Doç. Dr. Nazım ŞEKEROĞLU (Kilis 7 Aralık Üniv. Fen Edebiyat Fak. Biyoloji ABD)	
Üye	Yrd. Doç. Dr. Hakan ÇETİNKAYA (Kilis 7 Aralık Üniv. Fen Edebiyat Fak. Biyoloji ABD)	

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun/...../201... tarih ve/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Tez No:

Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI TUZ UYGULAMALARININ ADAÇAYI (*Salvia officinalis* L.)'NİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Muhittin KULAK

Kilis 7 Aralık Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nazım ŞEKEROĞLU

YIL: 2011

Sayfa: 59

Tuzluluk, özellikle kurak ve yarı kurak iklimlerde, çevresel faktörler ve hatalı tarımsal uygulamalardan dolayı, giderek artan ve bitkisel üretimi sınırlandıran önemli bir sorundur. Bu çalışmada, ülkemizde Tıbbi ve Aromatik Bitkiler arasında önemli bir yeri olan adaçayında farklı tuz kaynaklarının (NaCl, KCl, MgSO₄, MgCl₂, Na₂SO₄ ve CaCl₂) bitki gelişimi üzerine etkisi 5 farklı tuz uygulaması ile (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) sera koşullarında yürütülen saksı denemesinde araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; incelenen bitki boyu, yaş ve kuru yaprak ağırlığı, yaş ve kuru kök ağırlığı, kuru gövde ağırlığı, yaş ve kuru herba ağırlığının farklı tuz kaynaklarından ve dozlarından istatistiksel olarak önemli oranda etkilendiği belirlenmiştir. Ancak, yaş gövde ve petiyol ağırlıklarına tuz uygulamalarının önemli bir etkisi olmamıştır. Tuz uygulamalarının 100 mM dozuna kadar arttırılması ile birlikte adaçayında kuru herba ağırlığının kontrole göre % 22, 29 arttığı ve artan tuz uygulamaları ile birlikte 200 mM dozunda kontrole göre % 7, 27 azaldığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçları göre, tuz kaynakları açısından değerlendirildiğinde MgCl₂ uygulaması ile en iyi kuru herba ağırlığı elde edilirken, en düşük kuru herba ağırlığı ise CaCl₂ uygulamasından elde edilmiştir. Adaçayının tuzlu alanlarda yetiştirilmesi ile ilgili olarak farklı tür ve çeşitler üzerinde adaptasyon çalışmalarının yürütülmesi sorunun çözümüne katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Adaçayı, bitki gelişimi, *Salvia officinalis* L., tuzluluk

ABSTRACT

MSc. Thesis

THE EFFECT OF DIFFERENT SALT APPLICATIONS ON THE GROWTH OF SAGE (*Salvia officinalis* L.)

Muhittin KULAK

Kilis 7 Aralık University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Nazım ŞEKEROĞLU

Year: 2011

Page: 59

Because of environmental problems and unsuitable agricultural practices, salinity is an important problem that gradually increasing and restricting plant production especially in arid and semiarid climates. In this study, the effect of different salt sources (NaCl, KCl, MgSO₄, MgCl₂, Na₂SO₄ and CaCl₂) with five different salt concentrations (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) on the plant growth of the sage having an important place among the medicinal and aromatic plants of Turkey was investigated under greenhouse conditions. To results, it was determined that plant height, fresh and dry leaf weight, fresh and dry root weight, dry stem weight, fresh and dry herbage weight were statistically affected by different salt sources and doses. But, salt applications had no effect on the fresh stem and fresh petiole weights of the sage. Dry herba weight increased up to 100 mM application in the rate of 22.29 % and decreased up to 200 mM application in the rate of 7.27 % with increasing salt doses compared to control application. Considering different salt sources, the highest dry herbage weight was obtained from the MgCl₂ salt application, the lowest value was determined in CaCl₂ salt application. It is suggested that adaptation studies should be achieved in different sage species and varieties in order to grow the sage under salted fields.

Keywords: Plant growth, sage, salinity, *Salvia officinalis* L.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının konusunun belirlenmesinde, deneysel ve teorik aşamalarında ve yazımı esnasında yardım, öneri ve desteğini gördüğüm danışman hocam Doç. Dr. Nazım ŞEKEROĞLU'na,

Bana her konuda yardımcı olan Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyelerine,

Tez yazımı esnasında ilgi ve alakalarını gördüğüm Öğr. Gör. H. Aysun MERCİMEK, Arş.Gör.Kıvılcım ÇAKTÜ, Arş. Gör. Gülten SİLİNDİR, Arş. Gör. Çiğdem ACIOĞLU, Arş. Gör. Sevgi GEZİCİ ve değerli dostum Ferudun KOÇER'e

Deneysel uygulamalar esnasında bana yardımcı olan Kimya Bölümü Öğretim Elemanlarından Arş. Gör. Evrim BARAN ve Arş. Gör. Mecit ÖZDEMİR'e,

Tezin teknik anlamda düzeltmelerini yapan Arş. Gör. M. İbrahim ÇOŞKUN'a

Arazi çalışmalarında bana yardımcı olan Biyoloji Bölüm öğrencilerinden özellikle Büşra TANRIVER, Kadir TAŞYÜREK, Mehmet Sait ER, Ayşe ve Fatma YAYLACI kardeşler, Gülfer ÇİMEN, Merve UZUN, Emrah URLU, Recep DEMİR, Murat KARACA ve adını burada zikredemediğim öğrenci arkadaşlarıma,

Tez için herkesten daha fazla sabır gösteren ve her şeyin en iyisini hak eden AİLEM'e teşekkür ederim.

Muhittin KULAK

Kilis, Ağustos 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
RESİMLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ	1
2.MATERYAL VE YÖNTEM	12
2.1.Materyal	12
2.1.1. Botanik Özellikler	12
2.2. Yöntem	14
2.2.1. Arazi Çalışmaları ve Tuz Uygulamaları	14
2.2.2.Deneme Yerinin Toprak Özellikleri.....	15
2.2.3.Deneme Yerinin İklim Özellikleri	15
2.2.4.İncelenen Özellikler ve Yöntemleri	16
2.2.4.1. Biyolojik Özellikler.....	16
2.5.Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi	17
3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	18
3.1. Bitki Boyu	18
3.2. Yaş Kök Ağırlığı	21
3.3. Kuru Kök Ağırlığı	24
3.4.Yaş Yaprak Ağırlığı	28
3.5. Kuru Yaprak Ağırlığı	32
3.6. Yaş Gövde Ağırlığı	35
3.7. Kuru Gövde Ağırlığı	36
3.8. Yaş Herba Ağırlığı	39
3.9. Kuru Herba Ağırlığı	43
3.10. Yaş ve Kuru Petiyol Ağırlığı	44
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	47

5. KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ.....	59

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

1. Simgeler

cm	Santimetre
gr	Gram
mM	Milimolar
dS m ⁻¹	desiSiemens per meter
ml	millilitre
%	Yüzde
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
MgCl ₂	Magnezyum klorür
MgSO ₄	Magnezyum sülfat
KCl	Potasyum klorür
NaCl	Sodyum klorür
Na ₂ SO ₄	Sodyum sülfat
Ca ⁺	Kalsiyum iyonu
Cl ⁻	Klor iyonu
K ⁺	Potasyum iyonu
Na ⁺	Sodyum iyonu

2. Kısaltmalar

EFG	En Küçük Güvenilir Fark
KT	Kareler Toplamı
KO	Kareler Toplamı
SD	Serbestlik Derecesi
VK	Varyasyon Kaynağı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Farklı tuz çeşit ve dozlarının yaş kök ağırlığına (gr) etkisi	23
Şekil 3.2. Farklı tuz çeşit ve dozlarının kuru kök ağırlığına (gr) etkisi	26
Şekil 3.3. Farklı tuz çeşit ve dozlarının yaş yaprak ağırlığına (gr) etkisi.....	29
Şekil 3.4. Farklı tuz çeşit ve dozlarının kuru yaprak ağırlığına (gr) etkisi.....	33
Şekil 3.5. Farklı tuz çeşit ve dozlarının kuru gövde ağırlığına (gr) etkisi.....	38
Şekil 3.6. Farklı tuz çeşit ve dozlarının yaş herba ağırlığına (gr) etkisi.....	41

RESİMLER DİZİNİ

Resim 2.1. Denemenin yürütüldüğü seradan görünüm.....	15
Resim 3.1. Farklı NaCl konsantrasyonlarının adaçayına etkisi	20
Resim 3.2. Farklı KCl konsantrasyonlarının adaçayına etkisi	20
Resim 3.3. Farklı CaCl ₂ konsantrasyonlarının adaçayına etkisi	20
Resim 3.4. Farklı MgSO ₄ konsantrasyonlarının adaçayına etkisi.....	20
Resim 3.5. Farklı MgCl ₂ konsantrasyonlarının adaçayına etkisi	20
Resim 3.6. Farklı Na ₂ SO ₄ konsantrasyonlarının adaçayına etkisi	20

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	15
Çizelge 2.2. Kilis iline ait 2010 yılında gerçekleşen ortalama meteorolojik değerler	16
Çizelge 3.1. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının bitki boyuna etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları	18
Çizelge 3.2. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama bitki boyu değerleri .	19
Çizelge 3.3. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının yaş kök ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları	22
Çizelge 3.4. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama yaş kök ağırlık (gr) değerleri.....	22
Çizelge 3.5. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının kuru kök ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları	24
Çizelge 3.6. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama kuru kök ağırlık (gr) değerleri.....	25
Çizelge 3.7. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının yaş yaprak ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 3.8. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama yaş yaprak ağırlık (gr) değerleri.....	28
Çizelge 3.9. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının kuru yaprak ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 3.10. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama kuru yaprak ağırlık (gr) değerleri.....	32
Çizelge 3.11. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının yaş gövde ağırlığına (gr) etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	36
Çizelge 3.12. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama yaş gövde ağırlık (gr) değerleri.....	36
Çizelge 3.13. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının kuru gövde ağırlığına (gr) etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	37
Çizelge 3.14. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama kuru gövde ağırlık (gr) değerleri.....	37
Çizelge 3.15. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının yaş herba ağırlığına (gr) etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 3.16. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama yaş herba ağırlık (gr) değerleri.....	40

Çizelge 3.17. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının kuru herba ağırlığına (gr) etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 3.18. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama kuru herba ağırlık (gr) değerleri.....	44
Çizelge 3.19. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının yaş petiyol ağırlığına (gr) etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	45
Çizelge 3.20. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama yaş petiyol ağırlık (gr) değerleri	45
Çizelge 3.21. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının kuru petiyol ağırlığına (gr) etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	46
Çizelge 3.22. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama kuru petiyol ağırlık (gr) değerleri	46

1. GİRİŞ

Bitkiler yaşamları süresince eş zamanlı ya da farklı zamanlarda birçok canlı ve cansız stres faktörü ile karşılaşabilmektedir. Bitkisel üretimde stres; bir veya birden fazla etkenin bitkiyi çevresel olarak etkileyerek, büyümede yavaşlama ve verim düşüklüğüne neden olması şeklinde tanımlanabilir. Bitkide strese neden olan etmenler, hastalık oluşturanlar ve zararlılar gibi canlı kökenli olabileceği gibi; tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, radyasyon ve besin elementlerinin eksiklikleri veya fazlalıkları gibi cansız kökenli de olabilmektedir (Yaşar, 2003; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Tuzluluk, tarımsal üretim alanlarında, toprağın verimliliğini olumsuz yönde etkileyerek bitki büyümesi, verimi ve kalitesini sınırlandıran en önemli sorunların başında gelmektedir (Khan ve Irwin, 1996; Taban ve ark.,1999; Debez ve ark., 2004; Ozturk ve ark., 2004; Zehtab-Salmasi 2008). Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde, yıkanarak yeraltı suyuna karışan çözünebilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte kapillarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesi olayıdır (Ergene, 1982; Kwiatowsky, 1998; Kara, 2002). Tuzluluk bitkilerde toksisiteye ve mineral beslenme bozukluklarına yol açarak bitkinin fizyolojik ve biyokimyasal metabolizmasını tahrip etmektedir. Yağış oranının az ve buharlaşmanın fazla olduğu, kurak ve yarı kurak, ekolojilerde tuzluluk doğal olarak ortaya çıkmaktadır. Yanlış yöntemlerle sulamaya açılan bu bölgelerde taban suyundaki tuzların üst katmanlara taşınması ile de topraklarda tuzluluk artmaktadır (Shannon, 1984).

Toprakta tuzluluk problemine neden olan bileşikler; klorürler (NaCl , CaCl_2 ve MgCl_2), sülfatlar (Na_2SO_4 ve MgSO_4), nitratlar (Na_2NO_3 ve KNO_3), karbonatlar ve bikarbonatlar (CaCO_3 , Na_2CO_3 ve NaHCO_3) ve boratlarıdır. Her ne kadar tuzluluk gibi kavramlar kullanıldığında sadece NaCl varlığı düşünülse de diğer tuzlarında bulunması bitki gelişiminde rol oynayabilir (Munns ve Termaat, 1986; Eroğlu, 2007).

Bilinçsiz sulama, yanlış gübreleme ve hatalı toprak işleme gibi etmenlerle ortaya çıkan tuzluluk, tarımda verimin giderek azalmasına neden olmakta ve özellikle son yıllarda

sulamanın yeni başladığı GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) bölgesinde önemli bir sorun olmak üzeredir (Ashraf ve Açıkgöz, 1998).

Toprakların tuzlanmasında, bilinçsiz sulama yanında, drenaj olanaklarının yetersizliği ve yüksek taban suyunun rolü de çok büyüktür. Özellikle, sulama sonucu toprakların tuzlu ve alkali hale dönüşmesi, sulu tarımın uygulandığı bölgelerde güncel bir sorundur. Drenaj şebekelerinin yetersizliği ve sulama sonucu yükselen taban suyu, kurak bölgelerde tuzluluğun başlıca nedenidir. Bitki kök bölgesinde fazla miktarda eriyebilir tuzların birikmesi, toprakta tuzluluk sorununun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Böyle bir toprakta, kültür bitkilerinin çimlenme, büyüme ve ürün verimleri, mevcut tuzların cinsi ve miktarlarına bağlı olarak azalmakta ve hatta tamamen durmaktadır (Kanber ve ark., 2005).

Dünya genelinde olduğu gibi, ülkemizde de tuzlu toprakların oranı giderek artmaktadır. 1975 yılında Dünya topraklarının % 20'sinin tuz stresi altında olduğu belirtilirken, bu oran 10 yıl sonra % 40'lara ulaşmıştır. Benzer şekilde, dünyada tarım yapılan topraklarının yaklaşık % 40'mın tuzluluk tehdidi altında olduğu ifade edilmektedir (Serrano ve Gaxiola, 1994). Çevik (1986), Türkiye topraklarının toplam alanının 78 milyon hektar olduğunu, bunun % 36'sının işlenebilir arazi olup bu alanların % 3,2'sinin tuzluluk problemine sahip olduğunu belirtmektedir. Sönmez (1990) ise, Türkiye'de 4 milyon hektar alanın tuzla etkilenmiş topraklara sahip olduğuna işaret etmekte; bu değer, sulanabilir alan potansiyelimizin yaklaşık % 18'i olduğunu vurgulamaktadır. Toprak çoraklaşmasında; iklim, drenaj, tuz içeriği yüksek sular, ana materyal, topografya, kapalı havzalar, tarımsal işlemler ve toprak özellikleri etkili olup bu faktörler birbirinden ayrı bir şekilde değerlendirilemez (Saruhan ve ark., 2008).

Bazı bitkiler tuzluluğa karşı daha hassas (glikofit) iken, bazı bitkiler daha dayanıklıdır (halofit). Halofit bitkiler, tuzlu koşullar altında su gereksinimlerini karşılamak amacıyla ozmotik etkiye daha fazla adaptasyon geliştiren bitki gruplarıdır (Saruhan ve ark., 2008). Birçok tarla bitkisinin tuza direnci düşük olmakla birlikte, çeşitler arasında olduğu kadar çeşidin varyeteleri arasında da tuza tolerans bakımından genetik farklılıklar bulunmaktadır.

Bilgin (2002), tuzlu topraklarda yetişen bitkilerin karşılaştıkları sorunları iki temele dayandırmıştır. Bunlar;

- 1) Toprak çözeltisinde yüksek tuz konsantrasyonundan kaynaklanan yüksek ozmotik basınç ve bununla uyumlu olarak düşük toprak su potansiyeli (Van Stevennick ve ark., 1982) ile,
- 2) Potansiyel toksik iyonlardan olan Cl^- ve Na^+ gibi iyonların konsantrasyonunun yüksek olması veya bunların uygun olmayan kombinasyonlarıdır.

Bitkiler tuzluluğa karşı bazı tolerans mekanizmaları geliştirmişlerdir. Bitkiler, tuzu bünyeye almama, tuz eliminasyonu, tuzun seyreltilmesi ve tuzun protoplastlardaki bölmelerde biriktirilmesi gibi mekanizmalar geliştirmişlerdir (Saruhan ve ark., 2008). Tuz, eliminasyon mekanizmasında, iyon toksisitesini en düşük düzeye indirip bitkilerde su açığını artırır ya da hızlandırır. Diğer bir yönden tuz, absorpsiyon ya da depolama mekanizması ozmotik ayarlamayı kolaylaştırırken iyon toksisitesi ve beslenme dengesizliğine yol açabilir. Tuza duyarlı çeşitlerde büyümenin gerilemesi, düşük tuzluluk düzeylerinde bile temelde iyon toksisitesinin bir sonucudur (Bilgin, 2002; Aydemir, 1997). Ayrıca, iyonun toksik etkisi, tuzluluk çeşidine ve tuza maruz kalan bitki türüne, etki süresi ve düzeyine bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Siegel ve ark., 1980).

Tuzluluk probleminden etkilenen ya da etkilenme olasılığı yüksek olan toprakların iyileştirilmesinin zaman alıcı ve masraflı olmasından dolayı bu tür alanlarda verimli ve başarılı bir üretim için tuza toleransı yüksek olan tür ve çeşitlerin kullanılması büyük bir önem taşımaktadır. Bitkilerin tuz tolerans düzeylerinin tespit edilmesi ekonomik ve zaman bakımından fayda sağlamanın yanında istenilen kimyasal içeriğe sahip olma imkânını da sağlayacaktır. Çevresel stres faktörleri bitkinin değişen vejetatif büyüme dönemlerinde farklı etkiler göstermekle birlikte en yıkıcı ve zararlı etkinin çimlenme döneminde olduğu bildirilmiştir (Bozcuk, 1991). Tohum çimlenmesinin tuzlu koşullar altında tam olarak neden gerçekleşmediğine yönelik fizyolojik cevaplar tam olarak açığa kavuşturulamamıştır (Bozcuk, 1978; Gill ve Singh, 1985; Schmidhalter ve Oertli, 1991; Tekin ve Bozcuk, 1998; Eroğlu, 2007).

Tuzluluk problemi yaşanan alanlarda, tuza dayanıklı bitkilerin seçimi, bu alanların üretime kazandırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Buralarda yetiştirilebilecek bitkilerin seçiminde ekonomik faydanın yüksek olması birinci hedef olmalıdır. Son yıllarda, ekonomik önemi giderek artan tıbbi ve aromatik bitkilerde yüksek oranda sekonder madde üretimi hedeflenmektedir. Sekonder madde üretiminin çeşitli stres faktörlerince teşvik edildiğine dair bilimsel araştırma sonuçları giderek artmaktadır (Neffati ve Marzouk, 2008; Taarit ve ark., 2009; Baatour ve ark., 2009; Karray-Bouraoui ve ark., 2009; Khalid ve Da Silva, 2010; Neffati ve ark., 2011). Özellikle uçucu yağ bitkilerinde, aroma maddelerinin tuzlu koşullarda formasyonunun arttığı dikkati çekmektedir. Uçucu yağ bitkileri bakımından oldukça önemli bir potansiyele sahip olan ülkemizde, doğal olarak yetişen Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Miller) ve bazı türlerinin kısmen kültürü yapılan tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bu bitkilerin en önemlilerindedir. Kültürümüzde oldukça derin bir yere sahip ve ekonomik önemi yüksek olan adaçayı, ülkemiz tıbbi ve aromatik bitki dışsattımında önemli bir yere sahiptir (Özgüven ve ark., 2005).

Ülkemizde giderek artan tuzlu alanların değerlendirilmesi ve ıslah edilmesinde tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) gibi ekonomik önemi yüksek bitkilerin kullanılabilirliğinin araştırılması önem taşımaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerde etken madde üretiminin stress koşulları altında teşvik edildiği dikkate alındığında, bu tür alanlarda yetiştirilecek tıbbi ve aromatik bitkilerin daha fazla ve farklı bileşenlerde etken madde üretebileceği de düşünülebilir. Bu kapsamda, ekonomik öneme sahip olan Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nda bitki büyüme ve gelişiminin farklı tuzluluk koşulları ve seviyelerine göstereceği tepkilerin belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Tuzluluk koşullarının bitki büyümesi üzerine olan etkisini araştırmak amacıyla birçok çalışma yürütülmüştür. Bunlardan bazıları aşağıdakiler gibidir.

Achakzai ve ark. (2010), tuz stresine maruz bırakılmış ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin vejetatif döneminde mikroelement alınımının nasıl değiştiğini tespit edildiği çalışmada yüksek tuz oranında bitkinin toprak üstü kısımlarında Cu, Mn, Fe ve Zn miktarlarında artış olduğu gözlemlenirken, kök kısmında ise elementlerden sadece Cu

ve Fe miktarlarının yüksek olduğu bildirilmiştir. Ayrıca çalışılan genotipler arasında da önemli farklar olduğu gözlemlenmiştir.

Ashraf ve Orooj (2006), tuzluluk koşullarının *Trachyspermum ammi* L. bitkisinin büyüme, iyon birikimi ve tohum yağ verimine etkisini araştırmışlardır. Bu kapsamda 0 (kontrol), 40, 80 ve 120 mmol L⁻¹ çözeltilerini kullanmıştır. Artan tuz miktarıyla birlikte bitkinin kök ve gövde kısımlarının yaş ve kuru ağırlığında ve tohum veriminde önemli oranda azalma görülmüştür. 120 mmol L⁻¹ çözeltisine maruz bırakılan bitki, kontrol grubuna göre % 27'lik daha az bir büyüme gösterirken aynı şartlarda tohum verimi ise kontrol grubunun ancak % 50'si kadar elde edilmiştir. Tüm glikofit bitkilerde olduğu gibi kök ve gövde aksamında Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarında artış görülürken K⁺ ve Ca²⁺ iyonlarında ise tam tersi bir durum gözlemlenmiştir. Ayrıca tuzlu koşulların en önemli biyokimyasal parametrelerinden olan prolin miktarında ise beklendiği gibi artan tuz miktarıyla birlikte artış tespit edilmiştir.

Belaqziz ve ark. (2009), Fas kekiğinin (*Thymus maroccanus* Ball.) çimlenmesi, büyümesi ve uçucu yağ üretimi üzerine tuzlu koşullarının etkisini incelemek amacıyla 5 farklı tuz düzeyi (0, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl) kullanmışlardır. Elde edilen bulgulara göre, artan tuz seviyesiyle birlikte bitki çimlenmesinde önemli derecelerde azalmalar saptanmıştır. Fide döneminde ise tuz düzeyleri bitki yaş ve kuru ağırlıklarında verim azalmalarına neden olmuştur. Bu çalışmanın sonucunda ise genel olarak bir değerlendirme yapıldığında, tuzluluk koşullarının zararlı etkisi kökte daha fazla görülmüştür. Ayrıca, çalışma neticesinde *Thymus maroccanus* Ball. bitkisinin orta derecede tuza dayanıklı bir bitki olduğunu bildirmişlerdir. Artan tuz düzeyinin bitkinin toprak üstü kısmında uçucu yağ üretimine hiçbir etkisi olmadığını saptamışlardır.

Berrichi ve ark. (2010), *Simmondsia chinensis* bitkisini çimlenme ve büyüme seviyesi gibi parametrelerine farklı tuzlu koşulların etkisini incelemişlerdir. 3 g/L NaCl çözeltisinden itibaren olumsuz etkiler başlasada 5 g/L NaCl'de plumulanın çıkışı tamamen engellenmiştir.

Doğan ve ark. (2009), tuz stresi altındaki domates (*Lycopersicon sp.*) fidelerinde kalsiyum dengesinin nasıl etkilendiğini belirlemek amacıyla 3 yabancı ve 22 yerel türe ait toplam 25 genotip incelenmiştir. Çimlendirme sürecinden sonra, su kültürüne alınan

fideler 14 gün boyunca 150 mM tuzlu koşullara maruz bırakılmışlardır. 14. günün sonunda kök, gövde ve yapraklarında Ca^{+} analizi yapılmıştır. Tuz stresinden sakınmak amacıyla özellikle tuza dayanıklı bitkilerin daha az kalsiyum alınımı gerçekleştirdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, hassas genotiplerin ise hücre zarı geçirgenliğini kaybetmesinden dolayı bünyelerinde kalsiyumla birlikte diğer iyonları da yüksek oranda biriktirdiğini belirtmişlerdir.

Esfandiari ve ark. (2011), iki farklı *Triticum turgidum* L. buğday genotipinin tuzlu koşullar altında meydana fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri incelemişlerdir. Bu kapsamda bitkileri 200 mM'lik NaCl tuz çözeltisine maruz bırakmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre askorbat peroksidaz ve guaiacol peroksidaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitesinde artış görülmüştür. Bununla beraber malondialdehit düzeyinde de artış elde edilmiştir. Her iki genotipte de Na^{+} içeriğinde artış ve K^{+} içeriğinde azalma eğilimi görülmüştür. Sonuç olarak K^{+}/Na^{+} oranında da düşüş elde edilmiştir. Tuza dayanıklılığın antioksidan enzimlerinin aktivitesinde ki artış, düşük yağ peroksidasyonu, membran stabilite indeksindeki daha düşük değişimler ve Na^{+} absorpsiyonun önlenmesiyle ilgili olabileceğini belirtmişlerdir.

Hırpara ve ark. (2005), *Butea monosperma* (Fabaceae) fidelerinde tuzluluğun büyüme, makro ve mikro besinlerin birikimi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada 0.3, 1.9, 3.9, 6.2, 8.2, 10.2, 12.2 ve 13.8 dSm^{-1} konsantrasyonlarında tuz uygulaması yapılmıştır. Tuzluluk tüm organlarda (yaprak, gövde, kazık ve lateral kökler) su içeriğinde azalmaya sebep olmuştur. Aynı zamanda tuzlu koşullar kazık kökün sukulent yapısında olumsuz etkilemiştir. Gövde ve yapraklarda artan tuz seviyesiyle birlikte sodyum içeriğinde bir artış gözlemlenmiştir. Toprak üstü aksamına Na^{+} transferini bloke edebilecek etkili bir fizyolojik mekanizma olmadığını bildirmişlerdir. Dokularda da potasyum (K^{+}) içeriği önemli bir oranda artmıştır. Fakat Na^{+} içeriği K^{+} göre daha fazla birikim göstermiştir. Dokulardaki azot (N) ve fosfor (P) topraktaki tuzluluğa bağlı olarak azalma göstermiştir. Tuza toleransın sağlanmasının ancak fazla Na^{+} iyonunun atılmasıyla mümkün olabileceğini bildirmişlerdir.

Hu ve ark. (2007), kısa süreli tuz ve su stresine maruz bırakılmış mısır fidelerinde mineral içeriğinin dağılımındaki değişimlerin incelendikleri çalışmada, mineral

değişiminin uygulanan stres parametrelerinden bağımsız olarak dağılım gösterdiğini bildirmişlerdir. Tuzluluk ve su kıtlığı gibi çevresel stres faktörlerinin besin elementlerinin toprakta bulunmasını ve bunların taşınımını zorlaştırmasına rağmen Na^+ haricindeki diğer iyonların konsantrasyonunda önemli bir değişim olmadığını bildirmişlerdir. Stres faktörlerine maruz bırakılmış bitkinin yaprak büyümesindeki azalmaların kısa periyotlu kuraklık ve tuzluluk haricindeki başka sebeplerden dolayı olabileceğini bildirmişlerdir.

Jampeetong ve Brix (2009), tuzluluğun *Salvinia natans*'da büyüme, morfoloji, fotosentez ve prolin birikimi üzerine etkisini araştırmışlardır. 0, 50, 100 ve 200 mM konsantrasyonlu NaCl solüsyonları kullanmışlardır. 50 mM konsantrasyonuna kadar yaklaşık büyüme oranında artış olduğunu bildirmişlerdir. Fakat daha fazla tuzluluk derecelerinde ise yapraklar daha kalın ve küçük, kök ve gövde ise daha kısa bir form almıştır. Bunun ozmotik stresten ya da turgor basıncının düşüşünden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Dokulardaki Na^+ miktarı üç katına çıkarken K^+ içeriğinde ise bir azalma olmuştur. Sonuç olarak Na^+ / K^+ oranındaki bu yüksek değer *Salvinia natans* hücrelerinde iyon homeostazini dengeleyecek bir mekanizmanın olmadığını göstermiştir. Her ne kadar artan tuz derecesiyle birlikte prolin sentez artmışsa da bu değer düşük bir orandadır ($<0,1 \mu \text{mol g}^{-1}$).

Karray-Bouraou ve ark. (2009), farklı tuzluluk koşullarının *Mentha pulegium* L. bitkisinin toprak üstü kısmının uçucu yağ değişimine ve uçucu yağ sentezini yapan trikomlardaki anatomik yapısına olan etkisini incelemişlerdir. Tuzlu koşullar altında, uçucu yağ üretimi 2,75 kat daha fazla olmuştur. Ayrıca, tuz stresi altında trikoma dağılımı ve boyutunda önemli değişimler olduğunu bildirmişlerdir.

Khalid ve Da Silva (2010), *Calendula officinalis* L. bitkisine NaCl, CaCl_2 ve MgCl_2 tuz bileşiklerinin farklı tuzlu sulama düzeylerinin (0.39, 1.56, 3.13, 4.69, 6.25, 7.81 ve 9.38 dS m^{-1}) etkisini incelemişlerdir. Bu kapsamda çiçek başlarının üç farklı vejetasyon döneminde yaş ve kuru ağırlıklarını, uçucu yağ verim ve bileşenlerine, toplam flavonoid ve karotenoid miktarına olan etkisini incelemişlerdir. Çalışmada toplam flavonoid ve karotenoid miktarının tuzlu koşullar altında azaldığını bildirmişlerdir. Ancak, tuzlu

koşullar uçucu yağ miktarını özellikle Cadinol ve Cadinene bileşenlerinin miktarını artırmıştır.

Kuşvuran ve ark. (2008), tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı *Cucumis* sp.'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimlerin incelendiği çalışmada 0 mM ve 100 mM tuz uygulanmıştır. Tuza maruz bırakılmış genotiplerde Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarında önemli düzeyde artışlar meydana gelirken, K⁺ iyonunda ise azalma görülmüştür. Hücre zarının hasara uğradığının göstergesi olan lipid peroksidasyonu ürünü malondialdehit (MDA) miktarı da tuzlu koşullar altında duyarlı genotiplerde artış göstermiş. Ayrıca önceki çalışmalarla benzer olarak klorofil miktarlarında değişen oranlarda kayıplar meydana gelmiştir.

Lovato ve arkadaşları (1999), Brezilyanın üç farklı ekocoğrafyasından toplanan *Stylosanthes humilis* fide populasyonlarının tuzluluk koşullarına olan tepkisinin araştırıldığı çalışmada 0, 40, 80 ve 120 mM NaCl tuz uygulaması yapmışlardır. Artan NaCl tuz konsantrasyon seviyesi ile birlikte gövde uzunluğu, yaş ve kuru herba verimi ve yapraklarda klorozis ve nekrozis gibi bitki hasarları meydana gelmiştir.

Neffati ve Marzouk (2008), *Coriandrum sativum* L. yapraklarının uçucu yağ üretimine ve yağ asitlerine tuzlu koşulların etkisini inceledikleri çalışmada uçucu yağ üretiminin 25 mM'de %18 ve 50 mM'de ise % 43 oranında arttığını belirlemişlerdir. Ancak, tuzluluk toplam yağ asit oranını azaltmıştır.

Neffati ve ark. (2011), *Coriandrum sativum* L. meyvelerinin uçucu yağ bileşenlerine, toplam fenolik bileşen miktarına ve antioksidan aktivitelerine tuzlu koşulların etkisini incelemişlerdir. Tuzlu koşullar meyve verimini % 36 oranında azaltmıştır. Ancak, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında meyvedeki uçucu yağ verimi 50 mM'da % 77 ve 75 mM'de ise %84 oranında artış gösterdiğini saptamışlardır. Doz düzeyiyle birlikte artış gösteren bileşenler linalool ve camphor olmuştur. Toplam fenolik bileşen miktarında ve antioksidan aktivitelerinde azalmalar belirlemişlerdir.

Okçu ve ark. (2005), tuz ve kuraklık stresinin üç bezelye çeşidinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu kapsamda çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme zamanı, kök ve sürgün uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlıkları incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, hem tuz hem de kuraklık stresi bakımından çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edildi. Büyüme parametrelerini etkileyen temel faktörün tuzun oluşturduğu toksik etkiden ziyade, hücrede meydana gelen ozmotik basınç farklılığıdır.

Patel ve Pandey (2007), toprak tuzluluğunun *Cassia montana*'nin (Fabaceae) fidelerinde büyüme, su durumu ve besin birikimini incelemişlerdir. Fidelerin ortaya çıkışı ile tuzluluk arasında negatif bir ilişkinin olduğunu yinelemişlerdir. Ayrıca tuzluluğun etkisiyle *Cassia montana* (Fabaceae) fidelerinde kök ve gövde uzaması ve yaprak genişlemesiyle birlikte bitkinin organlarında (yaprak, gövde, kazık ve lateral kökte) kuru madde birikimi artmıştır. Sonuçlara göre; *Cassia montana* (Fabaceae) tuza dayanıklı bir bitki türü olduğunu bildirmişlerdir. Tuzlu koşullar altında bile bitki büyümesindeki bu artışın ozmotik ayarlamalara ve yaprak alanını artmasına bağlanabileceğini bildirmişlerdir. Bu bitkideki K and Na profillerinin iki farklı özelliğinin olduğunu bildirmişlerdir. Bunlardan bir tanesinin kök plazma membranındaki yüksek Na^+ girişi yada düşük Na^+ çıkışı olduğunu diğersinin ise yüksek K^+/Na^+ oranının olduğunu bildirmişlerdir. Bu bitkinin aynı zamanda gövde ve yapraklara Na taşınımını sağlamada yeterli bir mekanizmaya sahip olduğunu belirtmişlerdir. Dokularda yada tüm bitkideki birikim ve tolerans mekanizmasının altında yatan temel faktörün Na^+ toksisitesinin önlenmesiyle ilgili olabileceğini bildirmişlerdir.

Sayar ve ark. (2010), iki buğday varyetesinin çimlenme, fide çıkışı ve fide gelişimi evrelerinde tuz ve kuraklık stresine verdiği tepkilerin karşılaştırıldığı çalışmada elde edilen sonuçlara aynı şartlarda yetiştirilse de, her iki genotipin verdiği tepkilerin farklı olduğu görülmüştür. Bu anlamda tuz ve kuraklık gibi faktörlerle mücadelede genetik çeşitliliğin tespit edilmesiyle fizyolojik mekanizmanın açıklanmasında önemli olabileceğini bildirmişlerdir. Fizyolojik mekanizmalardan birisi bitkinin ozmotik düzenlemesine bağlıdır. Bu olay temelinde su stresiyle ilgili olsa da tuz stresiyle de yakından ilgili olup inorganik madde alımı ve depolanmasını etkilemektedir. İncelenen parametreler açısından iki varyete arasında önemli farklılıklar görülmüştür.

Sekmen ve ark. (2005), tuz stresi uygulanan domates bitkilerinin bazı fizyolojik özellikleri ve toplam protein miktarı üzerine bitki aktivatörünün etkisinin incelendiği çalışmada NaCl uygulaması domates bitkilerinin kök ve gövde uzamasını engellediğini bildirmişlerdir. Tuz stresi altında aktivatör uygulanan bitkilerin kök ve gövde uzunluğunda ise yalnızca NaCl uygulanan gruptan daha fazla azalma olduğu gözlemlenmiştir. Tuz stresi altında gövde yaş ağırlığı (YA) ve kuru ağırlığı (KA) azalırken, aktivatör uygulanan grupta artış gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca tuz stresi altında bazı bitkilerin fotosentetik veriminde azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Şekeroğlu ve ark.(1999), *Cicer arietinum* L. nin (nohut) üç varyetesinin çimlenme, yaş ağırlık, radikula, plumula uzunluğu ve potasyum (K) içeriğinin tuzlu koşullar altında azaldığını ve bunun tersi olarak sodyum (Na) içeriğinin ise önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca, mevcut çalışmalarında sodyum (Na) ve potasyum (K) içeriklerinin birbirlerine karşı antagonistik etki gösterdiğini ve hücreye alınımında aralarında bir rekabet olabileceğini belirtmişlerdir. Na/K oranının yüksek olmasının hücredeki iyon dengesizliğinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak artan tuz konsantrasyonunun *Cicer arietinum* L. nin büyümesine olumsuz etkilerinin olduğu sonucuna varmışlardır.

Taarit ve ark. (2009), farklı NaCl tuz düzeylerinin (25, 50, 75 ve 100 mM) adaçayının büyüme, uçucu yağ üretimi ve bileşenlerine olan etkisini incelemişlerdir. Artan tuz dozuyla birlikte büyümede azalmalar tespit edilmiş olup 100 mM'de % 65 oranında bir düşüş elde edilmiştir. Ancak 75 mM tuz düzeyinde uçucu yağ üretimi maksimum seviyeye ulaşmıştır. Tuzlu koşulların uçucu yağ bileşenlerinden major olanlarını etkilediğini bildirmişlerdir. 0 ve 25 mM tuz düzeyinde viridiflorol bileşeni major seviyede iken, 50 ve 75 mM'de 1,8-cineole ve 100 mM'de ise manool en fazla tespit edilen bileşen olmuştur.

Taarit ve ark. (2010), NaCl tuzunun farklı doz düzeylerinin (25, 50, 75 ve 100 mM) *Salvia officinalis* L. yaprakların yağ asitleri ve uçucu yağ üretimine etkisini incelemişlerdir. 100 mM tuzluluk düzeyinde toplam yağ asiti % 32 ve büyümede ise % 61 oranında azalma elde edilmiştir. Uçucu yağ üretiminin 75 mM tuz konsantrasyonunda maksimum düzeye ulaştığı bildirilmiştir.

Tobe ve ark. (2004), beş farklı tuz çeşidinin (NaCl, MgCl₂, CaCl₂, Na₂SO₄ ve MgSO₄) *Haloxylon ammodendron* (Chenopodiaceae) bitkisinin çimlenme ve filizlenme dönemlerine olan etkisini araştırmışlardır. Tuzlu toprakların birden fazla tuz çeşidi içerdiklerini ve bu amaçla farklı tuzların karşılaştırmalı etkisini incelemişlerdir. Büyüme parametrelerinde ki değişimlere ek olarak bitki dokularında biriken K⁺, Na⁺, Ca²⁺, ve Mg²⁺ kation içeriklerini de incelemişlerdir. Tüm tuz çeşitlerinin çimlenme, filizlenme, kation giriş ve çıkışında önemli etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir. NaCl ve MgCl₂ uygulamalarına düşük orandaki CaCl₂ eklenmesi büyüme parametrelerine olumlu etki yapıp bitkiden K⁺ kation çıkışını azaltıp Na⁺ ve Mg²⁺ elementlerinin girişinde ise kayda değer bir düşüş olmamıştır. Filizlenme döneminde Mg²⁺ tuzları en önemli toksik etki oluşturan tuz bileşiği olarak tespit edilmiştir. Ancak ortma CaCl₂ eklenmesi ile Mg²⁺ tuzların toksik etkisinde azalma olmuştur. *Haloxylon ammodendron* (Chenopodiaceae) bitkisinin tuz stres faktörlerine verdiği tepkilerin tuz bileşenlerinin hücre zarındaki geçirgenliklerindeki farklılıklarına, hücre zarının ya da hücre duvarının görevini etkileme ya da toksik etki oluşturmaya bağlamışlardır.

Tunçturk ve ark. (2008), *Glycine max* L. Merrill (soya fasülyesi) bitkisinin tuzlu koşullar altındaki mikrobeyin, kuru ağırlık, bitki büyümesindeki değişimlerinin incelendiği çalışmada toplam 12 soya fasülye kültürü kullanılmıştır. Kültürler 150 mM NaCl ve kontrol uygulamalarına maruz bırakılmışlardır. Genel olarak tuzlu koşulların bitki büyümesi ve kuru madde ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir. Tuz uygulanan kültürlerin köklerinde Fe, Mn, Cu ve Zn konsantrasyonunda artış gövde ve yaprağa göre daha fazla olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre bitkinin organlarına göre mikro besinler de farklılık göstermiştir. Ayrıca tuz koşulları altında çinko (Zn) içeriğinde ise çok önemli değişim olmadığını bildirmişlerdir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (İzmir)'nden temin edilen tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) tohumları çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır.

2.1.1. Botanik Özellikler

Labiatae (Lamiaceae) Familyası:

Ülkemizde ballıbabagiller ve dudaklılar olarak bilinen Labiateae (Lamiaceae) Familyasına ait 200 cins ve 3,200 tür bulunmaktadır. Dünya'nın çok az bölgesinde Lamiaceae familyası yoktur. Her habitatta ve her yükseklikte yetişebilirler. Tür yoğunlaşmasının olduğu alanlardan biri Akdeniz havzası olup ülkemizde bu familyaya ait 45 cins ve 500 tür yayılış göstermektedir (Yıldız ve Aktoklu, 2010).

***Salvia* cinsi:**

Lamiaceae (Labiatae) familyasına bağlı olan *Salvia* cinsinin dünya genelinde yayılış gösteren 900 kadar türü bulunup, ülkemizde yayılış gösteren 92 türden 44 tanesi endemiktir. Türkiye, *Salvia* cinsi tür zenginliği bakımından dünyada 13. sırada yer almaktadır. Adaçayı bitkisi çok eski çağlardan beridir kullanılan bitkilerden birisidir (Karaaslan, 1994; Arslan ve ark., 1995).

***Salvia officinalis* L. bitkisinin botanik özellikleri:**

Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.), Kuzey Akdeniz ülkelerinde doğal yayılış alanı bulmakla birlikte, Almanya, İtalya, Fransa ve Yugoslavya gibi bazı ülkelere tıbbi değerinden dolayı tarımı yapılmaktadır. Doğal olarak Adriyatik Denizi'nde ve Dalmaçya'da kayalık güneşli ve çorak yamaçlarda bodur çalılıklar halinde yetişmektedir (Karaaslan, 1994; Koç, 2006).

Tıbbi adaçayı çok yıllık, saçak köklü ve çalimsı bir bitki olup 60-80 cm kadar boy verebilmektedir. Bitkinin dallanma özelliği oldukça gelişme göstermiştir. Uzun yumurta

şeklinden, dar elips şekle kadar değişen yaprakları karşılıklı olup, uzun bir petiyolle dala bağlanmaktadır. Yapraklar dibe doğru daralıp genellikle dipte iki yaprakçık daha bulunur. Yaprakların uzunluğu 10 cm, genişliği ise 5 cm kadar olabilmektedir. Yaprak kenarları ince dişli olup her iki yüzü de sık tüylüdür. Yaprakların tüylü olması, bitkinin kurak bölgelere olan adaptasyonunu gösterir. Stomalar yaprağın alt ve üst yüzeyinde aynı miktardadır. Trikomlar salgı cepleri şeklindedir. Tıbbi adaçayında çiçekler hermafrodit olup çiçek salkımları başak ekseninde 4-8 çiçek kümesini birarada içeren başak şeklindedir. Her çiçek kümesinde 6-8 çiçek bulunmaktadır (Koç, 2006).

***Salvia officinalis* L. bitkisinin kimyasal içeriği:**

Drog olarak Adaçayı'nın yaprakları (Folia Salviae, T.K.) ve yapraklarından elde edilen uçucu yağı (Oleum Salviae) kullanılmaktadır (Baytop, 1963). Adaçayı yaprakları %0.5-2.5 oranında uçucu yağ taşımaktadır (Ekren ve ark., 2007). Kodekslerde uçucu yağ oranının en az %1,5 olması istenmektedir (Ceylan 1996). Ancak yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre; *Salvia officinalis* L. bitkisinde uçucu yağ oranının %0.83-3.00 (Ceylan ve ark., 1979; Bernath ve ark., 1991; Yenikalaycı ve Özgüven, 2001; Bayram ve Sönmez, 2006; Habàn ve Otepka, 2007) arasında değişim gösterdiği bildirilmekle birlikte, Alman farmakopisine (DAB 8) göre, uçucu yağ oranının %1-2,5 aralığında (ort. %1.5) olması istenmektedir (Ekren ve ark., 2007). Tıbbi olarak kabul edilen yağda α , β Thujon, 1,8 Cineol, Campher, Borneol ve Bornylacetat bulunmaktadır. Bazı uçucu yağların Thymol ve Carvacrol da taşıdığı bildirilmektedir (Zeybek ve Zeybek, 2002). Uçucu yağında thujon oranı %30-50, cineol oranı % 15, borneol oranı %10 olarak belirtilmektedir (Baytop, 1999, Ekren ve ark., 2007).

***Salvia officinalis* L. bitkisinin tıbbi kullanımları:**

Eski çağlardan bu yana birçok kullanım alanı bulan adaçayının tıbbi açıdan önemi son yıllarda yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Bununla birlikte, halk arasında çay olarak tüketilen adaçayının sindirim sistemi rahatsızlıkları için ve diüretik olarak kullanılmasıyla birlikte romatizma ve tansiyon düşürücü gibi özellikleri de halk arasında bilinmektedir. Nitekim son yıllarda yapılan çalışmalar *Salvia* cinsi türlerinin

antibakteriyel etkiye sahip olduğu, arteriyal kan basıncını düşürdüğü ve sindirim sistemi üzerinde etkileri olduğu bildirilmiştir (Başer ve ark., 1994; Şensoy, 2007).

Tıbbi kullanımının yanısıra kimya endüstrisinde de geniş kullanım alanı bulan adaçayı, vücut yağları, vücut losyonları, saç şampuanları, kremleri, sabunlar, kolonyalar, deodorantlar, oda spreyleri ve deterjanlarda güzel, rahatlatıcı kokusu nedeni ile tercih edilmektedir (Özdalyan, 1998; Şensoy, 2007).

2.2. Yöntem

2.2.1. Arazi Çalışmaları ve Tuz Uygulamaları

Arazi çalışmaları, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme alanları ve serasında yürütülmüştür. 2010 yılı ilkbaharında açık alandaki fide yastıklarında yetiştirilen adaçayı fideleri Temmuz-2010 ayında saksılara alınmış ve denemeler sera koşullarında Ekim-Kasım 2010 aylarında yürütülmüştür. Özel olarak hazırlanan harç toprağı (toprak, kum ve yanmış hayvan gübresi) ile doldurulan saksılara 3'er adet adaçayı fidesi dikilip saksılar seraya yerleştirilmiştir (Resim 2.1). Fideler sürgün verinceye kadar normal çeşme suyu ile sulanıp filizlenme safhasından sonra her bir saksı belirlenen 400 ml'lik tuz çözeltileri ile 40 gün boyunca sulanmıştır (Razmjoo, 2008). Deneme faktörü olarak, farklı tuz bileşikleri (NaCl, KCl, MgSO₄, MgCl₂, Na₂SO₄ ve CaCl₂) ve bu bileşiklerin kontrol ile birlikte beş değişik konsantrasyonu (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) kullanılmıştır. Denemeler istatistiksel analizlerin sağlıklı olarak yapılabilmesi açısından üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.



Resim 2.1. Denemenin yürütüldüğü seradan görünüm

2.2.2 Deneme yerinin toprak özellikleri

Denemede kullanılan toprak harcının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2.1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri*

Yapılan analizler	Birimler	Metotlar	Analiz sonucu	Değer sınıfı
pH		saturasyonda	8,27	Alkali
Su ile doymuşluk		saturasyonda	80	Killi
Kireç analizi	%	Kalsimetre	38,00	Çok fazla kireçli
Toplam tuz	%	saturasyonda	0,059	Tuzsuz
Fosfor (P ₂ O ₅)	kg/da	Olsen	31,2	Çok yüksek
Potasyum (K ₂ O)	kg/da	Flame (Amonyum asetat)	313,75	Yeterli
Organik madde	%	Walkle- Black	15,21	Yüksek

*Analizler Kilis 7 Aralık Üniversitesi TUAM Toprak-Bitki Analiz Laboratuvarında yapılmıştır.

2.2.3. Deneme yerinin iklim özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü 2010 yılına ait sıcaklık (°C) , ortalama nisbi nem (%) ve yağış miktarı (mm) değerleri Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Kilis iline ait 2010 yılında gerçekleşen ortalama meteorolojik değerler*

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Nisbi Nem (%)	Yağış Miktarı (mm)
Ocak	8.6	66.6	100.3
Şubat	8.9	61.6	59.1
Mart	13.3	51.2	34.0
Nisan	16.6	44.8	49.5
Mayıs	21.8	44.1	25.4
Haziran	25.5	42.2	13.1
Temmuz	29.1	45.4	-
Ağustos	31.6	34.2	-
Eylül	26.0	44.2	0.3
Ekim	19.4	48.4	17.5
Kasım	17.4	35.5	0.0 (Çiğ Yağışı)
Aralık	-	-	-

* Kilis iline ilişkin iklimsel veriler Kilis Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınmıştır.

2.2.4. İncelenen Özellikler ve Yöntemleri

2.2.4.1. Biyolojik Özellikler

Bitki boyu (cm): Biçimden önce saksılardaki 3 bitkide toprak seviyesinden en uç noktaya kadar olan yükseklik cm olarak ölçülmüştür.

Yaş herba ağırlığı (gr): Saksılardaki bitkiler toprak seviyesinden itibaren biçildikten sonra tartılarak ağırlıkları hesaplanmıştır.

Kuru herba ağırlığı (gr): Her saksıdan alınan yaş herba örnekleri kurutma dolabında 65 °C'de, 3 gün süre ile bekletilerek kurutulmuş ve tartılarak kuru herba ağırlığı hesaplanmıştır.

Yaş yaprak ağırlığı (gr): Morfolojik olarak kısımlarına ayrılan bitkinin yaprakları tartılarak yaş yaprak ağırlıkları hesaplanmıştır.

Kuru yaprak ağırlığı (gr): Her saksıdan alınan yeşil yaprak örnekleri kurutma dolabında 65 °C'de, 3 gün süre ile bekletilerek kurutulmuş ve kuru yaprak ağırlığı tespit edilmiştir.

Yaş kök ağırlığı (gr): Morfolojik olarak kısımlarına ayrılan bitkinin kökleri tartılarak yaş kök ağırlıkları hesaplanmıştır.

Kuru kök ağırlığı (gr): Her saksıdan alınan yaş kök örnekleri kurutma dolabında 65 °C'de, 3 gün süre ile bekletilerek kurutulmuş ve uygulama başına kuru kök ağırlığı hesaplanmıştır.

Yaş gövde ağırlığı (gr): Morfolojik olarak kısımlarına ayrılan bitkinin yapılan uygulama başına yaş gövde ağırlıkları tartılarak ağırlıkları hesaplanmıştır.

Kuru gövde ağırlığı (gr): Her saksıdan alınan yaş gövde örnekleri kurutma dolabında 65 °C'de, 3 gün süre ile bekletilerek kurutulmuş, uygulama başına kuru gövde ağırlığı hesaplanmıştır.

Yaş petiyol ağırlığı (gr): Morfolojik olarak kısımlarına ayrılan bitkinin yapılan yaş petiyol ağırlıkları tartılarak hesaplanmıştır.

Kuru petiyol ağırlığı (gr): Her saksıdan alınan yaş petiyol örnekleri kurutma dolabında 65 °C'de, 3 gün süre ile bekletilerek kurutulmuş, uygulama başına kuru petiyol ağırlığı hesaplanmıştır.

2.5. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi:

Araştırma sonunda elde edilen veriler Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önemlilik düzeylerini belirleyebilmek amacıyla En Küçük Güvenilir Fark (EFG) Testi kullanılmıştır. Tüm istatistikî hesaplamalar bilgisayarda MSTAT-C paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, tıbbi adaçayı *Salvia officinalis* L. bitkisinin bazı morfolojik özelliklerine farklı tuz çeşit ve konsantrasyonlarının karşılaştırılması olarak etkisi incelenmiştir. Bu anlamda bitki boyu, yaş ve kuru olmak üzere herba, kök, gövde, petiyol ve yaprak ağırlıklarına tuzlu koşulların etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, NaCl, KCl, MgSO₄, MgCl₂, Na₂SO₄ ve CaCl₂ tuzlarının 0, 50, 100, 150 ve 200 mM'lik konsantrasyonları kullanılmıştır.

3.1. Bitki Boyu

Tuzlu koşulların adaçayında bitki boyu üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları ve ortalama değerler Çizelge 3.1. ve Çizelge 3.2.'de verilmiştir. Farklı tuz bileşik ve konsantrasyonlarının adaçayının bitki boyuna etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Ancak, araştırmada elde edilen bulgulara göre tuz doz etkisinin adaçayında bitki boyuna önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3.2; Resim 3.1-3.6)

Çizelge 3.1. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının bitki boyuna etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F değeri	Prob
Tekerrür	2	3,156	1, 578	0,7890	
Tuz	5	40, 478	8, 096	4, 0481	0, 0286*
Hata	10	19,999	2, 000		
Doz	4	38, 995	9, 749	2, 7958	0, 0363*
TuzX Doz	20	98, 200	4, 910	1, 4082	0, 1651
Hata	48	167, 369	3, 487		
Toplam	89	368, 197			

Varyans katsayısı: % 12, 90; * $P \leq 0.05$ düzeyinde anlamlı

Farklı tuz bileşik uygulamalarının bitki boyuna etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup, bitki boyu üzerine en fazla olumsuz etki oluşturan tuz çeşidinin Na₂SO₄ olduğu tespit edilmiştir. Diğer tuz uygulamalarının bitki boyu üzerine etkileri arasında istatistiksel olarak herhangi bir farklılık ortaya çıkmamıştır (Çizelge 3.2).

Ahmed ve ark. (2003)'da farklı arpa genotipleri üzerine yaptıkları çalışmada Na_2SO_4 tuzunun NaCl tuz çeşidine göre çok daha fazla toksik etki oluşturduğunu saptamıştır. Diğer bir yandan Tavili ve Biniaz (2009)'da *Hordeum vulgare* ve *Hordeum bulbosum* bitkilerinin çimlenmesine farklı tuz etkilerinin araştırıldığı çalışma da CaCl_2 tuz çeşidinin diğer tuzlara göre daha fazla toksik etkisinin olduğunu bildirmiştir. Duan ve ark. (2004) yılında *Chenopodium glaucum* L. tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı tuz bileşiklerinin etkisini incelediği çalışmada, $\text{MgCl}_2 > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaCl} > \text{MgSO}_4$ inhibisyon sıralamasını elde etmişlerdir. Ungar (1996), *Atriplex patula* tohumları üzerine farklı tuz çeşitlerinin inhibisyon sıralaması $\text{CaCl}_2, \text{MgCl}_2 > \text{NaCl} > \text{KCl} > \text{NaNO}_3 > \text{MgSO}_4$ olarak saptamışlardır.

Her ne kadar istatistiksel olarak - Na_2SO_4 tuz çeşidi haricinde- bitki boy uzunluğu açısından tuz çeşitlerinin arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmasa da elde edilen sayısal verilere göre $\text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{NaCl} > \text{MgCl}_2 > \text{KCl} > \text{CaCl}_2 > \text{MgSO}_4$ gibi bir inhibisyon sıralaması oluşturulabilir. Bu sonuçlar Duan ve ark. (2004) ve Ungar (1996) tarafından yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Çizelge 3.2. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama bitki boyu değerleri

Tuz Dozları (mM)	Tuz Çeşitleri						Doz Ortalama
	NaCl	KCl	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	
0	16,84	13,11	15,19	15,97	12,56	16,19	14,98 a
50	12,8	16,53	16,7	14,90	13,77	16,64	15,23 a
100	14,17	14,51	14,67	15,14	13,49	13,53	14,57ab
150	12,99	16,11	16,06	14,82	13,01	14,42	14,25 ab
200	14,89	13,00	14,17	12,03	12,88	13,06	13,34 b
Tuz Ort.	14,34 a	14,65a	15,36a	14,57a	13,14b	14,77a	

EGF (% 5): Tuz: 1, 151; Doz:1, 252



Resim 3.1. Farklı NaCl konsantrasyonlarının adaçayına etkisi



Resim 3.2. Farklı KCl konsantrasyonlarının adaçayına etkisi



Resim 3.3. Farklı CaCl₂ konsantrasyonlarının adaçayına etkisi



Resim 3.4. Farklı MgSO₄ konsantrasyonlarının adaçayına etkisi



Resim 3.5. Farklı MgCl₂ konsantrasyonlarının adaçayına etkisi



Resim 3.6. Farklı Na₂SO₄ konsantrasyonlarının adaçayına etkisi

Farklı tuz konsantrasyonlarının bitki boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup ($P \leq 0.05$) araştırmada elde edilen bulgulara göre artan tuz konsantrasyonu ile birlikte bitki boyunda azalmalar saptanmıştır (izelge 3.2). Kontrol ve 50 mM'lik tuz konsantrasyonları ile 100 ve 150 mM'lik tuz konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunamamıştır. Bitki boyuna en fazla toksik etki 200 mM uygulamasında elde edilmiştir.

Benzer bir şekilde; Tavili ve Biniáz, 2009'da *Hordeum vulgare* ve *Hordeum bulbosum* bitkilerinin çimlenmesine farklı tuz etkilerinin araştırıldığı çalışmada, 180 mM'dan sonra bitki gelişmelerinde olumsuz etkiler elde edilmiştir. Wen-Bo ve ark. (2008) ise 0 ve 70 mmol L⁻¹ tuz düzeylerine kadar yapılan uygulamalarda bitki boyunda istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamasına rağmen bu değerden sonra azalmalar başladığını bildirseler de 140 ve 350 mmol L⁻¹ tuz seviyeleri arasında da çok önemli farklılıklar elde etmemişlerdir. Jampeetong ve Brix (2009) en yüksek *Salvinia natans* gövde uzunluğunu kontrol grubunda elde ederken, 50, 100 ve 150 mM tuz uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark saptamamıştır. Patel ve Pandey (2007) ise benzer şekilde farklı tuzluluk koşullarının *Cassia montana* bitkisine etkisini incelemek amacıyla 0.3, 3.9, 6.0, 7.9, 10.0 dS m⁻¹ elektrik iletkenlik derecelerini kullandıkları uygulamada artan tuz düzeyi ile birlikte bitki boyunda artış belirlenirken en yüksek boy uzunluğuna 7.9 dS m⁻¹ tuzluluk düzeyinde ulaşmışlardır. Razmjoo ve ark. (2008), Baatour ve ark. (2009), Ashraf ve Aktar (2004) gibi yapılan benzer çalışmalarda da, deneme yapılan bitki türü ya da genotipi farklı olsa da tuzlu koşulların genellikle bitki boyuna olumsuz etki ettiğini bildirmişlerdir.

3.2. Yaş Kök Ağırlığı

Farklı tuzluluk koşulları altında yetiştirilen *Salvia officinalis* L.'nin yaş kök ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları izelge 3.3' te verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği üzere farklı tuz uygulamalarının ve Tuz x Doz interaksiyonunun adaçayında yaş kök ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur.

Çizelge 3.3. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının yaş kök ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F değeri	Prob
Tekerrür	2	7, 347	3, 673	0, 2660	
Tuz	5	609, 541	121, 908	8, 8289	0, 0020**
Hata	10	138, 078	13, 808		
Doz	4	128, 511	32, 128	1, 1310	0, 3531
TuzXDoz	20	1099, 843	54, 992	1, 9359	0, 0314*
Hata	48	1363, 490	28, 406		
Toplam	89	3346, 810			

Varyans katsayısı: % 43, 25; **P ≤ 0.01 düzeyinde, *P ≤ 0.05 düzeyinde anlamlı

Tuz çeşitlerinin zararlı etkisi bakımından karşılaştırma yapıldığında KCl ve Na₂SO₄ tuzları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunamamıştır. MgCl₂ ve CaCl₂ tuzları ise bitki yaş kök ağırlığında olumlu etki yapmışlardır. Diğer bir yandan CaCl₂ tuzunun diğer tuzlara nazaran daha fazla olumsuz etkinin oluşturduğunu bildirildiği (Tavili ve Biniyaz, 2009) çalışması ile ters yönde sonuçlar elde edilmiştir.

Farklı tuz bileşik ve konsantrasyon interaksiyonuna göre yaş kök ağırlığında en yüksek değerler MgCl₂ tuzunun 200 mM ve CaCl₂ tuzunun 100 mM konsantrasyonluk uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4.4). Genel olarak, ortalama düzeylerine göre bir değerlendirme yapıldığında en yüksek değerler MgCl₂ tuz uygulamasından elde edilirken, en düşük değerler Na₂SO₄ tuz uygulamasında ortaya çıkmıştır (Şekil 3.1).

Çizelge 3.4. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama yaş kök ağırlık (gr) değerleri

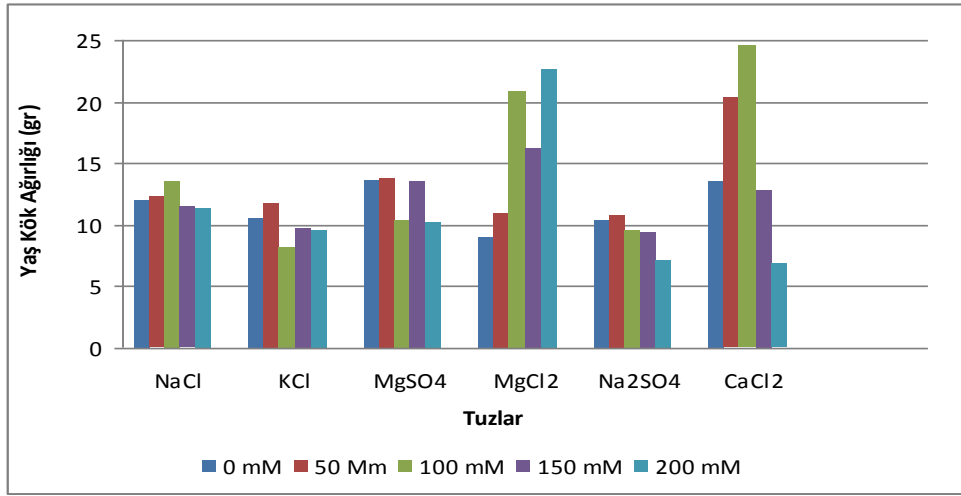
Tuz Dozları (mM)	Tuz Çeşitleri						Doz Ort.
	NaCl	KCl	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	
0	12,01 cdef	10,47 def	13,66 bcde	9,03 def	10,44 def	13,57 bcdef	11,53
50	12,23 cdef	11,81 cdef	13,78 bcde	10,88 def	10,77 def	20,38 abc	11,87
100	13,48 bdef	8,13 def	10,37 bcdef	20,89 ab	9,51 def	24,55 a	14,7
150	11,46 def	9,72 def	13,5 def	16,22 ab	9,49 def	12,84 bcdef	11,81
200	11,37 def	9,59 def	10,2 def	22,72 a	7,15 ef	6,78 ef	11,70
Tuz Ort.	12,1ab	9,95 b	12,3 ab	15,95 a	9,47 b	15,62 a	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu için önemli değildir.
EGF (% 1): Tuz: 4, 300; EGF (% 5): Tuz X Doz: 8,750

NaCl tuz uygulaması altında yetiştirilen adaçayında en iyi verim 100 mM konsantrasyonlu uygulamada elde edilirken en düşük verim 200 mM konsantrasyonda elde edilmiştir. Ancak, NaCl solüsyon uygulamalarında 100 mM konsantrasyona kadar

NaCl tuzu olumlu etki oluştururken 150 mM konsantrasyon ve üzeri uygulamalardan sonra bitki yaş kök ağırlığında istatistiksel olarak olumsuz yönde etkiler elde edilmiştir. Sonuç olarak adaçayı bitkisinin NaCl tuz uygulamalarına karşı kısmen tolerans gösterdiği söylenebilir.

KCl tuz uygulamasında yetiştirilen adaçayında en yüksek verim 50 mM konsantrasyonlu uygulamada elde edilirken en düşük verim ise 100 mM konsantrasyonda elde edilmiştir. Ancak 100 mM konsantrasyondan sonra bitki yaş kök ağırlığında bir düşüş beklerken tam tersi bir durum gözlemlenmiştir. KCl tuz uygulamasına kısmen benzer bir sonuçta MgSO₄ tuz uygulamalarında elde edilmiştir. En iyi verim 50 mM konsantrasyonlu uygulamada elde edilirken en düşük verim 200 mM konsantrasyonda elde edilmiştir. Fakat 50 mM konsantrasyona kadar uygulamalarda istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamasına rağmen azda olsa bir artış elde edilirken, 100 mM konsantrasyonlu uygulamasında verimsel olarak bir azalma gözlemlenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Farklı tuz çeşit ve dozlarının yaş kök ağırlığına (gr) etkisi

MgCl₂ tuz uygulaması diğer tuz solüsyonlarına göre bitki yaş kök ağırlığına daha olumlu etki ettiği istatistiksel belirlenmiştir. Artan tuz konsantrasyonlarıyla birlikte yaş kök ağırlığında artış gözlemlenmiştir. Sonuçlara göre en fazla yaş kök ağırlığı 200 mM tuz konsantrasyon uygulamasında elde edilmiştir.

Bitki başına ortalama yaş kök ağırlığı açısından Na₂SO₄ tuz uygulamasının farklı konsantrasyonlarının etkisi değerlendirildiğinde, yaş kök ağırlığına en fazla olumsuz etki bu tuz çeşidinde elde edilmiştir. Na₂SO₄ tuz çeşidinde 150 mM tuz konsantrasyonuna kadar yapılan tuz solusyon uygulamalarının bitki yaş kök ağırlığına aynı etkiyi oluşturduğu istatistiksel olarak saptanmıştır. Adaçayı bitkisinin yaş kök ağırlığı açısından genel bir değerlendirme yapıldığında, Na₂SO₄ tuz çeşidine tolerans aralığınının 150 mM tuz konsantrasyonuna kadar olduğunu söylenebilir.

CaCl₂ tuz uygulamasında ise diğer tuzlarla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bitki yaş kök ağırlığında 100 mM tuz konsantrasyonuna kadar önemli artışlar saptanırken, bu tuz düzeyinden sonra aksine azalmalar elde edilmiştir. Genel olarak farklı tuz ve konsantrasyon interaksiyonları karşılaştırıldığında en fazla verimin CaCl₂ tuz uygulamasının 100 mM tuz konsantrasyonunda elde edilmiştir. Bitki yaş kök ağırlığı açısından değerlendirme yapıldığında adaçayının CaCl₂ tuz uygulamasının 100 mM tuz konsantrasyonuna kadar bir tolerans aralığının olduğu görülmektedir.

3.3. Kuru Kök Ağırlığı

Tuzluluk koşullarının adaçayında kuru kök ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları (Çizelge 3.5) ve ortalama değerleri (Çizelge 3.6) verilmiştir.

Çizelge 3.5. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının kuru kök ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F değeri	Prob
Tekerrür	2	1, 280	0, 640	0, 1958	
Tuz	5	44, 597	8, 919	2, 7284	0, 0830
Hata	10	32, 691	3, 269		
Doz	4	33, 513	8, 378	3, 6807	0,0108**
Tuz X Doz	20	81, 251	4, 063	1, 7847	0, 0514*
Hata	48	109, 261	2, 276		
Toplam	89	302, 593			

Varyasyon katsayısı: % 34, 71; **P ≤ 0.01 düzeyinde, *P ≤ 0.05 düzeyinde anlamlı

Farklı tuz konsantrasyonlarının kuru kök ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P≤0.01). En yüksek kuru kök ağırlığına 100 mM'lık tuz

konsantrasyonunda ulaşmış ve bu değerden sonra istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamasına rağmen azda olsa azalmalar tespit edilmiştir (Çizelge 3.6).

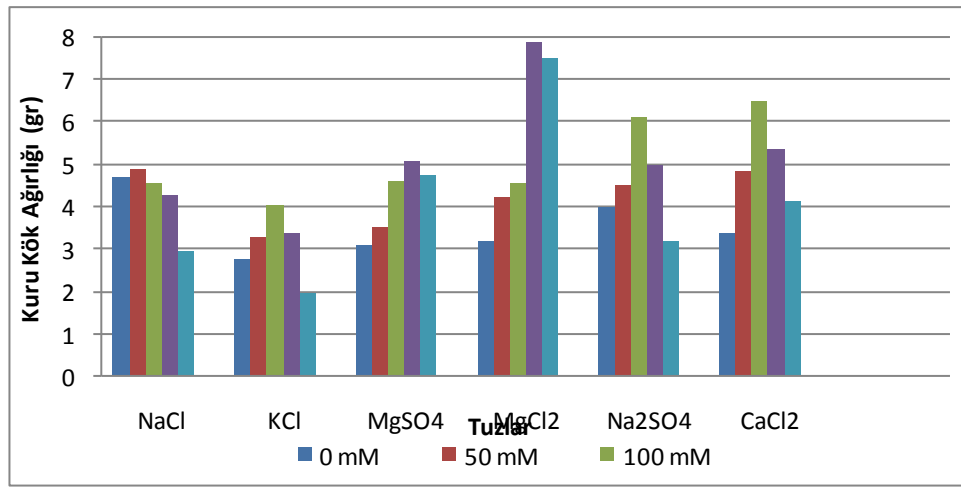
Çizelge 3.6. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama kuru kök ağırlık (gr) değerleri

Tuz Dozları (mM)	Tuz Çeşitleri						Doz Ort.
	NaCl	KCl	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	
0	4,66 cdef	2,76 fg	3,07 efg	3,15 efg	3,96 defg	3,36 efg	3,67 b
50	4,85 cdef	3,28 efg	3,48 efg	4,21 cdefg	4,48 cdef	4,83 cdef	3,83 b
100	4,52 cdef	4,00 cdefg	4,57 cdef	4,54 cdef	6,08 abcd	6,47 abc	5,41 a
150	4,26 cdefg	3,36 cdefg	5,08 bcdef	7,88 a	4,93 cdef	5,32 bcde	4,35 ab
200	2,95 efg	1,96 g	4,71 cdef	7,54 ab	3,19 efg	4,13 cdefg	4,31 ab
Tuz Ort.	4.25	3.07	4.18	5.46	4.53	4.82	

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu için önemli değildir.
EGF (% 5): Tuz X Doz: 2, 477; EGF (% 1): Doz: 1, 011

Wen-Bo ve ark. (2008) ise *Iris lactea* Pall. var. *chinensis* (Fisch) Koidz. bitkisinin yaş kök ağırlığında artan tuz düzeyiyle birlikte azalmalar tespit etmiştir. En yüksek yaş kök ağırlığı 210,3 mg ile kontrol grubunda elde edilirken en düşük değer ise 92,3 mg ile 350 mmol L⁻¹ tuz düzeyinde saptanmıştır. Ancak, kuru kök ağırlığı yaş kök ağırlığına benzer bir eğri oluşturmayıp istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamasına rağmen en 70 mmol L⁻¹ ve 210 mmol L⁻¹ tuz seviyelerinde elde edilen değerler kontrol grubuna göre daha yüksek olmuştur. Baatour ve ark. (2009) *Origanum majorana* bitkisinin kuru kök ağırlığına kontrol grubundan sonra uygulanan herhangi bir tuz düzeyinin olumsuz etki yaptığını saptamışlardır. Diğer bir yandan Koyro (2006) *Plantago coronopus* bitkisinde % 25 düzeyli bir tuz uygulamasında daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini belirlemiştir. Fakat bu değerden sonra ise azalmalar saptanmıştır. Ashraf ve Akhtar (2004), Belaçziz ve ark. (2009), Oztürk ve ark. (2004), Taffouo ve ark. (2009), Razmjoo ve ark. (2008), Esin (2007), Carpici ve ark. (2009) ve Doğru (2005) tarafından yapılan çalışmalarda bitki tür ve genotipleri farklı olsada bitki yaş ve kuru kök ağırlıklarında genellikle azalmalar olduğunu belirtmişlerdir. Literatür de verilen çalışmalarda uygulama tuz çeşidi olarak sadece NaCl kullanılmıştır. Çalışmamızda ise toplam 6 farklı tuz çeşidinin 5 farklı tuz düzeyi kullanılarak karşılaştırılmalı bir çalışma yürütülmüştür. Kuru kök ağırlığı açısından bir değerlendirme yapıldığında adaçayı bitkisinin tüm tuz düzeylerinin orta derecelerine kadar kısmen olsa tolerans gösterdiği belirlenmiştir.

Ayrıca, bitki başına ortalama kuru kök ağırlığı açısından yapılan değerlendirmede farklı tuz bileşik ve konsantrasyon intearksiyonunun bitki kuru kök ağırlığına istatistiksel olarak önemli etkisi olduğu bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Adaçayı kuru kök ağırlığında en yüksek verimler 150 mM konsantrasyonlu $MgCl_2$ tuz uygulamasında elde edilirken en düşük verim ise 150 mM konsantrasyonlu KCl tuz çeşidinde elde edilmiştir. Genel olarak ortalama düzeylerine göre bir değerlendirme yapıldığında bitki kuru kök ağırlığında, en iyi verim $MgCl_2$ uygulamasında elde edilirken, en düşük değer KCl tuz uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Farklı tuz çeşit ve dozlarının kuru kök ağırlığına (gr) etkisi

$NaCl$ tuz uygulaması altında yetiştirilen adaçayında kuru kök ağırlığında en iyi verimler 100 mM konsantrasyonlu uygulamaya kadar elde edilirken, en düşük verim 200 mM konsantrasyonda elde edilmiştir. $NaCl$ tuz çeşidi uygulamasında kuru kök ağırlığında, 100 mM konsantrasyonlu uygulamaya kadar istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmamıştır. Bu değerden sonra azalmalar başlayıp en düşük değer 200 mM tuz düzeyinde ortaya çıkmıştır. Benzer bir çalışmada; Al-Khateeb (2006) *Panicum turgidum* Forssk bitkisinin $NaCl$ tuzluluk koşulları altında 50 mM tuz düzeyine kadar kuru kök ağırlığında artış olduğunu bildirmiştir.

KCl tuz uygulamasında yetiştirilen adaçayında kuru kök ağırlığında en yüksek verim 100 mM ve 150 mM konsantrasyonlu uygulamalarda elde edilirken, en düşük verim 200 mM tuz düzeyinde elde edilmiştir. Kuru kök ağırlığında 100 mM'lik tuz düzeyine kadar

bir artış saptanırken bu değerden sonra 200 mM konsantrasyona kadar bir azalma eğilimi görülmüştür.

Bulgular değerlendirildiğinde $MgSO_4$ tuz uygulamalarında 150 mM konsantrasyonluk tuz düzeyinde kuru kök ağırlığı açısından en yüksek verim elde edilmiştir. Daha yüksek tuz dozlarında ise verim düşüklüğü saptanmıştır. 200 mM tuz düzeyinde saptanan değer, tüm tuz uygulamalarının kontrol grubunda elde edilen değerlerden daha yüksek olup istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur. Sonuç olarak, adaçayı bitkisinin kuru ağırlık veriminde belli bir düzeye kadar tuzlu koşulların olumlu etki oluşturabileceği ve bu değerden sonra toksik etki oluşturup bitkinin genel özellikleri üzerine olumsuz sonuçlar meydana getirebileceği söylenebilir.

$MgCl_2$ tuz uygulaması diğer tuz solüsyonlarına göre bitki yaş kök ağırlığında daha fazla olumlu etki oluşturduğu gibi, bitki kuru kök ağırlığında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ortalamalar değerlendirildiğinde ise diğer tuzlara nazaran önemli farklar bulunmuştur. $MgCl_2$ tuz uygulamasında en yüksek verim 150 mM konsantrasyonlu tuz seviyesinde elde edilirken en düşük verim ise 0 (kontrol) tuz konsantrasyon düzeyinde saptanmıştır. Bitki kuru kök ağırlığında, kontrol grubundan 150 mM konsantrasyonlu $MgCl_2$ tuz uygulamasına kadar bir artış eğilimi saptanmıştır. Ancak bu tuz düzeyinden itibaren bitki kuru kök ağırlığında azalmalar başlamıştır. Sonuç olarak $MgCl_2$ tuz uygulamasının belli bir düzeye kadar adaçayı bitkisi üzerine olumlu etkiler yapabileceği söylenebilir.

Na_2SO_4 tuz çeşidinde en yüksek kuru kök ağırlığı 100 mM tuz düzeyinde belirlenirken bu değerden sonra ise verim düşüşü saptanmıştır. Genel olarak veriler değerlendirildiğinde ise Na_2SO_4 tuz uygulamalarının 100 mM tuz değerine kadar bitki kuru kök ağırlığı üzerine olumlu etkiler oluşturabileceği belirlenmiştir. Sonuç olarak adaçayı bitki köklerinin 100 mM konsantrasyon değerine kadar Na_2SO_4 tuz çeşidini tolerans edebileceği tespit edilmiştir.

$CaCl_2$ tuz uygulamasında ise Na_2SO_4 tuz çeşidinde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Benzer şekilde en iyi verim 100 mM tuz düzeyinde belirlenirken, bu değerden sonra ise verim düşüklüğü saptanmıştır.

3.4. Yaş Yaprak Ağırlığı

Adaçayı bitkisinin yaş yaprak ağırlığına farklı tuz ve konsantrasyonlarının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları (Çizelge 3.7) ve ortalama değerler Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının yaş yaprak ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F değeri	Prob
Tekerrür	2	48, 587	24, 293	1, 0722	0, 3785
Tuz	5	156, 086	31, 217	1, 3778	0, 3108
Hata	10	226, 568	22, 657		
Doz	4	336, 309	84, 077	7, 8471	0, 0001**
TuzX Doz	20	649, 965	32, 498	13, 0331	0, 0008**
Hata	48	514, 294	10, 714		
Toplam	89	1931, 809			

Varyasyon katsayısı: % 19, 42; **P ≤ 0.01 düzeyinde anlamlı

Farklı tuzluluk düzey ve interaksiyonunun adaçayında yaş kök ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P≤0.01). Ancak istatistiksel olarak 150 mM’lık tuz konsantrasyonları arasında önemli bir farklılık bulunmamasına rağmen sayısal olarak en yüksek değerine 50 mM’de ulaşmıştır. En düşük yaş kök ağırlığı ise 200 mM tuz düzeyinde belirlenmiştir.

Çizelge 3.8. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama yaş yaprak ağırlık (gr) değerleri

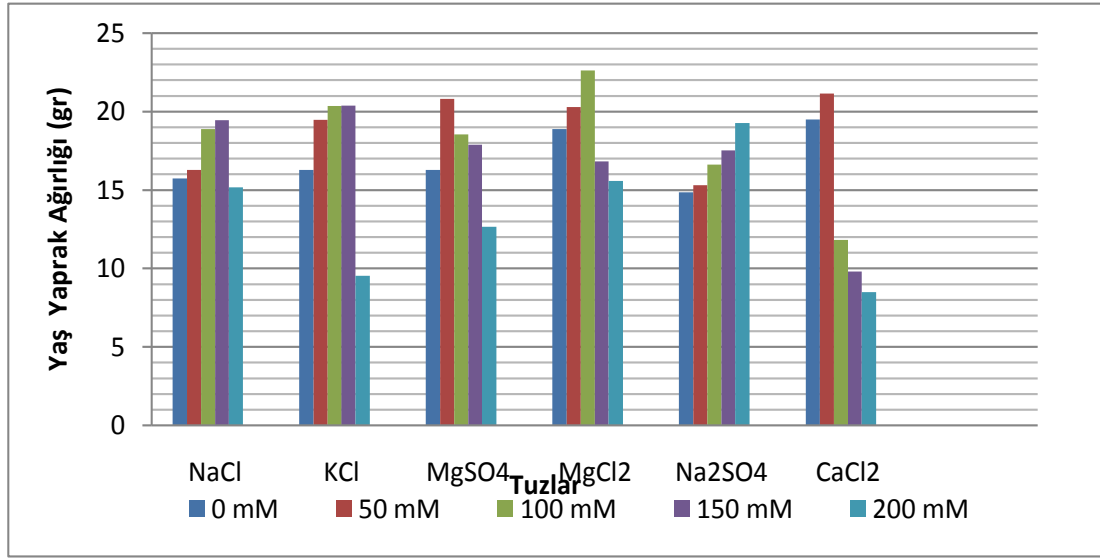
Tuz Dozları (mM)	Tuz Çeşitleri						Doz Ort.
	NaCl	KCl	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	
0	15,74 a-g	16,29 a-g	16,29 a-e	18,88 a-e	14,86 b-h	19,50 abcd	16,93a
50	16, 29 a-f	19,47 abcd	20,82 ab	20,28 abc	15,30 b-h	21,15 ab	18,89a
100	18,89 a-e	20,36 abc	18,55 a-e	22,62 a	16,62 a-g	11,81 efgh	18,14a
150	19,45 abcd	20,38 abc	17,89 a-e	16,83 a-f	17,53 a-e	9,80 fgh	16,98a
200	15,18 b-h	9,53 gh	12,66 degf	15,59 efgh	19,26 abcd	8,50 h	13,45b
Tuz Ort.	17, 11	17, 21	17, 24	18, 84	16, 71	14, 15	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu için önemli değildir.

EGF: 7, 168; P ≤ 0.01 düzeyinde anlamlı

Ayrıca, bitki başına ortalama yaş yaprak ağırlığı açısından yapılan değerlendirmede farklı tuz bileşik ve konsantrasyon interaksiyonunun bitki yaş yaprak ağırlığına etkisi istatistiksel olarak çok önemli etkisi olduğu bulunmuştur (P ≤ 0.01).

Farklı tuz çeşitlerinin değişik dozlara göre adaçayında yaş yaprak ağırlığında en yüksek verimler 100 mM konsantrasyonlu $MgCl_2$ tuz uygulamasında elde edilirken en düşük verim ise 200 mM konsantrasyonlu $CaCl_2$ tuz uygulamasında saptanmıştır. Genel olarak ortalama düzeylerine göre bir değerlendirme yapıldığında en iyi verim $MgCl_2$ uygulamasında elde edilirken en düşük verim $CaCl_2$ tuz uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Farklı tuz çeşit ve dozlarının yaş yaprak ağırlığına (gr) etkisi

$NaCl$ tuz uygulaması altında yetiştirilen adaçayında yaş yaprak ağırlığında en iyi verimler 150 mM konsantrasyonlu uygulamaya kadar elde edilirken en düşük verim 200 mM konsantrasyonda elde edilmiştir. $NaCl$ tuz çeşidi uygulamasında yaş yaprak ağırlığında, 150 mM konsantrasyonlu uygulamaya kadar bir artış eğilimi saptanmıştır. Bu değerden sonra azalamalar başlayıp en düşük verimine 200 mM tuz düzeyinde ulaşmıştır.

KCl uygulamasında yetiştirilen adaçayında yaş yaprak ağırlığında en yüksek verim 100 mM ve 150 mM konsantrasyonlu uygulamalarda elde edilirken, en düşük verim 200 mM tuz düzeyinde elde edilmiştir. Bitki yaş yaprak ağırlığında 150 mM konsantrasyonlu uygulamalara kadar bir artış eğrisi elde edilirken bu düzeyden sonra diğer tuzlara benzer bir şekilde azalma elde edilmiştir. Bitki yaş herba veriminde 100

mM ve 150 mM konsantrasyonlu tuz düzeylerinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Bulgular değerlendirildiğinde $MgSO_4$ tuz uygulamalarında 50 mM konsantrasyonluk tuz düzeyinde bitki yaş yaprak ağırlığı açısından değerlendirildiğinde en yüksek verim elde edilmiştir. Bu değerden daha yüksek tuz uygulamasında ise verim düşüklüğü saptanmıştır. Ancak 100 ve 150 mM tuz düzeyinde saptanan değer ile tuz uygulamasının kontrol grubunda elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Diğer tuzlarla benzer bir şekilde, en düşük verim 200 mM tuz düzeyinde elde edilmiştir.

$MgCl_2$ tuz uygulaması diğer tuz solusyonlarına göre bitki yaş yaprak ağırlığında daha fazla olumlu etki oluşturmuştur. $MgCl_2$ tuz çeşidinin tüm tuz uygulama düzeyleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek yaş yaprak ağırlığı 100 mM'lik tuz seviyesinde elde edilirken bu tuz düzeyinden sonra yaprak herba verimi açısından önemli azalmalar saptanıp en düşük verime 200 mM'de varılmıştır.

Diğer tuz uygulamalarının aksine artan Na_2SO_4 dozlarıyla birlikte bitki yaş yaprak veriminde artış oluşmuştur. Yaprak ağırlığı açısından en fazla verim 200 mM tuz düzeyinde saptanırken en düşük verim ise 0 mM ve 50 mM tuz düzeyinde elde edilmiştir. 0 mM ve 50 mM tuz düzeyleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamazken benzer bir sonuçta 150 mM ve 200 mM tuz seviyeleri arasında elde edilmiştir.

Bitki yaş yaprak veriminde $CaCl_2$ tuz uygulamasında 50 mM tuz düzeyine kadar artışbir elde edilirken, bu değerden keskin bir azalma saptanmıştır. 100 mM tuz seviyesinin yaprak formasyonunda önemli toksik etkilere neden olduğu söylenebilir. Genel olarak, tüm tuzlar karşılaştırıldığında, yaş yaprak ağırlığına en fazla olumsuz etki oluşturan uygulama dozun 200 mM'lik tuz seviyesi olduğu sonucuna varılmıştır.

Kalsiyum alımları yönünden bitkiler arasında önemli farklılık bulunduğu gibi bitkilerin değişik organları ile de farklı miktarlarda kalsiyum topraktan alınmaktadır. Bitkilerin toprak üstü organlarında bulunan kalsiyum miktarı toprak altı aksamalarına göre daha

fazladır. Kalsiyum apikal meristem dokularında sürekli bir şekilde gelişmesinde birinci derecede rol oynadığı ve bitki hücreleri içerisinde organik asitlerin hücrelerde zehirli düzeylerde birikimini önler (Kaçar,1984). Bu amaçla, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında Ca^{+} iyon uygulamalarının, bitki yeşil yaprak veriminde ve bitki boyuna daha fazla olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Eldeki bulgulara ilişkin incelenen üç farklı organ ağırlıkları açısından da bir kıyaslama yapıldığında en yüksek verimin gram ile toprak üstü kısımlarında saptanmıştır.

Tabatabaie ve Nazari (2007) nane bitkisinin yaş yaprak ağırlığında en yüksek verimi 1.4 dS m^{-1} de saptarken bu değerden sonraki uygulamalarda istatistiksel olarak önemli farklar tespit edilmese de 2.8 dS m^{-1} ve 5.6 dS m^{-1} 'de azalmalar belirlemiştir. Ancak 5.6 dS m^{-1} 'deki elektrik iletkenliğine bir miktar NaCl tuzunun eklenmesiyle yaş yaprak madde ağırlığında bir artış saptamıştır. Ancak, limon bitkisinde en yüksek verim 2.8 dS m^{-1} 'de elde edilirken en düşük verim 5.6 dS m^{-1} 'deki elektrik iletkenliğine bir miktar NaCl tuzunun eklenmesi durumunda elde edilmiştir. Benzer şekilde nane bitkisinin kuru yaprak ağırlığında artan elektrik iletkenliğiyle birlikte düşüş tespit edilmiştir. Ancak, en yüksek EC değerine 45 mM tuz eklenmesiyle istatistiksel olarak çok önemli olmasada az bir artış elde edilmiştir. Jampeetong ve Brix (2009) *Salvinia natans* bitkisinin yaş yaprak verimine tuzlu koşulların etkisini araştırdığı çalışmada ilginç sonuçlar elde etmiştir. Kontrol grubu uygulamasından hemen sonra istatistiksel olarak önemli bir azalma saptanırken 50 mM 'den sonraki tuz denemesinde bir artış görülmüş ve en yüksek yaş yaprak ağırlığına 200 mM 'de rastlanılmıştır. Patel ve Pandey (2007) *Cassia montana* bitkisinde de artan tuz düzeyi ile birlikte yaş yaprak ağırlığında bir artış olduğunu belirtmişlerdir. Tabatabaie ve Nazari (2007) nane ve limon bitkilerinde 1.4 dS m^{-1} elektrik iletkenliğine kadar yapılan uygulamada yaş ve kuru yaprak ağırlığında artış olduğunu bildirmişlerdir ve bu değerden sonra azalmalar meydana geldiğini belirtmişlerdir. Farklı bitki tür ve genotipleri açısından genel olarak bir değerlendirme yapıldığında, artan tuzluluk koşullarıyla birlikte bitki yaş ve kuru madde ağırlığında azalmalar meydana gelmektedir (Khan ve Irwin, 1996; Ashraf ve Akhtar, 2004; Ozturk ve ark. 2004; Doğru, 2005; Hirpara ve ark., 2005; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005; Koyro, 2006; Esin, 2007; Razmjoo ve ark., 2008; Belaqziz ve ark., 2009; Taffouo ve ark., 2009)

3.5. Kuru Yaprak Ağırlığı

Farklı tuzluluk koşullarının adaçayında kuru yaprak ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 3.9' da verilmiştir. Ortalama değerler ise Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının kuru yaprak ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F değeri	Prob
Tekerrür	2	3, 769	1, 885	1, 6660	0, 2374
Tuz	5	11, 414	2, 283	2, 0179	0, 1613
Hata	10	11, 312	1, 131		
Doz	4	5, 831	1, 458	1, 7495	0, 1546
TuzXDoz	20	39, 860	1, 993	2, 3917	0, 0070**
Hata	48	39, 998	0, 833		
Toplam	89	112, 184			

Varyasyon katsayısı: % 15, 57; **P ≤ 0.01 düzeyinde anlamlı

Araştırmada elde edilen bulgulara göre farklı tuz ve konsantrasyon uygulamalarının bitki kuru yaprak ağırlığına etkisi yapılan istatistiki değerlendirmelere göre önemli bulunamazken (Çizelge 3.10), Tuz x Doz interaksyonu önemli olmuştur (P ≤ 0.01).

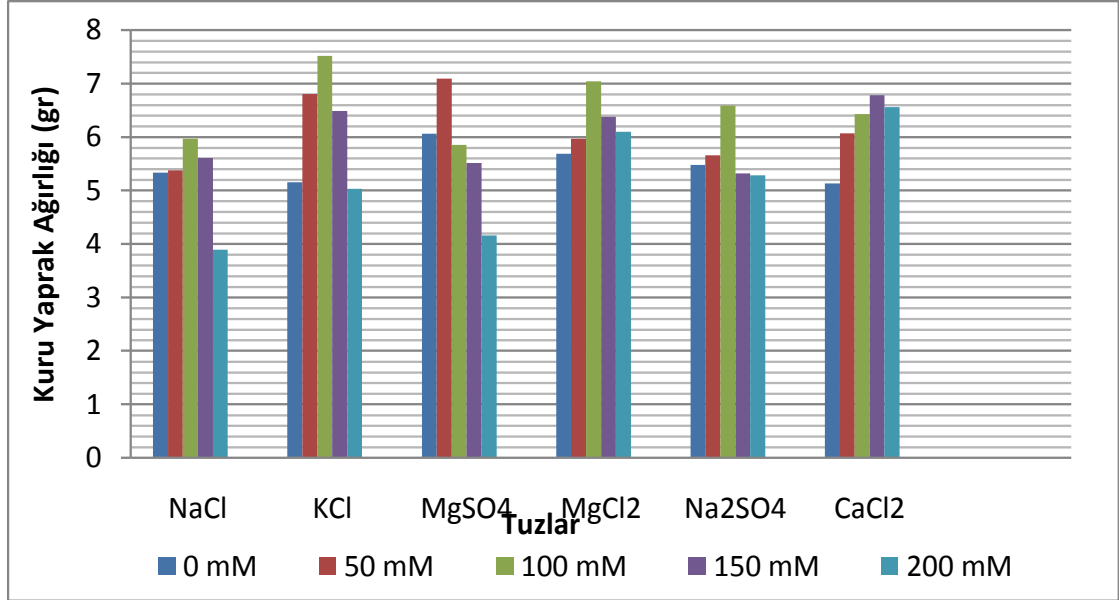
Çizelge 3.10. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama kuru yaprak ağırlık (gr) değerleri

Tuz Dozları (mM)	Tuz Çeşitleri						Doz Ort.
	NaCl	KCl	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	
0	5, 33 bcd	5, 15 bcde	6, 06 abcd	5,69 abcde	5, 48 bcde	5, 13 bcde	5, 47
50	5, 38 bcd	6, 38 abc	7, 09 ab	5, 97 abcd	5,66 abcde	6, 07 abcd	6, 09
100	5, 97 abcd	7, 52 a	5, 85 abcde	7, 04 abc	6, 59 abc	6, 43 abc	6, 57
150	5,61 abcde	6, 49 abc	5, 51 bcde	6, 38 bcde	5, 32 bcde	6, 78 abc	6, 02
200	3, 89 e	5, 03 cde	4, 16 de	6, 10 bcde	5, 28 bcde	6, 56 abc	5, 17
Tuz Ort.	5, 24	6, 11	5, 73	6, 24	5, 67	6, 19	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu için önemli değildir.
EGF: 1, 999; P ≤ 0.01 düzeyinde anlamlı

Ortalamalara göre, adaçayı kuru yaprak ağırlığında en yüksek verimler 100 mM konsantrasyonlu KCl tuz uygulamasında elde edilirken en düşük verim ise 200 mM konsantrasyonlu NaCl tuz uygulamasında saptanmıştır. Genel olarak ortalama düzeylerine göre bir değerlendirme yapıldığında kuru yaprak ağırlığı açısından en yüksek değer MgCl₂ uygulamasında elde edilirken en düşük değer NaCl tuz uygulamasında elde edilmiştir. Konsantrasyon ortalamalarına göre bir değerlendirme yapıldığında ise, bitki kuru ağırlığı en fazla 100 mM konsantrasyonlu tuz düzeyinde

saptanırken en düşük ise 200 mM konsantrasyonlu tuz seviyesinde elde edilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Farklı tuz çeşit ve dozlarının kuru yaprak ağırlığına (gr) etkisi

NaCl tuz uygulaması altında yetiştirilen adaçayında kuru yaprak ağırlığında en yüksek değer 100 mM konsantrasyonlu uygulamada elde edilirken en düşük değer 200 mM konsantrasyonda elde edilmiştir. NaCl tuz çeşidi uygulamasında yaş yaprak ağırlığında da benzer şekilde 100 mM konsantrasyonlu uygulamaya kadar bir artış eğilimi saptanmıştır. Bu değerden sonra azalamalar başlayıp en düşük verimine 200 mM tuz düzeyinde ulaşmıştır.

Bilindiği üzere, tuzlu besin ortamında yetişen bitkilerden alınan kuru madde daha az olmaktadır. Yetiştirme ortamında artan ozmotik potansiyelden dolayı, bitkinin suyu yeteri kadar kullanamaması veya tuzlu ortamlarda aşırı miktarda bulunan Na^+ ve Cl^- gibi iyonların sebep olduğu toksik etki ve bitki iyon dengesindeki bozulmalar kuru madde miktarındaki azalmanın nedeni olarak gösterilmektedir (Lewitt, 1980; Bilgin, 2002) Ancak bu çalışmada artan dozla NaCl tuz uygulaması düzeyi ile birlikte kuru yaprak ağırlığında artma belirlenmiştir. Lewitt (1980) ve Marschner (1995)' e göre bir bitkinin tuzluluk koşulları altındaki fizyolojik dayanıklılığı tuz konsantrasyon artışı önleyip, suyun yeterli miktarda absorbe edilmesi sonucu hücre özsuyunun seyreltilmesi, kök ve sürgünlerdeki tuz taşınımının engellenmesi yada toksik etki yapan iyonların

eliminasyonu ile mümkün olabilmektedir. Elde edilen bulgulara, adaçayı bitkisinin NaCl tuz çeşidi uygulamalarına orta derece tuz düzeylerine kadar fizyolojik bir dayanıklılık gösterdiği görülmektedir.

NaCl tuz uygulamasıyla benzer bir şekilde KCl uygulamasında yetiştirilen adaçayının kuru yaprak ağırlığında en yüksek değer 100 mM konsantrasyonlu uygulamada elde edilirken en düşük değer 200 mM konsantrasyonda elde edilmiştir. KCl tuz uygulamasında yaş yaprak ağırlığında, 100 mM konsantrasyonlu uygulamaya kadar bir artış saptanırken, bu değerden sonra azalamalar başlayıp en düşük verimine 200 mM tuz düzeyinde ulaşmıştır. Tüm tuzlar karşılaştırıldığında istatistiksel olarak bitki kuru yaprak ağırlığı açısından KCl için en yüksek değer 100 mM düzeyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

MgSO₄ tuz uygulamalarının tüm tuz düzeylerinin etkisi bakımından değerler arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur. MgSO₄ uygulama koşullarında yetiştirilen adaçayı bitkisinin kuru yaprak ağırlığı açısından en yüksek ağırlık 50 mM konsantrasyonlu uygulamada elde edilirken en düşük değer 200 mM konsantrasyonunda elde edilmiştir. Ayrıca, kuru yaprak ağırlığında 50 mM konsantrasyon düzeyine kadar bir artış belirlenirken, bu değerden sonra kuru ağırlıklarda bir azalma elde edilmiştir. MgCl₂ tuz uygulamasında en iyi sonuç 100 mM konsantrasyonda elde edilirken en düşük değer ise diğer çalışmalarda olduğu gibi 200 mM konsantrasyonda belirlenmiştir. Fakat 150 mM ve 200 mM konsantrasyonlu tuz düzeyleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. MgCl₂ tuz uygulamasında, bitki kuru yaprak ağırlığı açısından yapılan değerlendirmede 100 mM tuz düzeyine kadar bir artış eğilimi saptanırken bu değerden sonra azalmalar belirlenmiştir.

Na₂SO₄ tuz uygulaması ile MgCl₂ tuz uygulamaları arasında kuru yaprak ağırlığı açısından yapılan değerlendirmede istatistiksel olarak benzerlikler saptanmıştır. Benzer şekilde, en iyi sonuç 100 mM konsantrasyonda elde edilirken en düşük değer ise diğer çalışmalarda olduğu gibi 200 mM konsantrasyonlu tuz seviyesinde belirlenmiştir. Fakat 150 mM ve 200 mM tuz düzeyleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Na₂SO₄ tuz uygulamasında, bitki kuru yaprak ağırlığı açısından yapılan

değerlendirmede 100 mM tuz düzeyine kadar bir artış saptanırken bu değerden sonra azalmalar tespit edilmiştir.

Bitki kuru yaprak ağırlığında CaCl_2 tuz uygulamasında 50 mM tuz düzeyinden sonraki seviyelerde elde edilirken 50 mM, 150 mM tuz ve 200 mM tuz düzeyleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Sonuç olarak artan CaCl_2 tuz düzeylerinin adaçayı kuru madde ağırlığı üzerine olumlu etkiler oluşturabileceği görülmüştür.

Bitki kuru madde miktarlarında belirlenen azalmalar, tuzlu koşullarda yetiştirme ortamının ozmotik basıncın tuzdan dolayı artmasıyla suyun yarıyışlılığının azalması ve buna bağlı olarak azalan transpirasyon ve CO_2 fiksasyonu ve bitkilerin iyon dengesindeki bozulmadan dolayı olduğunu söylemek mümkündür (Bernstein, 1963; Taban ve ark., 1999). Ancak çalışmamızda adaçayı bitkisi uygulanan tüm tuz çeşitlerinin belli bir düzeyine kadar iyi bir gelişme göstermiştir. Yapılan çalışmalarda Na^+ ve Cl^- iyon fazlalığının yada birikiminin bitki kuru madde miktarı ile aralarında olumsuz bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir (Güneş ve ark., 1997). Bu neticeler doğrultusunda adaçayı bitkisinin tuzluluğa karşı bir tolerans mekanizması geliştirdiğini ya da bunun yanı sıra bitkinin tuzu bünyeye almama, tuzun eliminasyonu, tuzun seyreltilmesi ve tuzun protoplastlardaki bölmelerde biriktirilmesi gibi fizyolojik mekanizmalar geliştirdiğini söylemek mümkündür (Saruhan ve ark., 2008).

3.6. Yaş Gövde Ağırlığı

Adaçayı bitkisinin yaş gövde ağırlığı üzerine farklı tuz uygulamalarının etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 3.11 ve Çizelge 3.12).

Çizelge 3.11. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının yaş gövde ağırlığına (gr) etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F değeri	Prob
Tekerrür	2	3, 666	1, 833	0, 5154	
Tuz	5	24, 349	4, 870	1, 3692	0, 3134
Hata	10	35, 568	3, 557		
Doz	4	8, 448	2, 112	0, 9416	
TuzX Doz	20	49, 899	2, 495	1, 1124	0, 3690
Hata	48	107, 660	2, 243		
Toplam	89	229, 590			

Varyasyon katsayısı: % 27, 34;

Ancak yapılan bazı çalışmalarda yapılan tuz uygulamalarıyla ile birlikte yaş gövde ağırlığında önemli azalmalar olduğu bildirilmiştir (Parida ve ark., 2002; Khorasaninejad ve ark., 2010; Zabihi-e-Mahmoodaba ve ark., 2011).

Çizelge 3.12. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama yaş gövde ağırlık (gr) değerleri

Tuz Dozları (mM)	Tuz Çeşitleri						Doz Ort.
	NaCl	KCl	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	
0	4,95	6,32	6,09	5,22	4,92	6,53	5,67
50	5,90	4,95	6,14	6,69	3,98	5,64	5,55
100	6,26	6,33	4,59	7,92	4,35	4,47	5,65
150	4,72	4,35	6,09	6,35	5,18	5,76	5,41
200	4,48	6,09	4,26	6,28	5,56	3,81	5,08
Tuz Ort.	5,26	5,61	5,43	6,49	4,80	5,24	

Farklı tuz çeşitlerine göre yaş gövde ağırlıkları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte en yüksek değerler MgCl₂ tuz uygulamasında, en düşük değer ise Na₂SO₄ uygulamasında elde edilmiştir. Değişik tuz çeşitlerinin farklı dozlarına görede artan dozla birlikte yaş gövde ağırlıklarının azaldığı tespit edilmiştir.

3.7. Kuru Gövde Ağırlığı

Farklı tuzluluk koşulları altında yetiştirilen *Salvia officinalis* L.'nin kuru gövde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları (Çizelge 3.13) ve ortalama değerler ise (Çizelge 3.14)'te verilmiştir.

Çizelge 3.13. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının kuru gövde ağırlığına (gr) etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F değeri	Prob
Tekerrür	2	0,769	0,385	1,2345	0,3318
Tuz	5	4,020	0,804	2,5806	0,0948
Hata	10	3,116	0,312		
Doz	4	4,051	1,013	2,4672	0,0573*
TuzX Doz	20	24,559	1,228	2,9912	0,0010**
Hata	48	19,705	0,411		
Toplam	89	56,220			

Varyans katsayısı: % 26, 71; **P ≤ 0.01 düzeyinde; *P ≤ 0.05 düzeyinde anlamlı

Araştırmada elde edilen istatistiksel veriler değerlendirildiğinde uygulanan tuz dozlarının bitki kuru gövde ağırlığına etkisi önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). En yüksek kuru gövde ağırlığı kontrol grubunda elde edilirken en düşük ağırlık ise 200 Mm tuz konsantrasyonunda belirlenmiştir. Ancak, 0 ve 50 mM tuz konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanırken diğer tuz düzeyleri arasında ise bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 3.14).

Bitki başına ortalama kuru yaprak ağırlığı açısından yapılan değerlendirmede farklı tuz bileşik ve konsantrasyon interaksyonunun bitki kuru gövde ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.01$).

Kuru gövde ağırlığı açısından en iyi verim KCl uygulamasında elde edilirken en düşük verim CaCl_2 tuz uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 3.5). Kuru gövde ağırlığında en yüksek değer 0 mM KCl tuz uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 3.14. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama kuru gövde ağırlık (gr) değerleri

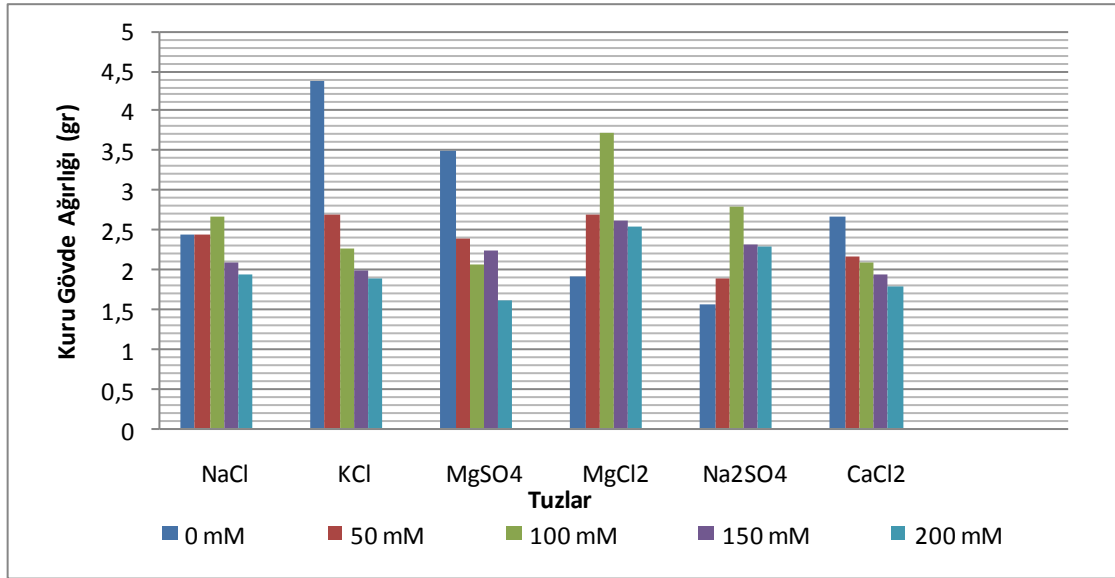
Tuz Dozları (mM)	Tuz Çeşitleri						Doz Ort.
	NaCl	KCl	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	
0	2,44 bcd	4,38 a	3,50 abcd	1,92 d	1,55 d	2,66 bcd	2,75a
50	2,43 bcd	2,68 bcd	2,40 bcd	2,68 bcd	1,90 d	2,17 cd	2,38b
100	2,67 bcd	2,27 cd	2,07 d	3,73 ab	2,80 bcd	2,08 d	2,60 ab
150	2,10 cd	1,98 d	2,23 cd	2,62 bcd	2,32 cd	1,93 d	2,20 b
200	1,94 d	1,88 d	1,61 d	2,55 bcd	2,28 cd	1,82 d	2,01b
Tuz Ort.	2,32	2,64	2,36	2,70	2,17	2,13	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu için önemli değildir.

EGF (%1) :Tuz X Doz İnteraksyonu: 1,404; EGF (%5):Doz: 0,4297

NaCl uygulamasında 150 mM tuz düzeyine kadar yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Fakat bu seviyeden sonra bir azalma saptanmıştır. Al-Khateeb (2006), NaCl tuzluluk koşulları altında yetiştirilen *Panicum turgidum* Forssk bitkisinde artan tuz seviyesi ile birlikte kuru gövde ağırlığında bir artış olduğunu bildirmiştir. Wen-Bo ve ark. (2008) ise *Iris lactea* Pall. var. *chinensis* (Fisch) Koidz. bitkisinin kuru gövde ağırlığında artan tuz düzeyi ile birlikte bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bir şekilde, Carpıcı ve ark. (2009) bazı mısır (*Zea mays* L.) kültürlerinde artan tuz miktarının kuru gövde ağırlığına olumsuz etki yaptığını bildirmiştir. Tuzluluk ozmotik etki, substrat için iyonların rekabetini ve sonunda ise membran geçirgenlik mekanizmasını bozarak büyüme ve verim gibi parametreleri olumsuz etkilemektedir (Zhang ve ark., 2005).

KCl uygulaması açısından gövde ağırlığında en yüksek değer 0 mM konsantrasyonundan elde edilirken, en düşük değer 150 ve 200 mM konsantrasyonlarda elde edilmiştir. KCl tuz çeşidi uygulamasında kuru gövde ağırlığında kontrol grubundan itibaren önemli derecede azalmalar saptanmıştır. İstatistiksel olarak, 150 ve 200 mM'lik tuz düzeyleri arasında önemli bir fark saptanmıştır. Ortalama değerlere göre bir karşılaştırma yapıldığında, kuru madde ağırlığı bakımından en yüksek değer KCl tuz uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3. 5. Farklı tuz çeşit ve dozlarının kuru gövde ağırlığına (gr) etkisi

Bulgular değerlendirildiğinde KCl koşullarında olduğu gibi benzer bir şekilde MgSO₄ tuz uygulamasında da en yüksek verim kontrol grubunda elde edilmiştir. Kontrol grubundan sonra artan tuz düzeyi ile birlikte kuru gövde ağırlığında azalmalar elde edilse de 150 mM'da tekrar bir artış belirlenmiştir. Ancak 200 mM tuz seviyesinde en düşük değer elde edilmiştir.

MgCl₂ tuz uygulamasında en iyi değer 100 mM konsantrasyonda elde edilirken en düşük değer ise 0 mM konsantrasyonlu tuz seviyesinde belirlenmiştir. 100 mM tuz seviyesine kadar madde ağırlığında bir artış eğilimi elde edilsede bu tuz düzeyinden sonra tekrar azalmalar belirlenmiştir. Ancak 150 mM ve 200 mM konsantrasyonlu tuz düzeyleri arasında kuru gövde ağırlığı bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Na₂SO₄ tuz uygulaması ile MgCl₂ tuz uygulamaları arasında kuru gövde ağırlığı açısından yapılan değerlendirmede istatistiksel olarak benzerlikler saptanmıştır. Benzer şekilde, en iyi verim 100 mM konsantrasyonda elde edilirken en düşük verim ise 150 ve 200 mM tuz seviyesinde belirlenmiştir. Fakat 150 mM ve 200 mM tuz düzeyleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Na₂SO₄ tuz uygulamasında, bitki kuru gövde ağırlığı açısından yapılan değerlendirmede 100 mM tuz düzeyine kadar bir eğilimi saptanırken, bu değerden sonra azalmalar elde edilmiştir.

CaCl₂ tuz uygulamasında bitki kuru gövde ağırlığında en yüksek değer 0 mM tuz düzeyinde belirlenirken sonraki seviyelerde azalmalar saptanmış olup 50 mM, 150 mM tuz ve 200 mM tuz düzeyleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. Sonuç olarak artan CaCl₂ tuz düzeylerinin adaçayı kuru gövde ağırlığı üzerine olumsuz etkiler oluşturduğu belirlenmiştir.

3.8. Yaş Herba Ağırlığı

Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının yaş herba ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Farklı tuz çeşit ve konsantrasyonlarından elde edilen yaş herba ağırlığına ilişkin ortalama değerler ise Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 3.15. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının yaş herba ağırlığına (gr) etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F değeri	Prob
Tekerrür	2	109, 891	54, 945	0, 6959	
Tuz	5	471, 997	94, 399	1, 1956	0, 3774
Hata	10	789, 536	78, 954		
Doz	4	504, 062	126, 016	4, 0557	0, 0065**
Tuz X Doz	20	1191, 673	59, 584	1, 9176	0, 0334*
Hata	48	1491, 427	31, 071		
Toplam	89	4558, 586			

Varyans katsayısı: % 21, 32; **P ≤ 0.01 düzeyinde, *P ≤ 0.05 düzeyinde anlamlı

Yaş herba ağırlığına tuz konsantrasyonlarının etkisi artan tuz düzeylerinde olumlu etki etki oluşmuştur (P ≤ 0.01). Kontrol ve 150 mM tuz konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır. Ayrıca, en düşük yaş herba ağırlığı 200 mM'lik tuz düzeyinde elde edilmiştir (Çizelge 3.16).

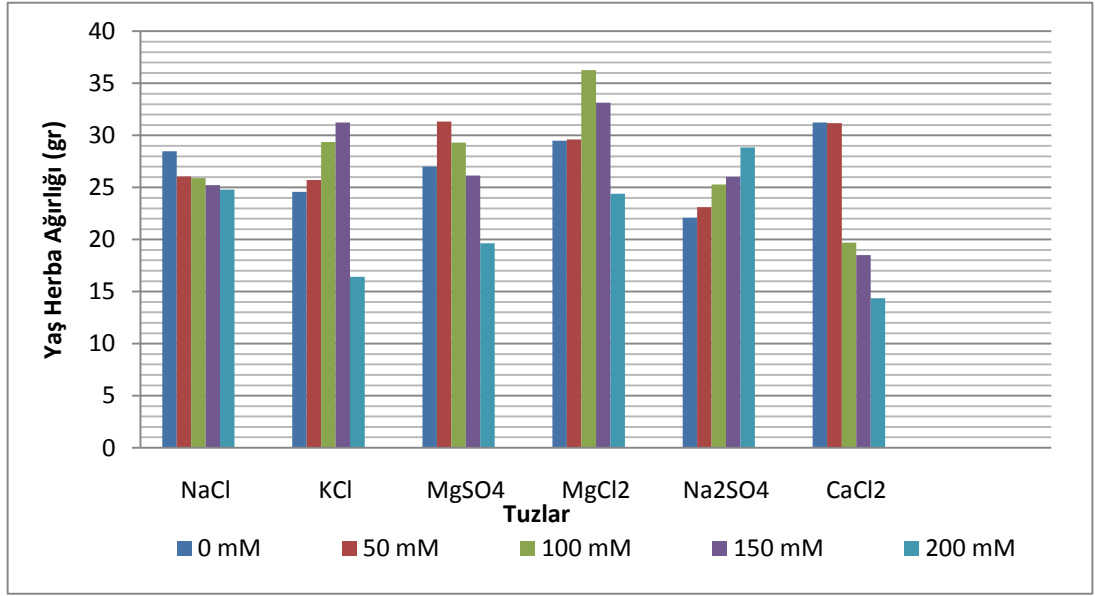
Çizelge 3.16. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama yaş herba ağırlık (gr) değerleri

Tuz Dozları (mM)	Tuz Çeşitleri						Doz Ort.
	NaCl	KCl	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	
0	28,48 a-f	24,58 b-h	27,00 b-g	29,48 abcd	22,11 d-ı	31,24 abcd	27,15a
50	26,06 b-g	25,73 b-g	31,34 abc	29,60 abcd	23,12 c-ı	31,17 abcd	27,84a
100	25,90 b-g	29,37 abcd	29,30 abcd	36,26 a	25,28 b-h	19,70 e-ı	27,64a
150	25,21 b-h	31,24 abcd	26,15 b-g	33,13 ab	26,01 b-g	18,49 ghı	26,71a
200	24,81 b-h	16,42 hı	19,63 fghı	24,41 b-g	28,84 a-e	14,37 ı	21,41b
Tuz Ort.	26,09	25,47	26,68	30,58	25,07	22,99	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu için önemli değildir.
EGF (% 5): Tuz X Doz İnteraksiyonu: 9, 151; Doz: 4,984

Bitki başına ortalama yaş herba ağırlığı açısından yapılan değerlendirmede ise farklı tuz bileşik ve konsantrasyon etkileşiminin bitki yaş herba ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P ≤ 0.05).

İstatistiksel olarak veriler değerlendirildiğinde, yaş herba ağırlığı açısından en yüksek değer 100 mM MgCl₂ tuz düzeyinde elde edilirken, en düşük değer ise 200 mM CaCl₂ tuz uygulamasında belirlenmiştir. Yaş herba ağırlığı, tuz bileşik uygulamalarının farklı düzeylerinde değişen cevaplar vermiştir. Tuz düzeylerine bakılmaksızın toplam ortalamalar göz önünde bulundurulduğunda, en yüksek değer 30, 58 g değeri ile MgCl₂ tuz uygulamasında belirlenirken en düşük değer ise 22, 99 g değeri ile CaCl₂ koşulları altında elde edilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Farklı tuz çeşit ve dozlarının yaş herba ağırlığına (gr) etkisi

NaCl tuz çeşidi açısından uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmasa da en yüksek değer kontrol grubunda elde edilmiştir. NaCl tuzlu koşulları altında yetiştirilen adaçayı bitkisinde artan tuz seviyesiyle birlikte yaş herba veriminde azalmalar olduğu belirlenmiştir.

Bitki gelişmesi için mutlak gerekli elementlerden olan sodyumu bitkiler, toprak çözeltisinde çözülmüş halde ve toprağın değişim komplekslerinde adsorbe edilmiş halde bulunan Na^+ iyonu halinde alırlar. NaCl tuz uygulamasının orta düzey konsantrasyonlarına kadar bitkinin dayanıklı olması, toprak kompleksleri üzerinde Na^+ iyonunun çok gevşek tutulması ve bu nedenle sularla kolaylıkla taşınarak topraktan uzaklaşması yada diğer elementler gibi toprakta fikse edilememesinden kaynaklanıyor olabilir (Kaçar, 1984). Ayrıca toprağın kireçli olmasının sodyumun toksik etki oluşturma yeteneğini antagonistik mekanizma sınırlandırarak bitki için yararlı hale getirdiğini söyleyebiliriz.

Potasyum Klorür koşulları altında yetiştirilen adaçayı yaş herba ağırlığında 150 mM tuz düzeyine kadar önemli artış elde edilirken 200 mM tuz seviyesi toksik etki oluşturup azalmalara neden olduğu görülmektedir. Ancak istatistiki olarak 200 mM tuz düzeyi haricindeki uygulamalar arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır.

KCl tuz uygulamasına kısmen benzer bir sonuçta MgSO₄ tuz uygulamalarında elde edilmiştir. En iyi sonuç 50 mM konsantrasyonlu uygulamada elde edilirken en düşük değer 200 mM konsantrasyonda elde edilmiştir. Ancak 50 ve 100 mM tuz uygulamaları arasında önemli bir istatistikî fark bulunmamıştır. Fakat bu tuz seviyelerinden sonraki uygulama toksik etki oluşturup verim azalmasına sebebiyet vermiştir.

MgCl₂ tuz uygulamasında en yüksek değer 100 mM konsantrasyonda elde edilirken en düşük değer ise 200 mM konsantrasyonlu tuz seviyesinde belirlenmiştir. 100 mM tuz seviyesine kadar madde ağırlığında bir artış eğilimi elde edilsede bu tuz düzeyinden sonra tekrar azalmalar belirlenmiştir. Ancak 0, 50, 100 ve 150 mM konsantrasyonlu tuz düzeyleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmasada en sayısal olarak tüm tuz uygulamaları arasında en yüksek yaş herba ağırlığı 100 mM MgCl₂ uygulamasında belirlenmiştir.

Bitkiler magnezyumu toprak çözeltilisinden Mg²⁺ iyonu şeklinde ve toprak komplekslerinde değişebilir halde tutulmuş magnezyumu absorbe edebilirler. Klorofil molekülünün merkezinde yer alıp fotosentezin cereyanına ve karbonhidrat metabolizmasına önemli etkisi bulunmaktadır. Klorofil molekülünün yapı maddesini oluşturması nedeniyle, yeterli magnezyum bulunmaması halinde fotosentez olmaz. Magnezyumlu bileşiklerin tüm yapı ve organların verim ve büyüme parametrelerinde etkili olmasında deneme yapılan toprağın fosfor düzeyinin yüksek olması da etkili olmuş olabilir. Mg²⁺ iyonu fotosentez kullanımı için önemli rolleri bulunmasına karşın uygulama esnasında bu iyonla birlikte Cl⁻ ve SO₄²⁻ gibi toksik etki oluşturup büyümeyi yavaşlatıcı ve verimi azaltıcı karakterlere sahip iyonlarında varlığının da toprakta yüksek oranda buluna fosfor tarafından baskılandığını yapılan çalışmalarla belirtilmiştir (Kaçar, 1984).

Toprakların kireçlenmesi veya toprakta ki yüksek düzeyde fosforun varlığı ile sülfat adsorpsiyonunu azaltır. Yeteri kadar magnezyumun bulunması halinde bitkilerin fosfordan daha fazla yararlanırlar. Bu nedenle bitki verimini doğrudan yeterli miktarda ki Mg²⁺ iyonu içeren tuz uygulamasının yanı sıra deneme toprağında yeteri kadar kullanılabilir fosforun varlığı da önem taşımaktadır (Kaçar, 1984).

Diğer tuzluluk koşullarının aksine en yüksek yaş herba ağırlığı Na_2SO_4 tuz çeşidinde 200 mM tuz konsantrasyonunda elde edilmiştir. Na_2SO_4 tuz konsantrasyon düzeyi artıkça adaçayında yaş herba ağırlığında da paralel bir artış izlemiştir.

Bir anyon olarak sülfat topraklarda çok az tutulur. Ancak iyi drene olan kültür topraklarında sülfatın tutulması nitrat ve klordan görece olarak daha fazladır. Bitkilerin fosfor bakımından beslenmesinde pH'nın 6-7 arasında bulunması veya tutulması en uygundur. Bu sınırlar arasında fosforun toprakta tutulması iyi olmasa bile bitkilere elverişliliği fazladır (Kaçar, 1984). Çalışmanın yürütüldüğü toprak pH'sının 8,7 olması ve toplam fosfor bakımından çok zengin olması, SO_4^{2-} gibi toksik etki oluşturup büyümeyi yavaşlatıcı ve verimi azaltıcı karakterlere sahip olabilecek iyonlarını baskıladığı söylenebilir.

CaCl_2 uygulamasında ise Na_2SO_4 tuz uygulamasının aksine bir sonuç saptanmıştır. Artan tuz konsantrasyonuyla birlikte yaş herba veriminde önemli miktarlarda azalmalar elde edilmiştir. Sonuç olarak; bitki yaş herba verimi açısından, tüm uygulama tuzları arasında bir karşılaştırma yapıldığında en fazla olumsuz etkiyi CaCl_2 tuzunun yaptığı belirlenmiştir.

3.9. Kuru Herba Ağırlığı

Tuz çeşit ve konsantrasyon uygulamalarının bitki kuru herba ağırlığında meydana getirdiği değişimlere ilişkin varyans analiz sonuçları (Çizelge 3.17) ve uygulamalardan elde edilen ortalama değerler (Çizelge 3.18)'de verilmiştir.

Çizelge 3.17. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının kuru herba ağırlığına (gr) etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F değeri	Prob
Tekerrür	2	525, 798	262, 899	24, 4609	0, 0001
Tuz	5	75, 943	15, 189	1, 4132	0, 2994
Hata	10	107, 477	10, 748		
Doz	4	125, 176	31, 294	3, 1802	0, 0214*
Tuz X Doz	20	246, 687	12, 334	1, 2535	0, 2559
Hata	48	472, 329	9, 840		
Toplam	89	1553, 411			

Varyasyon katsayısı: % 28, 24; *P ≤ 0.05 düzeyinde anlamlı

Tuz çeşidine bakılmaksızın uygulanan tuz dozlarının adaçayı bitkisinin kuru herba ağırlığına etkisi önemli olup, en yüksek değer 100 mM tuz düzeyinde elde edilmiştir (Çizelge 3.18). Artan tuz dozlarının kuru herba verimine olumlu etki yaptığı saptanmıştır. Tabatabaie ve Nazari (2007)' de kuru herba veriminde hem *Mentha piperita* var. *officinalis* ve *Lipia citroidora* var. *verbena* bitkilerinde artan tuzluluk derecesiyle birlikte kuru madde birikiminde artış olduğunu saptamışlardır. Yine benzer şekilde NaCl tuz uygulamasına maruz bırakılan *Panicum turgidum* Forssk bitkisinin kuru herba veriminin artan tuz düzeyi ile birlikte artış gösterdiği bildirilmiştir (Al-Khateeb, 2006). Çalışmamızda elde edilen bulgular araştırmacıların sonuçları ile uyumludur.

Çizelge 3.18. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama kuru herba ağırlık (gr) değerleri

Tuz Dozları (mM)	Tuz Çeşitleri						Doz Ort.
	NaCl	KCl	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	
0	9,17	9,70	11,18	11,33	7,61	13,12	10,32 bc
50	13,63	13,10	14,57	12,00	8,25	12,51	12,34 ab
100	11,59	11,59	11,09	16,91	14,11	10,43	12,62 a
150	8,67	9,95	9,82	13,80	11,57	10,10	10,65 abc
200	12,80	7,62	8,12	10,52	8,39	9,96	9,57 c
Tuz Ort.	11,17	10,39	10,96	12,91	9,99	11,24	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu için önemli değildir.
EGF (% 5): Doz: 2, 102

3.10. Yaş ve Kuru Petiyol Ağırlığı

Farklı tuz çeşit ve konsantrasyon uygulamalarının adaçayı yaş petiyol ağırlığında meydana getirdiği değişimlere ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 3.19'da ve farklı tuz konsantrasyon uygulamalarından elde edilen ortalamalarına ilişkin değerler Çizelge 3.20'de verilmiştir.

Çizelge 3.19. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının yaş petiyol ağırlığına (gr) etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F değeri	Prob
Tekerrür	2	2, 434	1, 217	0, 8115	
Tuz	5	10,000	2, 000	1, 3335	0, 3258
Hata	10	14, 998	1, 500		
Doz	4	8, 287	2, 072	2, 0559	0, 1014
TuzXDoz	20	33, 620	1, 681	1, 6682	0, 0745
Hata	48	48, 369	1, 008		
Toplam	89	117, 708			

Varyasyon katsayısı: % 25, 66

Yaş petiyol ağırlığı üzerine farklı tuz çeşitleri ve dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 3.20. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama yaş petiyol ağırlık (gr) değerleri

Tuz Dozları (mM)	Tuz Çeşitleri						Doz Ort.
	NaCl	KCl	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	
0	4,285	3,160	3,813	4,110	3,490	5,217	4,0125
50	4,257	4,797	4,407	3,920	3,267	4,387	4,1725
100	3,513	4,070	3,673	5,713	3,467	3,420	3,976
150	4,278	4,530	4,653	4,613	3,487	2,927	4,081
200	3,770	2,533	2,710	4,540	4,030	2,340	3,3205
Tuz Ort.	4,021	3,82	3,85	4,58	3,55	3,66	

Farklı tuz çeşitlerine göre yaş petiyol ağırlıkları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte en yüksek değerler MgCl₂ ve NaCl tuzlarından, en düşük değer ise Na₂SO₄ uygulamasında elde edilmiştir. Değişik tuz çeşitlerinin farklı dozlarına görede artan dozla birlikte yaş petiyol ağırlıklarının azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelgelerden (3.21 ve 3.22)'de görüleceği üzere farklı tuzluluk koşullarının yaş petiyol ağırlığında olduğu gibi kuru petiyol (yaprak sapı) ağırlığı üzerine de istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 3.21. Farklı tuz çeşit ve dozlarının adaçayının kuru petiyol ağırlığına (gr) etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	KT	KO	F değeri	Prob
Tekerrür	2	0, 819	0, 410	1, 473	0, 2827
Faktör A	5	2, 548	0, 510	1, 7883	0, 2030
Hata	10	2, 850	0, 285		
Faktör B	4	3, 135	0, 784	2, 1442	0, 0897
AB	20	9, 086	0, 454	1, 2428	0, 2633
Hata	48	17, 545	0, 366		
Toplam	89	35, 983			

Varyasyon katsayısı: % 48, 10

Çizelge 3.22. Farklı tuz çeşit ve dozlarından elde edilen ortalama kuru petiyol ağırlık (gr) değerleri

Tuz Dozları (mM)	Tuz Çeşitleri						Doz Ort.
	NaCl	KCl	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	
0	1,360	0,380	1,380	1,140	0,913	1,170	1,06
50	1,267	1,360	1,363	1,120	1,140	1,130	1,23
100	2,917	1,793	1,053	1,680	1,113	1,093	1,61
150	1,117	1,427	1,080	1,343	0,937	1,060	1,16
200	1,190	1,117	0,800	1,580	1,227	1,460	1,23
Tuz Ort.	1,58	1,22	1,14	1,37	1,07	1,18	

Ancak yapılan bazı çalışmalarda Dadkhah ve Grrifiths (2006), artan tuzlu koşullar ile birlikte şeker pancarının petiyol ağırlığında artış olduğunu bildirirken, Prior ve ark. (1992), üzüm bitkisinin petiyol ağırlığının artan tuz düzeyi ile birlikte azaldığını tespit etmiştir. Keutgen ve Pawelzi (2009), çilek bitkisinin petiyol ağırlığının tuzluluktan etkilenmediğini belirtmişlerdir. Benzer literatür kaynaklarına ve elde ettiğimiz sonuçlara göre; petiyol açısından genel bir değerlendirmek yapmak çok zordur. Petiyol ağırlığının çalışılan bitki tür ya da genotipine göre farklılık gösterdiği söylenebilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin fide gelişimi döneminde farklı tuz çeşit ve dozlarına gösterdikleri reaksiyonu ve farklı tuzluluk koşullarının bitki gelişimi ve büyümesine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu kapsamda 6 farklı tuz çeşidinin (NaCl, MgCl₂, CaCl₂, KCl, Na₂SO₄ ve MgSO₄) 5 farklı dozu (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) kullanılmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1. Ortalama bitki boyu üzerine farklı tuz çeşitlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ancak Na₂SO₄ tuz çeşidi haricindeki, tuz bileşiklerinin kendi aralarında önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Bitki boyuna en fazla olumsuz etkiyi oluşturan tuz çeşidinin Na₂SO₄ olduğu tespit edilmiştir. Her ne kadar istatistiksel olarak - Na₂SO₄ tuz çeşidi haricinde- bitki boy uzunluğu açısından tuz çeşitlerinin önemli bir etkisi olmasa da elde edilen sayısal verilere göre Na₂SO₄ > NaCl > MgCl₂ > KCl > CaCl₂ > MgSO₄ gibi bir inhibisyon sıralaması ortaya çıkmıştır.

Farklı tuz konsantrasyonlarının bitkinin boyuna etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Araştırmada elde edilen bulgulara göre artan tuz konsantrasyonuyla birlikte bitki boyunda azalmalar saptanmış. 0 ve 50 mM'lik tuz konsantrasyonları ile 100 ve 150 mM'lik tuz konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Ancak ortalama değerlere göre en yüksek bitki boyu 50 mM tuz düzeyinde edilmiştir. Tuz çeşit x konsantrasyon interaksyonunun adaçayının bitki boyuna önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

2. Bitki başına ortalama yaş kök ağırlığı açısından yapılan değerlendirmede ise farklı tuz bileşik uygulamalarının bitki yaş kök ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Tuz çeşitlerinin olumsuz etkisi bakımından karşılaştırma yapıldığında KCl ve Na₂SO₄ tuzları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. MgCl₂ ve CaCl₂ tuzları ise bitki yaş kök ağırlığına olumlu etki yapmışlardır. Aynı zamanda bu tuzlar

kontrol grubuna oranla bitkide daha fazla olumlu etki yapmışlardır. Çalışmada en yüksek yaş kök ağırlığı 200 mM konsantrasyonlu $MgCl_2$ ve 100 mM konsantrasyonlu $CaCl_2$ tuz uygulamalarında elde edilmiştir. Genel olarak, ortalama düzeylerine göre bir değerlendirme yapıldığında, en düşük yaş kök ağırlığı ise Na_2SO_4 tuz uygulamasında elde edilmiştir.

3. Adaçayı kuru kök ağırlığında en yüksek değerler 150 mM konsantrasyonlu $MgCl_2$ tuz uygulamasında elde edilirken, en düşük değer ise 150 mM konsantrasyonlu KCl tuz çeşidinde elde edilmiştir. Ortalama değerlerine göre kuru kök ağırlığında, en iyi sonuç $MgCl_2$ uygulamasında, en düşük verim KCl tuz uygulamasında tespit edilmiştir.
4. Adaçayı yaş yaprak ağırlığında en yüksek değerler 100 mM konsantrasyonlu $MgCl_2$ tuz uygulamasında elde edilirken en düşük değer ise 200 mM konsantrasyonlu $CaCl_2$ tuz uygulamasında saptanmıştır. Yaş yaprak ağırlığı açısından en iyi sonuç $MgCl_2$ uygulamasında elde edilirken en düşük ağırlık $CaCl_2$ tuz uygulamasında bulunmuştur.
5. Kuru yaprak ağırlığında en yüksek değerler 100 mM konsantrasyonlu KCl tuz uygulamasında, en düşük değer ise 200 mM konsantrasyonlu NaCl tuz uygulamasında saptanmıştır. Genel olarak ortalama düzeylerine göre bir değerlendirme yapıldığında kuru yaprak ağırlığı açısından en iyi sonuç $MgCl_2$ uygulamasında elde edilirken en düşük değer NaCl tuz uygulamasında elde edilmiştir. Konsantrasyon ortalamalarına göre bir değerlendirme yapıldığında ise, bitki kuru ağırlığı en fazla 100 mM konsantrasyonlu tuz düzeyinde saptanırken, en düşük değer ise 200 mM konsantrasyonlu tuz seviyesinde ortaya çıkmıştır.
6. Adaçayı yaş gövde ağırlığına ait verilerle yapılan istatistiki bulgulara göre tuz çeşit ve konsantrasyon interaksyonunun adaçayı bitkisinin yaş gövde ağırlığına önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.
7. Bitki başına ortalama kuru gövde ağırlığı açısından yapılan değerlendirmede farklı tuz bileşik ve konsantrasyon interaksyonunun bitki kuru gövde ağırlığına

etkisi istatistiksel olarak çok önemli olduğu bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Veriler değerlendirildiğinde kuru gövde ağırlığında en yüksek verim 0 mM KCl tuz uygulaması elde edilmiştir. Kuru madde birikimi, farklı tuz bileşik uygulamalarının tuz konsantrasyon düzeylerinde farklı cevaplar vermiştir. Genel olarak ortalamalara göre bir değerlendirme yapıldığında, kuru gövde madde ağırlığı değerlendirilmesi açısından en iyi değer KCl uygulamasında elde edilirken en düşük sonuç CaCl_2 tuz uygulamasında elde edilmiştir.

8. Yaş herba ağırlığı açısından farklı tuz bileşik ve konsantrasyon intearksiyonunun bitki yaş herba ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). İstatistiksel olarak veriler değerlendirildiğinde yaş herba veriminde en yüksek değer 100 mM MgCl_2 tuz düzeyinde elde edilirken en düşük verim ise 200 mM CaCl_2 tuz uygulamasında belirlenmiştir. Yaş herba ağırlığı, farklı tuz bileşik uygulamalarının tuz konsantrasyon düzeylerinde farklı cevaplar vermiştir. Tuz düzeylerine bakılmaksızın ortalamalar göz önünde bulundurulduğunda en yüksek değer MgCl_2 tuz uygulamasında belirlenirken en düşük değer CaCl_2 tuzluluk koşulları altında ortaya çıkmıştır.
9. Tuz çeşidine bakılmaksızın uygulanan tuz dozlarının adaçayı bitkisinin kuru herba ağırlığı açısından bir değerlendirme yapıldığında en fazla ağırlık 100 mM tuz düzeyinde elde edildiği belirlenmiştir. Artan tuz dozlarının kuru herba ağırlığına olumlu etki yaptığı saptanmıştır.
10. Farklı tuzluluk koşullarının bitkinin hem yaş hem de kuru petiyol (yaprak sapı) ağırlığı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak, farklı tuz çeşitleri ve konsantrasyonlarının adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nin bitki gelişimi üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada ele alınan tuz çeşitlerinden adaçayının kuru herba ağırlığı üzerine en fazla olumsuz etkiyi Sodyum Sülfat (Na_2SO_4) tuzunun gösterdiği, uygulanan tuzlar arasında adaçayının Magnezyum Klorür (MgCl_2) tuzuna karşı ise daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Farklı tuz konsantrasyonları dikkate alındığında ise adaçayında gelişmenin 100 mM tuz düzeyine kadar fazla tepki göstermediği, ancak bu dozdan itibaren artan tuz seviyeleriyle birlikte

gelişmenin olumsuz etkilendiği saptanmıştır. Adaçayı bitkisi üzerine farklı tuz çeşitlerinin değişen dozlarının etkisi birlikte değerlendirildiğinde ise bitki kuru herba ağırlığı üzerine en fazla olumsuz etkiyi KCl tuzunun 200 mM lık uygulaması gösterirken, adaçayı bitkilerinin tuza karşı en dayanıklı olduğu uygulama ise MgCl₂ tuzunun 100 mM lık dozu olmuştur. Bu çalışmada, adaçayının bitki gelişimi üzerine değişik tuz çeşitleri ve bu tuzların farklı dozlarının etkisi incelenmiş olmakla birlikte, adaçayının tıbbi bir bitki olduğu dikkate alındığında sonraki çalışmalarda etken madde oran ve bileşimlerinin incelenmesinin de yararlı olacağı düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Achakzai, A.K.K., Kayani, S.A., Hanif, A., 2010. Effect of salinity on uptake of micronutrients in sunflower at early vegetative stage. *Pakistan Journal of Botany* 42, 129-139.
- Ahmed, A.N., Javed, I.U.H., Akram, M., Akhtar, S., 2003. Germination scenario of barley genotypes to chloride and sulphate salinities of sodium. *International Journal of Agriculture and Biology* 5, 258-261.
- Al-Khateeb, S.A., 2006. Effect of salinity and temperature on germination, growth and ion relations of *Panicum turgidum* Forssk. *Bioresource Technology* 97, 292-298.
- Arslan, N., Gürbüz, B., Yılmaz, G. 1995. Adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nda tohum tutma oranı ve indol butirik asitin (IBA) gövde çeliklerinin köklenmesine etkileri üzerinde araştırmalar. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry TÜBİTAK*, 19, 83-87.
- Ashraf, M., Açıkgöz, N., 1998. Arpa tuza dayanıklı genotiplerin seleksiyonu için uygun yöntem saptanması üzerine bir araştırma. Bitkilerde stres fizyolojisinin moleküler temelleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ege Üniversitesi Bilim-Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, 55-59.
- Ashraf, M., Akhtar, N. 2004. Influence of salt stress on growth, ion accumulation and seed oil content in sweet fennel. *Biologia Plantarum* 48, 461-464.
- 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.
- Aydemir, O., 1997. Toprak Verimliliği II Toprak-Bitki İlişkileri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 192, 126-147, Erzurum.
- Baatour, O., Kaddour, R., Wannes, W.A., Lachaal, M., Marzouk, B., 2009. Salt effects on the growth, mineral nutrition, essential oil yield and composition of marjoram (*Origanum majorana*). *Acta Physiologia Plantarum*. DOI 10.1007/s1738-009-0374-4.
- Bayram, E., Sönmez, Ç., 2006. Adaçayı Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayın Bülteni No: 48. ISSN 1300-3518. Bornova/İzmir.
- Baytop, T., 1963, Türkiye'nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri, İ.Ü. Yayınları, İstanbul No:1039, Tıp Fakültesi, No:59, S.351.
- Baytop, T., 1999. Türkiye'de Bitkiler İle Tedavi Geçmişte ve Bugün (II. Basım).

Nobel Tıp Kitapevleri.

- Başer, K.H.C., Koca, F., Tümen, G., Akyalçın, H., 1994. Türkiye’ de Yetişen Sideritis Türleri. 12. Ulusal Biyoloji Kongresi, 79-85, (1994).
- Belaqziz, R., Romane, A., Abbad, A., 2009. Salt stress effects on germination, growth and essential oil content of an endemic thyme species in Morocco (*Thymus maroccanus* Ball.). Journal of Applied Sciences Research 5, 858-863.
- Bernàth, J., Danos, B., Hethelyi, E., 1991. Variation of essential oil spectrum of *Salvia* species affected by environment. Herba Hungarica 30, 35-48.
- Bernstein, L., 1963. Osmotic adjustment of plants to saline media. II. dynamic phase. American Journal of Botany 48, 909-918.
- Berrichi, A., Tazi, R., Bellirou, A., Kouddane, N., Bouali, A., 2010. Roel of salt stres on seed germination and growth of jojoba plant *Simmondsia chinensis* (Link) Scneider. Istanbul University Faculty of Science Journal of Biology 69, 95-101.
- Bilgin, N., “Besin Kültüründe Yetiştirilen Farklı Domates Çeşitlerinin Artan NaCl Uygulamalarına Toleransı ve Tuzluluk Stresinin Kuru Madde Miktarı ile Bitki Mineral İçeriğine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2002.
- Bozcuk, S., 1991. Bazı kültür bitkilerinde tuzluluğun çimlenme üzerine etkisi ve tuz tolerans sınırlarının saptanması. Doğa-Biyoloji Dergisi 15, 144-151.
- Bozcuk, S., “Domates (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Arpa (*Hordeum vulgare* L.) ve Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Bitkilerinin Büyüme ve Gelişmesinde Tuz-Kinetin Etkileşimi Üzerinde Araştırmalar”, Doçentlik Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, 1978.
- Carpici, E.B., Celik, N., Bayram, G., 2000. Effect of salt stres on germination of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. African Journal of Biotechnology 8, 4918-4922.
- Ceylan, A., Yurtsever, M., Ozonsoy, Y., 1979. *Salvia officinalis* L.’nin agronomik ve teknolojik özelliklerine azotlu gübrelemenin etkisi üzerinde araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16, 83-96.
- Ceylan, A., 1996. Tıbbi Bitkiler-II (Uçucu Yağ Bitkileri) Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:481, Bornova, İzmir, ISBN:975-483-362-1, S.225-240.
- Çevik, B., 1986. Toprak Su Koruma Mühendisliği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 108, Adana.
- Dadkhah, A.R., Grrifiths, H., 2006. The effect of salinity on growth, inorganic ions and dry matter partitioning in sugar beet cultivars. Journal of Agricultural Science and Technology 8, 199-210.

- Debez, A., Hamed, K., Grignon, B., Abdelly, C., 2004. Salinity effects on germination, growth, and seed production of the halophyte *Cakile maritima*. Plant and Soil 262, 179-189.
- Doğan, M., Kılıç, H., Aktan, A., Can, N.E., 2009. Tuz Stresi altındaki Domates (*Lycopersicon sp.*) fidelerinde kalsiyum miktarı değişimleri. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi 21, 103-108.
- Doğru, C.A., “ Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Ceylan 95 Makarnalık Buğday ve Şahin 91 Arpa Çeşitlerinde Bazı Gelişme Dönemleri ve Morfolojik Özellikler Üzerine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005.
- Duan, D., Liu, X., Khan, M.A., Gul, B., 2004. Effects of salt and water stress on the germination of *Chenopodium glaucum* L. seed. Pakistan Journal of Botany 36, 793-800.
- Ekren, S., Sönmez, Ç., Sancaktaroğlu, S., Bayram, E., 2007. Farklı biçim yüksekliklerinin adaçayı (*Salvia officinalis* L.) genotiplerinde agronomik ve teknolojik özelliklere etkisinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 44, 55-70.
- Ergene, A., 1982. Toprak Bilgisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:267, Ders Kitapları Serisi No:42, Erzurum.
- Eroğlu, İ., “Tuz Stresinin Bazı Fasülye (*Phaseolus vulgaris* L.) Kültür Çeşitlerinde Tohum Çimlenmesi ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, 2007.
- Esfandiari, E., Enayati, V., Abbasi, A., 2011. Biochemical and physiological changes in response to salinity in two durum wheat (*Triticum turgidum* L.) genotypes. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 39, 165-170.
- Esin, F., “Bazı Çilek Çeşitlerinde NaCl Uygulamasının Bitki Gelişimi ve İyon İçeriği Üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Van 100. Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
- Gill, K.S., Singh, D.S., 1985. Effect of salinity on carbohydrate metabolism during paddy (*Oryza sativa* L.) seed germination under salt stress condition. Indian Journal of Experimental Biology 23, 384-386.
- Güneş, A., Alpaslan, M., Taban, S., Hatipoğlu, F., 1997. Değişik buğday çeşitlerinin tuz stresine dayanıklılıkları. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 21, 215-219.
- Habàn, M., Otepka, P., “Organically Cultivated Medicinal Plants and Their Quality Analysis” Proceeding of Conference, Organic Farming, February 2007.

- Hirpara, K.D., Ramoliya, P.J., Patel, A.D., Pandey, A.N., 2005. Effect of salinisation of soil on growth and macro- and micro-nutrient accumulation in seedlings of *Butea monosperma* (Fabaceae). *Anales de Biología* 27, 3-14.
- Hu, Y., Burucs, Z., von Toucher, S., Schmidhalter, U., 2007. Short term-effects of drought and salinity on mineral nutrient distribution along growing leaves of maize seedlings. *Environmental and Experimental Botany* 60, 268-275.
- Jampeetong, A., Brix, H., 2009. Effects of NaCl salinity on growth, morphology, photosynthesis and proline accumulation of *Salvinia natans*. *Aquatic Botany* 91, 181-186.
- Kaçar, B., 1984. Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 899, Ankara.
- Kanber, R., Çullu, M.A., Kendirli, B., Antepli, S., Yılmaz, N., 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak, 2005, Cilt I, s. 213- 251, Ankara.
- Kalefetoğlu, T., ve Ekmekçi, Y., 2005. The effects of drought on plants and tolerance mechanisms (Review). *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 18, 723-740.
- Kara, T., 2002. Irrigation Scheduling to Present Soil Salinization from a Shallow Water Table, *Acta Horticulture* 573, 139-151.
- Karaaslan, D., “*Salvia* Populasyonlarında Farklı Azot Uygulamalarında Drog Verimi ve Kemotaksonomik Araştırmalar”, Yüksek lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 1994.
- Karray-Bouraoui, N., Rabhi, M., Neffati, M., Baldan, B., Ranieri, A., Marzouk, B., Lachaala, M., Smaoui, A., 2009. Salt effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome morphology and density on leaves of *Mentha pulegium* L. *Industrial Crops and Products* 30, 338–343.
- Keutgen, A.J., Pawelzi, E., 2009. Impacts of NaCl stress on plant growth and mineral nutrient assimilation in two cultivars of strawberry. *Environmental and Experimental Botany* 65, 170–176.
- Khalid, A.K., Da Silva, J.A.T., 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., Irwin, A.U., 1996. Influence of the salinity and temperature on the germination of *Haloxylon recurvum* Bunge Ex.Boiss. *Annals of Botany* 78, 547-551.
- Khorasaninejad, S., Mousavi, A., Soltanloo, H., Hemmati, K., Khaligh, A., 2010. The effect of salinity stress on growth parameters, essential oil yield and constituent

- of peppermint (*Mentha piperita* L.). World Applied Sciences Journal 11, 1403-1407.
- Koç, P. O., “Azot ve Kükürdün Adaçayı (*Salvia officinalis*) Bitkisinin Herba Verimi ve Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- Koyro, H.W., 2006. Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* L. Environmental and Experimental Botany 56, 136-146.
- Kuşvuran, Ş., Yaşar, F., Abak, K., Ellialtıoğlu, Ş., 2008. Tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı *Cucumis* sp.'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi 18, 13-20.
- Kwiatowsky, J., 1998. Salinity Classification, Mapping and Managment in Alberta. <http://www.agric.gov.ab.ca/sustain/soil/salinity/>
- Lewitt, J., 1980. Response of plants to environmental stress. Academic press. Newyork pp. 489-530.
- Lovato, M.B, De Lemos Filho, J.P., Martins, P.S., 1999. Growth responses of *Stylosanthes humilis* (Fabaceae) populations to saline stress. Environmental and Experimental Botany 41, 145–153.
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition Higher Plants and Academic Pres, 657-680.
- Munns, R., Termaat, A., 1986. Whole-plant responses to salinity. Australian Journal of Plant Physiology 13, 143-160.
- Neffati, M., Marzouk, B., 2008. Changes in essential oil and fatty acid composition in coriander (*Coriandrum sativum* L.) leaves under saline condition. Industrial Crops and Products 28, 137-142.
- Neffati, M., Sriti, J., Hamdaoui, G., Kchouk, M.E., Marzouk, B., 2011. Salinity impact on fruit yield, essential oil composition and antioxidant activities of *Coriandrum sativum* fruit extracts. Food Chemistry 124, 221–225.
- Okçu, G., Kaya, M.D., Atak, M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 29, 237-242.
- Ozturk, A., Unlukara, A., İpek, A., Gurbuz, B., 2004. Effect of salt stress and water deficit on planth growth and essential oil content of lemon balm (*Melisa officinalis* L.). Pakistan Journal of Botany 36, 787-792 .

- Özdalyan, N., “Süperkritik Akışkan Ekstraksiyon Yöntemi ile Elde Olunan Adaçayı Ekstratının Antioksidan Özellikleri Üzerine Bir Çalışma” , Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1998.
- Özgüven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoglu, F., Ekren , S., 2005. Tütün, tıbbi ve aromatik bitkiler üretimi ve ticareti.
- Parida, A., Das, A.B, Mitra, B., 2002. Effects of salt on growth, ion accumulation, photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*. *Trees-Structures and Function* 18, 167-174.
- Patel, A.D, Pandey, A.N., 2007. Effect of soil salinity on growth, water status and nutrient accumulation in seedlings of *Cassia montana* (Fabaceae). *Journal of Arid Environments* 70, 174-182.
- Prior, L.D., Grieve, A.M., Cullis, B.R., 1992. Sodium chloride and soil texture interactions in irrigated field grown sultana grapevines. II. Plant mineral content, growth and physiology. *Australian Journal of Agricultural Research* 43, 1067 – 1083.
- Razmjoo, K., Heydarizadeh, P., Sabzalian, M.R., 2008. Effects of salinity and drought stress on growth parameters and essential oil content of *Matricaria chamomila*. *International Journal of Agriculture and Biology* 10, 451-454.
- Saruhan, V., Üzen, N., Eylen, M., Çetin, Ö., 2008. Toprak tuzluluğunun kültür bitkilerine etkileri ve alınabilecek somut önlemler. Sulama- Tuzlanma Konferansı, 319-328, Şanlıurfa.
- Sayar, R., Bchini, H., Mosbahi, M., Ezzine, M., 2010. Effects of salt and drought stresses on germination, emergence and seedling growth of durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Journal of Agricultural Research* 5, 2008-2016.
- Schmildhalter, U., Oertli, J.J., 1991. Germination and seedling growth of carrots under salinity and moisture stress. *Plant and Soil* 132, 243-251.
- Sekmen, A.H., Demiral, T., Tosun, N., Türküsay, H., Türkan, İ., 2005. Tuz stresi uygulanan domates bitkilerinin bazı fizyolojik özellikleri ve toplam protein miktarı üzerine bitki aktivatörünün etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 42, 85-95.
- Serrano, R., Gaxiola, R., 1994. Microbial models and salt stress tolerance in plants. *CRC Critical Reviews in Plant Sciences* 13, 121-138.
- Shannon, M.C., 1984. Breeding, selection, and the genetics of salt tolerance, p. 231-254. In: R.C. Staples and G.H. Toenniessen (eds.). *Salinity tolerance in plants, strategies for crop improvement*. Wiley, Newyork.

- Siegel, S.M., Siegel, B.Z., Massey, J., Lachne, P., Chen, J., 1980. Growth of corn in saline waters. *Physiologia Plantarum* 50, 71-73.
- Sönmez, B., 1990. Tuzlu ve Sodyumlu Topraklar. TOKB Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 62-60.
- Şekeroğlu, N., Kara, Ş.M., Dede, Ö., Aşkın, T., 1999. Effect of salinity on germination, early seedling growth, Na and K constituents in chickpea. *Turkish Journal of Field Crops* 4, 79-84.
- Şensoy, N.D., “Adaçayı (*Salvia officinalis*) Yapraklarından Süperkritik Karbondioksit Ekstraksiyonu ile Doğal Antioksidan Eldesi ve Tayini”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
- Taarit, M.B., Msaada, K., Hosni, K., Hammami, M., Kchouk, M.E., Marzouk, B., 2009. Plant growth, essential oil yield and composition of sage (*Salvia officinalis* L.) fruits cultivated under salt stress condition. *Industrial Crops and Products* 30, 333–337.
- Taarit, M.N., Msaada, K., Marzouk, B., 2010. Changes in fatty acid and essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves under NaCl stress. *Food Chemistry* 119 951–956.
- Taban, S., Gunes, A., Alpaslan, M., Ozcan, H., 1999. Sensitivity of various maize (*Zea mays* L. cvs.) varieties to salinity. *DOGA, Tr. Journal of Agriculture and Forestry* 23, Supplement 3, 625-633.
- Tabatabaie, S.J., Nazari, J., 2007. Influence of nutrient concentrations and NaCl salinity on the growth, photosynthesis, and essential oil content of peppermint and lemon verbena. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry* 31, 245-253.
- Taffouo, V.D., Meguekemi, L., Kenne, M., Magnitsopi, A., Akoa, A., Ourry, A., 2009. Salt stress effects on germination, plant growth and accumulation of metabolites in five leguminous plants. *African Crop Science Conference Proceedings*, 9, 157 – 161.
- Tavili, A., Biniiaz, M., 2009. Different salt effects on the germination of *Hordeum vulgare* and *Hordeum bulbosum*. *Pakistan journal of nutrition* 8, 63-68.
- Tekin, F., Bozcuk, S., 1998. *Helianthus annuus* L. var santafe (ayçiçeği) tohumlarının çimlenmesi ve erken büyüme üzerine tuz ve dışsal putresin'in etkileri. *Turkish Journal of Biology* 22, 331-340.
- Tobe, K., Li, X., Omasa, K., 2004. Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of *Haloxylon ammodendron* (Chenopodiaceae). *Seed Science Research* 14, 345-353.

- Tunçturk, M., Tunçturk, R., Yaşar, F., 2008. Changes in micronutrients, dry weight and plant growth of soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars under salt stress. African Journal of Biotechnology 7, 1650-1654.
- Ungar, I.A., 1996. Effects of salinity on seed germination, growth and ion accumulation of *Atriplex patula* (Chenopodiaceae). American Journal of Botany 83, 604-607.
- Van Steveninck, R.F.M., Van Steveninck, M.E., Stelzer, L.R., Lauchi, A., 1982. Studies on the distribution of Na and Cl in two species of lupin (*Lupinus lateus* and *Lupinus angustifolius*) differing in salt tolerance. Physiologia Plantarum 56, 465-473.
- Wen-Bo, R., Pin-Fang, L., Bao-Guo, L., Fujiyama, H., Fen-Cheng, F., 2008. Some physiological responses of Chinese iris to salt stress. Pedosphere 18, 454-463.
- Yasar, F., "Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* Olarak İncelenmesi", Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.
- Yenikalaycı, A., Özgüven, M., "Çukurova Bölgesinde Farklı Ekolojilerde Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nın Verim ve Verim Komponentlerinin Araştırılması" Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Tekirdağ, Eylül 2001.
- Yıldız, B., Aktoklu, E., 2010. Bitki Sistematığı, İlk Karasal Bitkilerden Bir Çeneklilere. Palme Yayıncılık, s: 307, Ankara.
- Zabihi-e-Mahmoodaba, R., Jamaati-e-Somarin, S., Khayatnezhad, M., Gholami, R., 2011. The study of effect salinity stress on germination and seedling growth in five different genotypes of wheat. Advances in Environmental Biology 5, 177-179.
- Zehtab-Salmasi, S., 2008. Effect of salinity and temperature on the germination of dill (*Anethum graveolens* L.). Plant Science Research 1, 27-29.
- Zeybek, U., Zeybek, N., 2002. Farmasötik Botanik [Kapalı Tohumlu Bitkiler (Angiospermae) Sistematığı ve Önemli Maddeleri], Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:3 Bornova, İzmir, S.380.
- Zhang, Z.H., Tang, C., Rengel, Z., 2005. Salt dynamics in rhizosphere of *Puccinellia ciliata* Bor. in a loamy soil. Pedosphere 15, 784-791.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Muhittin KULAK
Doğum Yeri : Bozova/ Şanlıurfa
Doğum Tarihi : 21.09.1983
E - Posta : muhittinkulak@kilis.edu.tr
Yabancı Dili: : İngilizce

Eğitim Durumu (Okul, Mezuniyet Yılı, Şehir)

Orta Öğretim :Şanlıurfa Anadolu Lisesi, 2003, Şanlıurfa
Lisans : Üniversitatea Babeş-Bolyai, 2008, Cluj-Napoca
Abant İzzet Baysal Üniversitesi, 2009, Bolu.
Yüksek Lisans : Kilis 7 Aralık Üniversitesi (Devam ediyor), Kilis