

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**FARKLI TUZ (NaCl) STRESİ KOŞULLARINDA PROLİN
UYGULAMALARININ PATATESTİ FİZYOLOJİK ve MORFOLOJİK
ÖZELLİKLERE ETKİLERİ**

Mehmet KARAKUŞ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2008**

Prof. Dr. M. Atilla GÜR danışmanlığında, Mehmet KARAKUŞ'un hazırladığı "Farklı Tuz (NaCl) Stresi Koşullarında Prolin Uygulamalarının Patateste Fizyolojik ve Morfolojik Özelliklere Etkileri" konulu bu çalışma 19/06/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. M. Atilla GÜR

Üye : Prof. Dr. Ahmet YILMAZ

Üye : Doç. Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Abdulhabip ÖZEL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZDEN

Bu Tezin Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım

Prof. Dr. İbrahim BOLAT
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 641

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	22
3.1. Materyal.....	22
3.2. Yöntem.....	24
3.2.1. Araştırmanın uygulanmasında yapılan işlemler.....	27
3.2.1.1. İklim odasının hazırlanması.....	27
3.2.1.2. Ön filizlendirme.....	27
3.2.1.3. Saksıların dikime hazırlanması.....	27
3.2.1.4. Dikim.....	28
3.2.1.5. Sulama.....	28
3.2.1.6. Hasat.....	29
3.2.2. İncelenen özellikler ve yöntemi.....	29
3.2.2.1. İyon analizleri.....	29
3.2.2.2. MDA analizi.....	29
3.2.2.3. Prolin analizi.....	30
3.2.2.4. Klorofil içeriği.....	31
3.2.2.5. Hücre membran geçirgenliği.....	31
3.2.2.6. Toplam yaprak alanı.....	32
3.2.2.7. Yaprak sayısı.....	32
3.2.2.8. Bitki boyu.....	33
3.2.2.9. Saksıdaki sap sayısı.....	33
3.2.2.10. Sap çapı.....	34
3.2.2.11. Saksıdaki yumru sayısı.....	34
3.2.2.12. Yumru çapı.....	35
3.2.2.13. Tek yumru ağırlığı.....	35
3.2.2.14. Bitki başına yumru verimi.....	36
3.2.2.15. Toplam kuru madde oranı.....	36
3.2.3. Verilerin değerlendirilmesi.....	36
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	37
4.1. İyon İçeriği.....	37
4.2. MDA Miktarı.....	45
4.3. Prolin Miktarı.....	47
4.4. Klorofil İçeriği.....	50
4.5. Hücre Membran Geçirgenliği.....	56
4.6. Toplam Yaprak Alanı.....	58
4.7. Yaprak Sayısı.....	60
4.8. Bitki Boyu.....	62
4.9. Saksıdaki Sap Sayısı.....	65
4.10. Sap Çapı.....	66
4.11. Saksıdaki Yumru Sayısı.....	68
4.12. Yumru Çapı.....	70
4.13. Tek Yumru Ağırlığı.....	73
4.14. Bitki Başına Yumru Verimi.....	75
4.15. Toplam Kuru Madde Oranı.....	77
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	80
KAYNAKLAR.....	81

ÖZGEÇMİŞ.....	87
ÖZET.....	88
SUMMARY.....	94

ÖZ

Doktora Tezi

FARKLI TUZ (NaCl) STRESİ KOŞULLARINDA PROLİN UYGULAMALARININ PATATESTE FİZYOLOJİK ve MORFOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİLERİ

Mehmet KARAKUŞ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Atilla GÜR
Yıl: 2008, Sayfa:99

Bu çalışma farklı tuz (0, 25, 50 100 mM) stresi koşullarında prolin (0, 5, 15 mM) uygulamalarının, patateste morfolojik ve fizyolojik tepkilerini belirlemek amacıyla, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Büyüme Odasında 2006 yılında yürütülmüştür. Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanmış olup, materyal olarak Van Gogh çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı, sap çapı, bitki başına yumru verimi, tek yumru ağırlığı, yumru çapı, saksıdaki sap sayısı, saksıdaki yumru sayısı ile klorofil içeriği, toplam kuru madde oranı, yapraktaki iyon (K, Na, Mg, Ca) içeriği, hücre membran geçirgenliği, prolin miktarı ve malondialdehid (MDA) miktarı gibi özellikler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; artan tuz uygulamalarının bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı, sap çapı, bitki başına yumru verimi, saksıdaki yumru sayısı, toplam kuru madde oranı, tek yumru ağırlığı, yumru çapı, klorofil içeriği ile yapraktaki iyon (K, Mg, Ca) içeriğini azalttığı buna karşın hücre membran geçirgenliği, prolin miktarı, malondialdehid (MDA) miktarı ve yapraktaki sodyum konsantrasyonunu arttırdığı görülmüştür. Tuz stresine karşı dışsal olarak uygulanan prolinin bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı, sap çapı, bitki başına yumru verimi, tek yumru ağırlığı, yumru çapı, klorofil içeriği, yapraktaki iyon (K, Na, Mg, Ca) içeriği, hücre membran geçirgenliği, prolin miktarı ve malondialdehid (MDA) miktarı gibi incelenen özellikler üzerine olumlu etkileri saptanmıştır. Ayrıca artan tuz uygulamasının ve prolinin saksıdaki sap sayısı üzerine bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Patates, Tuz, Prolin

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

EFFECTS OF PROLINE APPLICATIONS ON PHYSIOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF POTATO GROWN UNDER DIFFERENT SALT (NaCl) STRESS CONDITIONS

Mehmet KARAKUŞ

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Field Crops**

**Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Atilla GÜR
Year: 2008, Page:99**

This study were conducted to investigate the effects of different NaCl treatments (0, 25, 50, 100 mM) and external proline (0, 5, 15 mM) applications on some morphological and physiological characteristics of potato grown under controlled condition in Department of Field Crops, Faculty of Agriculture at Harran University in 2006. Experimental design of the study was split plot design with three replications. Single cultivar, Van Gogh, were used in the experiment. Plant height, chlorophyll content, leaf numbers, leaf area, stem diameter, tuber yield per plant, single tuber weight, tuber diameter, stem number per pot, tuber number per pot, total dry matter, ion content of leaf samples, membrane permeability, proline and malondialdehyde (MDA) were examined. Plant height, chlorophyll content, leaf numbers, leaf area, stem diameter, tuber yield per plant, tuber number per pot, total dry matter, single tuber weight, tuber diameter and ion contents of leaf samples were decreased by salt treatments. Membrane permeability, proline, MDA and Na content of the leaf samples were increased by salt treatments. External Proline applications on plant height, chlorophyll content, leaf numbers, plant leaf area, stem diameter, tuber yield per plant, single tuber weight, tuber diameter, ion contents of (K, Na, Mg, Ca) leaf samples, membrane permeability, proline and MDA partially ameliorated the negative impact of the salt stresses. The data obtained showed that proline applications under salt stress conditions were not effective on stem number per pot.

KEY WORDS: Potato, Salt, Proline

TEŞEKKÜR

Bana, bu çalışma konusunu veren ve araŐtırmamın yürütölmesi süresince her türlü yardımlarını esirgemeyen değerli danıŐmanım ve bölüm baŐkanım Prof. Dr. Mehmet Atilla GÜR'e, denemenin yürütölmesi sırasında yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZDEN'e, Yrd. Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŐ'a, Yrd. Doç. Dr. Abdulhabip ÖZEL ve ArŐ. Gör. Ufuk DEMİREL'e, verilerin değerlendirilmesinde katkı sağlayan ArŐ. Gör. Selahattin KİRAZ ve ArŐ. Gör. Yalçın ÇOŐKUN'a ayrıca hiçbir fedakârlıktan kaçınmadan beni destekleyen anneme, babama ve kardeŐlerim Ali ve Adnan KARAKUŞ'a varlığı ve sabrı ile her zaman destek, güc ve umut veren sevgili eŐim Safiye KARAKUŞ'a teşekkür ederim.

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 4.1. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen sodyum değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4.2. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen sodyum (%) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	38
Çizelge 4.3. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen potasyum değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	39
Çizelge 4.4. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen potasyum (%) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	39
Çizelge 4.5. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen kalsiyum değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.6. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen kalsiyum (%) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	41
Çizelge 4.7. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen magnezyum değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.8. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen magnezyum (%) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	42
Çizelge 4.9. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen MDA değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	45
Çizelge 4.10. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen MDA (nmol/g taze ağırlık) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	46
Çizelge 4.11. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen prolin değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	47
Çizelge 4.12. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen prolin (µmol/g taze ağırlık) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	48
Çizelge 4.13. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen klorofil a değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	50
Çizelge 4.14. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen klorofil a (mg/g) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	50
Çizelge 4.15. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen klorofil b değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.16. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen klorofil b (mg/g) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	52
Çizelge 4.17. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen toplam klorofil değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.18. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen toplam klorofil (mg/g) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	53
Çizelge 4.19. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen hücre membran geçirgenliği değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.20. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen hücre membran geçirgenliği (%) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	57
Çizelge 4.21. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen toplam yaprak alanı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	58
Çizelge 4.22. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen toplam yaprak alanı (cm ² /bitki) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	59
Çizelge 4.23. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yaprak sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	60
Çizelge 4.24. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yaprak sayısı (adet/bitki) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	61
Çizelge 4.25. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	63
Çizelge 4.26. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen bitki boyu (cm) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	63
Çizelge 4.27. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen saksıdaki sap sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	65

Çizelge 4.28. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama saksıdaki sap sayısı (adet/bitki) değerleri	65
Çizelge 4.29. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen sap çapı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	67
Çizelge 4.30. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen sap çapı (mm) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	67
Çizelge 4.31. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen saksıdaki yumru sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	69
Çizelge 4.32. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen saksıdaki yumru sayısı (adet/bitki) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	69
Çizelge 4.33. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yumru çapı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	71
Çizelge 4.34. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yumru çapı (mm) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	71
Çizelge 4.35. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen tek yumru ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	73
Çizelge 4.36. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen tek yumru ağırlığı (g) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	73
Çizelge 4.37. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen bitki başına yumru verimi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	75
Çizelge 4.38. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen bitki başına yumru verimi (g) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	76
Çizelge 4.39. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen toplam kuru madde oranı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	77
Çizelge 4.40. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen toplam kuru madde oranı (%) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar.....	78

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Bitki yetiştirme odasından bir görünüm.....	24
Şekil 3.2. Bitki yetiştirilmesinde kullanılan hogland besin solusyonu.....	25
Şekil 3.3. Yürütülen çalışmada uygulamalara başlamadan önce bitkilerin genel görünümü.....	25
Şekil 3.4. Denemenin yürütüldüğü iklim odasında bitkilerin genel görünüşü.....	26
Şekil 3.5. Ön filizlendirmeye tabi tutulmuş patates yumruları.....	28
Şekil 3.6. Değişik uygulamalara ait prolin analizi örnekleri.....	30
Şekil 3.7. Prolin miktarını belirlemede kullanılan standart eğri.....	30
Şekil 3.8. İyon akışı için örneklerin çalkalayıcı aletindeki genel görünümü.....	31
Şekil 3.9. Gerçek yaprakçık alanı ile yaprakçık uzunluğu ve genişliği arasındaki ilişki.....	32
Şekil 3.10. Patates bitkisi yaprağına ait genel görünüm.....	33
Şekil 3.11. Patates bitkisinde bitki boyuna ait genel görünüm.....	33
Şekil 3.12. Patates bitkisinde sap sayısına ait genel görünüm.....	33
Şekil 3.13. Patates bitkisinde sap çapına ait genel görünüm.....	34
Şekil 3.14. Patates bitkisinde saksıdaki yumru sayısına ait genel görünüm.....	34
Şekil 3.15. Patateste yumru çapına ait genel görünüm.....	35
Şekil 3.16. Patateste tek yumru ağırlığına ait genel görünüm.....	35
Şekil 4.1. 25 Mm ve 100 Mm Tuz uygulanmış bitkilerin genel görünüşü.....	37
Şekil 4.2. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama Na (%) değerleri.....	43
Şekil 4.3. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama K (%) değerleri.....	44
Şekil 4.4. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama Ca (%) değerleri.....	44
Şekil 4.5. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama Mg (%) değerleri.....	45
Şekil 4.6. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama MDA (nmol /g taze ağırlık) değerleri.....	47
Şekil 4.7. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama prolin (µmol/g taze ağırlık) değerleri.....	49
Şekil 4.8. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama klorofil a (mg/g) değerleri .	54
Şekil 4.9. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama klorofil b (mg/g) değerleri .	55
Şekil 4.10. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama toplam klorofil (mg/g) değerleri.....	55
Şekil 4.11. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama hücre membran geçirgenliği (%) değerleri.....	57
Şekil 4.12. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama toplam yaprak alanı (cm ² /bitki) değerleri.....	59
Şekil 4.13. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet/bitki) değerleri.....	62
Şekil 4.14. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama bitki boyu (cm) değerleri .	64
Şekil 4.15. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama saksıdaki sap sayısı (adet/bitki) değerleri.....	66
Şekil 4.16. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama sap çapı (mm) değerleri...	68
Şekil 4.17. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama saksıdaki yumru sayısı (adet/bitki) değerleri.....	70
Şekil 4.18. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama yumru çapı (mm) değerleri.....	72
Şekil 4.19. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama tek yumru ağırlığı (g) değerleri.....	74
Şekil 4.20. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama bitki başına yumru verimi (g) değerleri.....	77
Şekil 4.21. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama toplam kuru madde oranı (%) değerleri.....	79

KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ

ASA	: Asetilsalisilik asit
BBYV	: Bitki Başına Yumru Verimi
Ca	: Kalsiyum
cm	: Santimetre
⁰ C	: Santigrad derece
da	: Dekar
dS	: Desisiemens
EC	: Elektriksel iletkenlik
g	: Gram
ha	: Hektar
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
L	: Litre
m	: Metre
mBar	: Milibar
MDA	: Malondialdehid
mg	: Miligram
Mg	: Magnezyum
mm	: Milimetre
ml	: Mililitre
mM	: Milimolar
mmhos	: Milimhos
Na	: Sodyum
NaCl	: Sodyum klorür
nm	: Nanometre
nmol	: Nanomol
PEG	: Polietilen glikol
ppm	: Milyonda bir kısım
Spm	: Spermin
Put	: Putres
%	: Yüzde
YÇ	: Yumru Çapı
YS	: Yumru Sayısı
TYA	: Tek Yumru Ağırlığı
TKMO	: Toplam Kuru Madde Oranı
µmol	: Mikromol
W	: Watt

1. GİRİŞ

Bitkisel üretimde stres; bir veya birden fazla etkenin, bitkiyi çevresel olarak etkileyerek büyümede yavaşlamaya ve verim düşüklüğüne neden olması şeklinde ifade edilmektedir (Esin, 2007). Bitkide strese neden olan etmenler; biyotik kökenli olabildikleri gibi tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklık, besin elementi eksik veya fazlalıkları gibi abiyotik kökenli de olabilmektedir. Toprak tuzluluğu özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde ortaya çıkmaktadır. Böyle bir iklim bölgesinde sulama yapılması halinde tuzlanma çok daha hızlı bir şekilde ortaya çıkabilmektedir. Sulama ile toprağın alt katmanlarında bulunan tuz, buharlaşma sırasında kapillarite ile yukarı taşınmakta ve bitkinin kök bölgesi seviyesinde birikmektedir. Sulamanın yanlış uygulanması yeterli drenajın olmaması veya sulama suyunda yüksek dozda eriyebilir tuzların bulunması tuzlanmanın diğer nedenleri arasında sayılabilir. Toprakta tuz konsantrasyonunun artması ile birlikte bitkinin topraktan su alımı güçleşmekte, toprağın yapısı bozularak bitki gelişimi yavaşlamakta ve hatta durmasına neden olmaktadır (Ekmekçi ve ark., 2005).

Dünya’da doğal olarak oluşan tuzluluktan etkilenen toplam alan, çeşitli araştırmacılara göre farklılık göstermekle birlikte genel olarak toprak yüzeyinin % 7’sine karşılık gelen 1 milyar ha olduğu konusunda birleşmişlerdir. Toplam sulanan alanların yaklaşık % 20’si tuzluluktan etkilenmektedir. Dünyada sulanan alanlarının yaklaşık yarısı tuzlulaşma ile karşı karşıyadır (Binici, 2005).

Ülkemizde drenaj sorunu olan toplam 2 749 057 ha’lık alanın 1 513 645 hektarında tuzluluk ve alkalilik sorunu görülmektedir. Tuzluluğun sorun olduğu ovalar Harran, Amik, Konya ve Aşağı Seyhan olarak sayılabilir. Tuzluluğun tarım yapılan alanlarda verimliliği olumsuz yönde etkileyen önemli bir etmen olduğu bilinmektedir (Özcan ve ark., 2000).

Tarımı yapılan kültür bitkilerinin tümü, tuzluluğa karşı aynı tepkiyi göstermezler. Bazı bitkiler tuzluluğa karşı daha hassas iken, bazı bitkiler daha dayanıklıdır. Tuza dayanıklılık açısından bitkiler şu şekilde sınıflandırılabilir (Anonim, 2007).

- Tuza yüksek derecede dayanıklı bitkiler : Şekerpancarı, pamuk, arpa
- Tuza orta derecede dayanıklı bitkiler : Buğday, ayçiçeği, kaba yonca,
- Tuza düşük derecede dayanıklı bitkiler : Kızıl yonca, baklagiller, çeltik, mısır.

Patates, tuzluluğa orta derecede duyarlı bir bitki olarak kabul edilmiştir (Turhan, 1999). Karbonhidrat kaynaklı gıda maddeleri arasında ilk sıralarda yer alan ve yumrularından yararlanılabilen bir kültür bitkisi olan patates birinci derecede nişasta kaynağı olmasına rağmen, besleme değeri itibarıyla yumurtadan sonra en kaliteli ve kullanılabilir proteine sahiptir. Patates yumrusunun kimyasal bileşiminde %70-80 su, %11-22 nişasta, %1-2.5 protein bulunmaktadır (Er ve Uranbey, 1998). Üretimi yapılan patatesin % 54' ü doğrudan insan gıdası, % 19' u hayvan yemi, % 12'si tohumluk, % 8'i sanayi ham maddesi olarak ve % 8'i ise diğer şekillerde kullanılmaktadır (Arslan ve ark., 2000).

Dünya'da 2006 yılında patates dikim alanı 18.8 milyon ha, yumru üretimi 315.1 milyon ton ve yumru verimi 1673 kg/da'dır. Ülkemizde 2006 yılındaki patates dikim alanı 154.3 bin ha, yumru üretimi 4.4 milyon ton ve yumru verimi 2849 kg/da'dır. Türkiye'de yıllara göre patates dikim alanı ve üretimine bakıldığında, 2001 yılında 200 000 ha dikim alanı ve 5 milyon ton üretim, 2002 yılında 198 000 ha dikim alanı ve 5.2 milyon ton üretim, 2003 yılında 195 000 ha dikim alanı ve 5.3 milyon ton üretim, 2004 yılında 179 000 ha dikim alanı ve 4.8 milyon ton üretim ve 2005 yılında 154 300 ha dikim alanı ve 4.09 milyon ton üretime sahip olduğu görülmektedir (Anonim, 2006). Son yıllarda patates dikim alanında azalış ve dolayısıyla üretimdeki düşüşün nedeni patates tarımının en çok yapıldığı İç Anadolu Bölgesinde hastalıkların yaygınlaşmasından kaynaklanmaktadır. Türkiye'de en çok patates tarımının yapıldığı illere bakıldığında 24 698 ha dikim alanı ve 977 999 ton üretim ile Nevşehir, 27 312 ha dikim alanı ve 929 256 ton üretim ile Niğde, 10 220

ha dikim alanı ve 332 439 ton üretim ile Afyon, 13 166 ha dikim alanı ve 325 831 ton üretim ile İzmir, 10 157 ha dikim alanı ve 283 283 ton üretim ile Bolu yer almaktadır (Anonim, 2004).

Türkiye'nin hemen her bölgesinde patates üretimi yapılmakla beraber Güneydoğu Anadolu Bölgesinde patates üretimi bölgenin ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde değildir. GAP'ın tamamlanması ile birlikte bölgede sulamaya açılacak 1.7 milyon ha'lık alanda oluşturulacak ürün deseninde, ülkenin ve bölgenin ihtiyaçlarının karşılanmasına dikkat edilmelidir. Dünya tarım ürünleri arz ve talep projeksiyonları dikkate alınarak, Güneydoğu Anadolu bölgesi için bölgenin toprak, su, iklim, tarımsal girdiler ve benzeri kaynaklar bazında 2010 yılı optimal ürün deseni projeksiyonları ortaya konulmuş ve yumrulu bitkilerin (patates, soğan, sarımsak) sulu tarım alanındaki payı % 3.4 olarak belirlenmiştir (Kolsarıcı ve ark., 2005).

GAP'ın beraberinde getirdiği en önemli problemlerden birisi de tuzlulaşma sorunudur. Harran ovasında toplam olarak 11403 ha tuzlu alan olduğu belirlenmiştir. Genellikle tuzlulaşmanın etkili olduğu bölgeler Akçakale, Ekinyazı ve Gürgelen olarak belirtilmektedir (Kanber ve ark., 2005). Tuzlu alanlarda ekonomik olarak tarım yapabilmeye yöntemlerinden biride bitkilerde tuzluluğa dayanıklılığı artıracak yöntemlerin bulunması ve uygulanmasıdır. Ayrıca tuzluluğa dayanıklı bitkilerin saptanması ve geliştirilmesi de gerekmektedir. Çeşitlerin veya ıslah hatlarının tarla koşullarındaki tuzluluk testlerinde çeşitli zorluklar ile karşılaşmaktadır. Bunlardan, kontrol edilemeyen çevre koşulları, toprağın homojen olmaması, test edilecek materyalin çokluğu, uzun zaman ve fazla işgücü ihtiyacı sayılabilir.

Bitkilerin tuz, sıcaklık gibi stres faktörlerine dayanıklılıkta iki yol izledikleri; bunlardan ilkinin 'Kaçınma' olduğu ve bitkilerin bunun için yapılarında morfolojik ve kimyasal değişiklikler gerçekleştirdiği belirtilmektedir. İkinci yol ise dayanıklılık mekanizması olup, stres faktörünün etkisini hücre ve doku seviyesinde değişiklikler yaparak azaltma çabası olduğu belirtilmektedir (Avcıoğlu ve ark., 2003).

Bitki stoplazmasında aşırı miktarda bulunan Na, protein sentezini ve enzim aktivitesini engelleyerek toksik etki göstermektedir. Buna karşın, dokularında

sodyuma göre daha fazla oranda biriken klorun ise yapraklarda zararlanmalara yol açarak fotosentezi dolayısıyla ürünü olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Tuzluluğun yarattığı ozmotik stres sonunda sitoplazmanın ozmotik potansiyeli, prolin, glisin betain ve sakkaroz gibi organik bileşiklerin birikimi ile sağladığı belirtilmektedir (Taban ve ark., 1999).

Yapılan araştırmalar, değişik stres koşullarında prolin birikiminin türe özgü bir karakter taşıdığını hatta aynı türe ait varyeteler arasında bile farklılıklar olduğunu ve stres koşullarına bağlı olarak bitkilerde değişik miktarlarda prolin biriktiğini göstermiş olup, bu özellikten yararlanarak kültür bitkilerinin tuz stresine dayanıklı varyetelerin saptanmasının mümkün olabileceği belirtilmiştir. Kinetik çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre prolin birikimine 4 temel olayın neden olabileceği düşünülmektedir. 1. Glutamat'tan prolin sentezinin stimüle edilmesi. 2. Ornitin'in deaminasyonu. 3. Prolin oksidasyon hızının düşmesi. 4. Protein sentezinin engellenmesi ve buna bağlı olarak prolin'in proteinlere katılımının azalması. Prolin biyosentezinde rol oynayan enzimlerin ise glutamat kinaz ve glutamik semialdehit dehidrogenaz olduğu, ayrıca glutamik asitten prolin biyosentezinin prolin tarafından geri bildirim mekanizmasıyla inhibe edildiği rapor edilmiştir (Yürekli ve ark., 1996).

Prolin, amino asitler arasında en basit kimyasal yapı ve en düşük molekül ağırlığına sahip, stres koşulları altında yetişebilen bitkilerde birikimi en fazla olan amino asittir. Prolin, bitkilerde su noksanlığı, soğuk, ağır metaller, sıcaklık ve özellikle tuzluluk gibi faktörlere maruz kaldığı koşullarda ortaya çıkan ilk fizyolojik tepki olup, hücre içindeki vakuolde konsantrasyonunun artmasıyla strese karşı ne kadar ve hangi oranda bitkinin dayanıklı olduğunu gösteren bir fizyolojik olaydır. Prolinin hücre içindeki yoğunluğunun artması hem strese karşı indikatör olup, hemde bitkinin strese karşı savunma mekanizmasını harekete geçiren metabolik olayın ilk basamağını içermektedir. Prolin ile ilgili pek çok tartışmalar yapılmış olup, bazı araştırmacılar proteinin parçalanması sonucu açığa çıktığını ve dolayısıyla hücre içerisinde konsantrasyonunun arttığını belirtmelerine rağmen genel kanı hücre içerisinde prolinin sentezlendiği kanaatine varılmıştır. Prolin ile ilgili yapılan çalışmalar genelde bitkinin nasıl prolin sentezlendiği yönünde olmuş ve sentezlenen

amino asitin konsantrasyonları üzerine tartışmalar yapılmıştır. Bitkilerde biriken prolinin osmotik basıncın dengelenmesinde, Na, K, Mg ve Ca gibi iyonların konsantrasyonlarına etkide bulunduğu, hücre duvarının güçlendirilmesinde, klorofil moleküllerinde ve enzim aktivetelerinde önemli bir yerinin olduğu belirtilmektedir (Iba, 2002).

Bitkilerde Na'un yapraklarda birikerek klorofil moleküllerindeki Mg ile yer değiştirmesini ve klorofillerin yapısını bozarak klorozis'e neden olup, bir stres proteini olan prolinin hücrelerde üretimi ve birikimi arttığı belirtilmektedir (Avcıoğlu ve ark., 2003). Bitkiler tuz stresi koşullarında, prolin üreterek hücrenin osmotik basınçlarını yükselttikleri, bu sayede de besin ortamında ortaya çıkan yüksek osmatik basıncı dengeleyip, yaşamlarını sürdürebildikleri belirtilmektedir. Tuz stresinin olduğu ortamda, hücre zarı yüzeyine biriken NaCl moleküllerinin iyonizasyonu sonucu oluşan Cl iyonlarının pH hızla düşürdüğünü, bunun sonucunda zar proteinlerinin hidrojen bağlarının koptuğunu ve proteinlerden, protein pompalarından K, Ca gibi iyonlarının da koparak ortama dağıldığı belirtilmekte olup, bunun sonucu olarak zarın zararlanması oranında ortamda serbest iyon konsantrasyonunun arttığı belirtilmektedir (Öztürk ve Demir, 2002).

Bu çalışma ile farklı tuz (NaCl) stresi koşullarında dışsal prolin uygulamalarının patatestey meydana getirdiği fizyolojik ve morfolojik özelliklere etkileri ve tuz stresine karşı dışsal olarak uygulanan farklı prolin konsantrasyonlarının ne derece etki ettiği belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ortaya çıkacak sonuçlar orta ve uzun vadede bölgede patates üzerine yapılacak araştırmalara temel oluşturacak bilgi birikiminin toplanması açısından da önemlidir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Stewart ve Lee (1974), deli otunda yaptıkları çalışmada, tuzsuz koşullar altında yetişen bitkinin prolin seviyesinin düşük olduğunu ve tuzluluğun artması ile birlikte prolin düzeyinin arttığını belirtmektedirler. Prolin biriktirme kapasitesinin tuza toleranslılık ile ilgili olduğunu saptamışlardır. Ayrıca prolinin ana fonksiyonunun hücrenin osmotik dengesinin korunması olduğunu rapor etmişlerdir.

Tıprıdamaz (1989), iki buğday çeşidinde (Gerek 79 ve Bezostaya 1) dört farklı tuz (0, 50 100 ve 150 mM) ve su stresinin (2.2, 4.4 ve 6.6 bar) etkilerinin araştırıldığı çalışmada, her iki stres koşulunda da prolin, Na ve Cl miktarlarının arttığını, K miktarının ise azaldığını bildirmiştir.

Martinez ve ark. (1996), *in vitro* koşullarında düşük sıcaklığa karşı farklı dayanıklılık gösteren patates türlerinde prolin birikimi ve tuza toleransı belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada dört farklı patates türü (*Solanum andigena*, *Solanum curtilobum*, *Solanum juzepczukii* ve *Solanum tuberosum*) kullanılmış olup, her tür tuz stresine farklı tepki göstermiştir. Sonuç olarak patates türlerinde tuza dayanıklılık yapraktaki prolin kapsamı ile ilişkilendirilmiş ve prolin kapsamı ile bitki parçacıklarının yaşamı ve gelişmesi arasında yakın bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tuz stresine karşı patatesin toleransını artırmak için prolin birikiminin biyokimyasal bir işaret olarak kullanılabilceği tespit edilmiştir.

Yürekli ve ark. (1996), 25 gün kontrollü koşullarda yetiştirilen ayçiçeği bitkisinde farklı tuz (0, 50, 100 ve 150 mM) konsantrasyonlarında ve zamana bağlı (24, 48 ve 72 saat) olarak yapraklarında prolin birikimine etkisinin incelendiği araştırmada, artan tuz konsantrasyonuna ve zamana bağlı olarak yaprak dokusunda prolin miktarının önemli derecede arttığını bildirmişlerdir.

Çavdar (1997), 13 makarnalık buğday çeşidi üzerine altı farklı tuz (0, 50, 75, 100, 150 ve 200 mM) ve dört farklı su stresinin (PEG-8000, % 0, 20, 30 ve 40) etkilerinin araştırıldığı çalışmada, her iki stres koşulunda da çimlenme, büyüme ve şeker miktarında azalmanın olduğunu, prolin miktarında ise artış olduğunu saptamıştır.

Alpaslan ve ark. (1998), ülkemizde yaygın olarak üretimi yapılan altı buğday (Gerek, Bolal, Kıraç, Çakmak, Bezostaya ve Kızıltan) ve altı çeltik çeşidinin (Ribe, Tri-445, Serhat 92, Kros 424, Baldo ve Rocca) tuz stresinde Ca, P, Fe, Cu, Zn ve Mn içeriklerinde değişimleri araştırmışlardır. Yapılan bu çalışmada toprakta tuz stresini yaratabilmek için 68 mmol (4g) NaCl/kg toprak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda tuzluluğun bitkilerin gelişimlerini sınırlandırdığı, Kızıltan çeşidinin P içeriğinin azaldığı, çeltik çeşitlerinden Tri-445 ve Kros 424'ün P içeriğinde ise artışa neden olduğu belirlenmiştir. Buğday çeşitlerinden Gerek, Bolal ve Kıraç'ın, çeltik çeşitlerinden de Tri 445 ve Rocca'nın Fe içeriği tuzlulukla azalmış, buna karşılık Çakmak ve Bezostaya ile Ribe, Serhat 92, Kros 424 ve Baldo çeşitlerinin Fe içerikleri artış göstermiştir.

Tekin ve Bozcuk (1998), kontrollü iklim koşullarında, ayçiçeği (*Helianthus annuus* L. var. Santafe) tohumlarının çimlenmesi ve bazı büyüme parametreleri üzerine tuz (NaCl) ve putresin (Put.)'in ayrı ayrı ve birlikte etkileri ile ilgili yapılan çalışmada, üç farklı tuz konsantrasyonu (50, 100, 200mM) ile üç farklı seviyede (0.01, 1, 2mM) Put. uygulaması araştırılmıştır. Tek başına tuz konsantrasyonunun tohumların çimlenmesini engellediği ya da geciktirdiği, ayrıca çimlenme döneminde bazı büyüme parametrelerini olumsuz yönde etkilediği ortaya konmuştur. Tek başına kullanılan Put., çimlenme yüzdesi ve incelenen bazı büyüme parametreleri üzerinde etkisiz bulunmuştur. Tuz+Put. kombinasyonlarında ise Put'un tuz stresi altındaki tohumların çimlenmesini arttırmıştır. 200mM NaCl + 1mM Put., kombinasyonlarındaki Put., tuzun çimlenme üzerindeki engelleyici etkisini tamamen ortadan kaldırdığı ve çimlenmeyi, kendi kontrollerine göre, 4.57 kat arttırdığı tespit edilmiştir. Tuz+Put. kombinasyonlarının da radikula uzunluğu, taze ve kuru ağırlık gibi büyüme parametrelerinin yükseltildiği de belirtilmiştir.

Evers ve ark. (1999), osmotin proteini kodlayan cDNA'nın transfer edildiği transgenik patatesle, normal patatese 100 mM tuz uygulamasının etkilerinin araştırıldığı çalışmada, tuz stresinde normal patatese kök ve sap gelişiminin etkilendiğini ancak transgenik patatesin kök ve sap gelişiminin devam ettiğini gözlemlediklerini buna sebep olarak da transgenik patatese prolin içeriğinin daha fazla bulunmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Konak ve ark. (1999), tarafından yapılan çalışmada Ege Bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen 7 ekmeklik (İzmir-85, Kaşifbey, Cumhuriyet-75, Seri-82, Kaklıç, Gönen ve Basribey-95) ve 2 makarnalık (Gediz-75 ve Ege-88) buğday çeşidinin çimlenme ve fide dönemindeki tuza toleransları incelenmiştir. Farklı tuz (NaCl) konsantrasyonları (kontrol ve EC değeri 8, 16 ve 24 mmhos/cm) olacak şekilde uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda farklı tuz konsantrasyonlarının ekmeklik ve makarnalık buğdaylarda sürme gücü, kök boyu, fide boyu, kuru kök ağırlığı, kuru fide ağırlığı, toplam kuru ağırlığında azalmalara neden olduğu belirtilmiştir. Çeşitler karşılaştırıldığı zaman sırasıyla Cumhuriyet-75, Seri-82 ve Basribey-95 çeşitlerinin tuza toleranslı, Kaklıç ve Gönen çeşitlerinin ise hassas oldukları saptanmıştır.

Taban ve ark. (1999), tarafından yapılan çalışmada Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kenan Evren Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden alınan toprak ile yürütülen saksı çalışmasında, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen 8 mısır çeşidinin (Riogrande, PostKLF, postkontrol, Alkantara, G-4662, Dracma, Tarım, Fanion ve Kelty) tuz stresine duyarlılıkları araştırmışlardır. Bu amaçla toprağa 68 mmol/kg NaCl ilave edilmiştir. Çeşitler karşılaştırıldığında Kelty, PostKLF, Postkontrol, G-4662 ve Dramca çeşitlerinin diğer çeşitlere oranla tuza daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Tuz stresi altında bu çeşitlerin kuru madde miktarları diğer çeşitlere göre daha az etkilenmiş olup, Na ve Cl içerikleri diğer çeşitlere göre daha az bulunmuştur. Tuz stresi altında çeşitlerin P ve Mn içerikleri artmış, K azalmış, Fe, Cu ve Zn içerikleri ise çeşitlere göre değişiklik göstermiştir.

Turhan (1999), bazı patates çeşitlerinin tuz stresine karşı *in vitro* ve *in vivo* koşullarındaki tepkilerini belirlemek amacıyla yaptığı araştırmada, artan miktarlarda uygulanan tuz (NaCl, % 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00) konsantrasyonlarında bitki gelişiminin durduğunu ve hatta bitki ölümlerinin olduğunu saptamıştır. Araştırmada kullanılan dört patates (Maris Bard, Desiree, Nicola ve Russet Burbank) çeşidinden oransal dayanıklılık açısından en dayanıklı çeşidin Russet Burbank olduğu tespit etmiştir.

Özcan ve ark. (2000), tarafından yapılan çalışmada Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kenan Evren Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden alınan toprak ile yürütülen saksı çalışmasında, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen 3 nohut çeşidinin (Canitez-87, ILC-195/2, Damla) tuz stresinde gelişimi ile prolin, Na, P, Cl ve K konsantrasyonlarındaki değişimler araştırılmıştır. Bu amaçla toprağa 68 mmol kg^{-1} NaCl ilave edilmiştir. Çeşitler karşılaştırıldığında Damla çeşidi, Canitez-87 ve ILC-195/2 çeşitlerine göre tuzdan daha az etkilenmiş olup, Na ve Cl konsantrasyonları da diğer çeşitlere göre daha düşük bulunmuştur. Tuz stresi altındaki çeşitlerde prolin, Na, Cl ve P konsantrasyonlarının arttığı, K konsantrasyonunun ise azaldığı ortaya konmuştur.

Mutlu ve Bozcuk (2000), ayçiçeği (*Helianthus annuus* L. cv. Santafe) tohumlarının çimlenmesi ve bazı erken büyüme parametreleri üzerine farklı tuz (50, 100, 200mM) ve farklı konsantrasyonlardaki spermin (Spm)'in (0.01, 1, 2 mM) etkileri incelenmiştir. Tuzlu olmayan koşullarda Spm uygulaması, konsantrasyona bağlı olmaksızın hem çimlenme yüzdesi hem de incelenen bazı erken büyüme parametreleri (radikula uzunluğu, taze ve kuru ağırlık) üzerinde etkisiz bulunmuştur. Tuz, konsantrasyona bağlı olarak, tohumların çimlenmesini büyük oranda engellemiş veya geciktirmiştir. Ayrıca erken büyüme evresinde, incelenen büyüme parametreleri de tuz uygulamasından olumsuz yönde etkilenmiştir. Buna karşılık, 200 mM NaCl ile birlikte 0.01 ve/veya 1mM Spm uygulamasında Spm, tuzun çimlenme üzerindeki engelleyici etkisini tamamen ortadan kaldırmış ve bu iki kombinasyondaki çimlenme, kendi kontrollerine göre, yaklaşık 8 kat artmıştır. Ayrıca 50 mM NaCl + 0.01mM Spm ve 100 mM NaCl + 1 mM Spm kombinasyonlarında taze ağırlıkta artış

gözlenirken kuru ağırlıkta artış sadece 50 mM NaCl + 0.01 mM Spm kombinasyonunda olduğunu saptamışlardır.

Turan (2000), in vitro koşullarında ülkemizde yaygın olarak tarımı yapılan 15 patates çeşidi ve 6 yabancı patates genotipinin tuza (5.12 g/l NaCl) dayanıklılıklarını test ettiği araştırmada, bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, boğum ve yaprak sayısı, yaprak eni ve boyu ve kök sayısı ölçümleri sonrasında çeşitlerin tuzluluğa farklı tepkiler gösterdiğini, bu çeşitler içerisinde Obelix, Concorde, Ausonia ve Tomensa çeşitlerinin tuza daha dayanıklı olduklarını bildirmiştir.

Ghosh ve ark. (2001), iki farklı patates çeşidinde (May Queen ve Dejima) farklı tuz (0, 10, 20 ve 30 g) konsantrasyonlarının karbonhidrat ve mineral içeriği, gelişimi ve verimi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, tuzluluğun yumrulara çıkışı, kuru madde birikimini ve gelişimini geciktirdiği tuzluluğun artması ile birlikte azaldığını bildirmişlerdir. Tuz stresinin bitkideki yumru sayısını, ortalama yumru ağırlığını ve verimin azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca tuzluluğun artması ile birlikte yapraklardaki Na içeriğinin arttığını, K ve Ca içeriklerinin ise azaldığını saptamışlardır.

Silvia ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada farklı tuz konsantrasyonlarına (0, 25, 50, 75, 100 mmol/l) farklı patates türlerinin (*Solanum curtilobum*, *Solanum tuberosum* ve *Solanum juzepczukii*) in vitro koşullarında yumru oluşumları üzerine etkileri incelenmiştir. En yüksek tuz seviyesinin (100 mmol/l) tüm patates türlerinde yumru gelişimini tamamen durdurduğu, fakat stolon gelişimini tamamen engellemediğini saptamışlardır. Hassas patates türlerinde (*Solanum tuberosum*) stolon gelişimlerinde önemli derecede azalma olduğunu, dayanıklı patates türlerinde ise, (*Solanum curtilobum* ve *Solanum juzepczukii*) tuz seviyesinin artması ile stolon uzunluklarının arttığını belirtmektedirler. Farklı tuz konsantrasyonlarının patates türlerinde şeker birikimini etkilediğini nişasta düzeylerinin ise *Solanum curtilobum* ve *Solanum juzepczukii* patates türlerinde bütün tuz konsantrasyonlarının etkisi altında değişmediğini, ancak *Solanum tuberosum* patates türünde nişasta seviyesinin arttığını tespit etmişlerdir.

Öncel ve Keleş (2002), iki buğday türüne ait 6 genotipin (*Triticum aestivum* L. cv. Bezostaya-1, cv. Seri - 82, cv. Kırış-66 ve *Triticum durum* Desf. cv. Kızıltan-91, cv. Kunderu 414-44, cv. Ç. 1252) tuz stresine tepkilerini araştırmak amacıyla besin çözeltilisine 200 mM NaCl eklenmesi şeklinde yaptıkları çalışma sonucunda, tuz stresi altındaki bitkilerde bitki büyümesi, oransal su içeriği, klorofil a, klorofil b ve toplam klorofilin önemli ölçüde azaldığını, klorofil a/b oranının ise çeşitlere göre farklılık gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmada incelenen diğer özelliklerden prolin miktarının ise tuz stresi altındaki bitkilerde önemli bir şekilde arttığını rapor etmişlerdir.

Avcioğlu ve ark. (2003), iki mısır çeşidi (Frassino, Flash), G-888 mavi ayrık ve Circle yonca çeşidine farklı ozmotik basınç (0-2-4-6-8-10 mBar) ve yoğunlukta (3.69–7.37-11.06-14.75-18.44 g/1000cc) NaCl uygulayarak yaptıkları araştırmada, en yüksek prolin içeriği Flash mısır çeşidinde ve 10 mBar ozmotik basınçta %2.482 olarak, Circle yonca çeşidinde 0 mBar'da %0.309 ile en düşük değer elde edilmiş olup, G-888 mavi ayrık çeşidinin de 0 mBar ve 2 mBar'da % 0.333 ve % 0.327 ile aynı grupta yer aldığı görülmüştür. Klorofil a içeriği bakımından karşılaştırıldığında Flash mısır çeşidinden 0 mBar basınçta %2.91 ile en yüksek, Frassino mısır çeşidinden ise 10 mBar basınçta %0.27'le en düşük klorofil-a değeri elde edildiği saptanmıştır. Çalışmada basınç değerleri arttıkça tüm bitki çeşitlerinde klorofil-a içeriğinin de hızla azaldığı, ancak Flash mısır çeşidi ve Circle yonca çeşitlerinin 10 mBar'a kadar diğerlerinden daha yüksek bir içeriği koruyabilmekte olduğu, G-888 mavi ayrık çeşidinin ise 4 mBar'dan sonra yaşamını yitirdiği belirlenmiştir. Zar dayanıklılığı yönünden çeşitler benzer sonuçlar vermiştir.

Katerji ve ark. (2003), tuza toleranslı olan şeker pancarı ve buğday ayrıca tuza hassas olan mısır, patates, soya fasulyesi ve ayçiçeği bitkilerinde yapılan çalışmada, tuzluluğun bitkilerin bütün gelişim periyodu boyunca yaprak alanı, kuru madde gelişimi ve verimi üzerine etkileri incelenmiş olup, tuzluluğun bitkilerde su kullanımını, yaprak su potansiyelini, stoma hareketliliğini, transpirasyon, yaprak alanı ve verimi etkilediğini belirtmişlerdir.

Bustan ve ark. (2004), İsrail de damla sulama sistemi altında 1992-1997 yıllarında tuzlu suyun (6.2 dS m^{-1}) ile patates üretimi üzerine etkilerini saptadıkları araştırmada; 1993 ve 1994 yıllarında tuzluluğun artmasıyla verimlerde önemli derecede düşüş gözlenirken, 1992 ve 1996 yıllarında verim üzerinde tuzluluğun etkisi önemsiz bulunmuştur. 1993 ve 1994 yıllarına ait verimdeki azalma sulama suyundaki tuz miktarının artması ile bitkinin gelişimi boyunca görülen uzun süreli sıcak hava interaksiyonundan kaynaklandığı tahmin edilmiş olup, 1997 yılında yürütülen çalışmada ise yumru veriminin çıkıştan sonraki 40-60 günleri arası ortaya çıkan tuz ve sıcak hava stresi kombinasyonunda en hassas olduğu belirtilmiştir. Sıcaklık ve tuz stresleri genç yapraklarda tuz birikimini önleyen mekanizmanın çökmesine sebep olduğu, bunun sonucunda bitkinin vejetatif gelişmesinin yeterli olmadığı, buna bağlı olarak yaprak alan indeksinde azalma olduğu saptanmıştır.

Çanakçı ve Munzuroğlu (2004), sera koşullarında yürütülen bu çalışmada fasulye fidelerinden elde edilen çeliklere uygulanan tuz ve asetilsalisilik asitin (kontrol, 50 ppm ASA, %1 NaCl, 50 ppm ASA + %1 NaCl) çeliklerde ağırlık ve yaş-kuru ağırlık değişimi, pigment ve protein miktarı üzerine karşılıklı etkileri araştırılmıştır. Yaş ağırlık artışı bakımından 50 ppm ASA uygulanmış çelikler ile kontrol grubuna ait çelikler arasında istatistik açıdan fark gözlenmemiş olup, ancak 50 ppm ASA + % 1 NaCl uygulanmış çeliklerdeki yaş ağırlık kaybının % 1 NaCl uygulanmış çeliklere göre daha az olduğu gözlenmiştir. Tuz stresine maruz bırakılmış çeliklerin su içerikleri, ASA uygulanmış çeliklere göre daha düşük çıktığı için, ASA uygulaması kuru madde miktarının yüzdelik miktarını düşürdüğü belirlenmiştir. Çalışma sonucunda su içeriği miktarının gruplara göre ve sırasıyla çoktan aza doğru kontrol, 50 ppm ASA, 50 ppm ASA + % 1 NaCl, % 1 NaCl şeklinde, klorofil b ve total pigment II miktarının 50 ppm ASA >kontrol > 50 ppm ASA + % 1 NaCl >% 1 NaCl, klorofil a ve total pigment I miktarının kontrol = 50 ppm ASA > 50 ppm ASA + % 1 NaCl = % 1 NaCl total protein miktarlarının kontrol = 50 ppm ASA > 50 ppm ASA + % 1 NaCl > % 1 NaCl şeklinde olduğu gözlenmiştir. Çeliklerin karotenoid içerikleri ise sadece kontrol grubunda yüksek çıkmış, diğer gruplar arasında herhangi bir fark belirlenmemiştir.

Demiral ve Türkan (2004), tuzluluğa toleranslı (Pokkali) ve hassas (IR-28) olan çeltik çeşitlerinde farklı tuz (0, 60 ve 120 mol m⁻³) konsantrasyonlarının kökteki prolin, malondialdehid ve antioksidant enzimler (süperoksit dismutaz, peroksidaz, katalaz, askorbat peroksidaz ve glutasyon redüktaz) üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, tuz stresi altında IR-28 çeşidinde MDA miktarının arttığını buna karşılık Pokkali çeşidinde ise değişmediğini bildirmişlerdir. Tuz stresi altında IR-28 çeşidinde ki prolin birikimi Pokkali çeşidinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tuz konsantrasyonunun artması ile birlikte Pokkali çeşidinde peroksidaz aktivitesi azaldığını fakat IR-28 çeşidinde arttığını saptamışlardır. Tuz konsantrasyonunun artması ile birlikte her iki çeşitte glutasyon redüktaz aktivitesinin azalma gösterdiği bulunmuştur.

Mansour ve Salama (2004), hücrel mekanizmaların bir tarafı protoplazma elementleri ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Tuza toleranslı ve hassas genotiplerin tuzda plazma membran geçirgenliğine tepkilerindeki farklılıkları plazma membranının yapısı yada kompozisyonundaki farklılıkla açıklamaktadırlar. Plazma zarındaki lipit bileşimindeki değişikliklerin tuzdan kaynaklandığını saptamışlardır. Protein lipit interaksiyonlarındaki değişiklikler plazma zarındaki değişimler ile ilişkilendirilmiştir. Tuzlu koşullarda hücrede biriken bileşiklerin hücrel değişimleri azalttığı saptanmıştır. Yaprığın membran yapısını koruyan bileşikler, tuz stresi koşullarında plazma membran yapısının bozulmasıyla ortaya çıktığı belirtilmektedir. Tuz stresine karşı adaptasyon mekanizmalarının aktivasyonu, plazma zarının bütünlüğünün korumasına bağlı olduğu vurgulanmaktadır. Stoplazmik viskosite, genotiplerin tuz stresine karşı toleranslarını belirlemek üzere mukayese edildiğinde farklı tepkiler verdiği ortaya konmuştur. Bu farklılığın stoplazmanın yapısı ve bileşiminden kaynaklandığı belirtilmektedir. Protoplazmik özelliğin tahlil edilmesinin, tuza tolerans için bir çok tarımsal alanda kolaylık ve fayda sağlayacağı belirtilmektedir.

Santos (2004), ayçiçeğinde 4 farklı tuz konsantrasyonunun (0, 25, 50 ve 100 mM) etkilerinin araştırıldığı çalışmada, tuza maruz bırakılan bitkilerin yapraklarında klorofil içeriğinin azaldığını belirlemiştir. Tuz stresi altında olmayan yapraklarda

klorofil aktivitesinin daha yüksek olduğu, konsantrasyonunun artması ile birlikte klorofil içeriğinin olumsuz yönde etkilendiği görülmüştür.

Adıyaman (2005), tarafından Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi sera ve laboratuvar koşullarında bölgede tarımı yapılmakta olan arpa (Şahin 91) ve makarnalık buğday (Ceylan 95) çeşitlerinin farklı tuz dozlarına (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 dS/m) tepkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, çıkış gün sayısı, koleoptil ve kökçük boyu, kardeşlenme gün sayısı, sapa kalkma gün sayısı, başaklanma gün sayısı, başaklanma-erme gün sayısı, bitki boyu, başak uzunluğu, başaktaki başakçık sayısı, başaktaki tane sayısı, başaktaki tane ağırlığı ve saksı başına tane verimi üzerine etkilerini incelemiştir. Tuzluluğun arpada bitki boyunu, başaktaki tane ağırlığını ve saksı başına tane verimini azalttığını bildirmiştir.

Binici (2005), tarafından Gibberellik asit (0, 50 ve 100 mg/l) ve Absisik asitin (0, 50 ve 100 mg/l) tuzlu (0 ve 100 mM) koşullarda yetişen Karacadağ-98 ekmeklik buğday ve Fırat-93 makarnalık buğday çeşitlerinin gelişme fizyolojisi ile bazı besin elementi alımı üzerine yaptığı çalışmada, yaprak ve kök kuru madde ağırlığı, membran permeabilitesi, kök ve yaprakta Na, Ca ve K içeriklerini incelemiştir. Tuzlu koşullarda klorofil, Ca ve K içeriklerinin azaldığını, membran permeabilitesi ve Na miktarının arttığını bildirmiştir.

Gehlot (2005), tuza duyarlı (cv. RT-125) ve toleranslı olan (cv. RT-46, RT-54 ve RT-127) dört susam çeşidi ve farklı tuz (0, 30, 50 ve 70 mM) konsantrasyonlarının etkilerinin araştırıldığı çalışmada, tuza duyarlı olan çeşidin diğer çeşitlere göre daha fazla malondialdehid ve prolin biriktirdiği tespit edilmiştir.

Gülle (2005), tarafından bakteri aşılması yapılarak tuzlu (0, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl) koşullarda yetişen soya (A-3935) bitkisinin gelişimi, azot fiksasyonu ve bazı besin elementleri alımı üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, artan tuz konsantrasyonları ile P, K, Fe, Mn, Zn içeriklerinde çok azalma olduğunu, buna karşılık Cu içeriğinde ise artış olduğunu belirtmiştir.

Okçu ve ark. (2005), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinde yürütülen bu çalışmada, sodyum klorür ve PEG 6000 kullanılarak -2, -4, -6, ve -8 bar su tutma gücüne sahip solüsyonlarda tuz ve kuraklığın üç bezelye çeşidinin (Bolero, Sprinter ve Utrillo) çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini incelemiştir. Sprinter çeşidinin kurak şartlarda daha iyi sonuçlar vermesine rağmen, Bolero çeşidi tuz stresine daha toleranslı görülmüştür. Yapılan çalışmada sodyum klorür ve PEG solüsyonları çeşitlerin fide gelişimini engellemiş ancak, NaCl'nin olumsuz etkisinin PEG'den daha az olduğu belirtilmiştir. Üç çeşitte de tüm NaCl seviyelerinde çimlenmede önemli bir azalma olmazken, -6 bar PEG solüsyonunda çimlenme azalmıştır. Aynı su tutma gücüne sahip NaCl ve PEG solüsyonlarında çimlenmenin azalması tuzun toksik etkisinden çok oluşturduğu osmotik etkiden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Rahmana ve Ebrahımzadeh (2005), tuza hassas (Diamant ve Ajax) ve toleranslı olan (Agria ve Kennebec) dört patates çeşidi ve farklı tuz (0, 50, 75 ve 100 mM) konsantrasyonlarının fide büyümesi ve antioksidant enzimler (süperoksit dismutaz, peroksidaz, katalaz ve askorbat peroksidaz) üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, 50 mM tuz uygulamasında Agria ve Kennebec çeşitlerinde fide gelişiminin etkilenmediğini ancak Diamant ve Ajax çeşitlerinde % 50 azalma olduğunu bildirmişlerdir. 50 mM tuz uygulamasında Agria ve Kennebec çeşitlerinde süperoksit dismutaz aktivitesinin arttığını ancak Diamant ve Ajax çeşitlerinde ise önemli bir değişimin olmadığını saptamışlardır. Daha yüksek tuz konsantrasyonlarında ise bütün çeşitlerde süperoksit dismutaz aktivitesinin azaldığını tespit etmişlerdir. Tuz stresi altındaki bütün çeşitlerde peroksidaz ve katalaz aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir.

Sayari ve ark. (2005), in vitro koşullarında patatesteki tuzluluğu arttırmak için prolin 5 karboksilat sentetaz genini klonlamış cDNA ile Agrobacterium tumefaciens metodu ile patatese transfer ettikleri çalışmada, transgenik patatesin transgenik olmayan patatese göre önemli düzeyde prolin birikimini arttırdığını ve bu artışın 100 mM tuz uygulanması ile birlikte daha da yükseldiği tespit edilmiştir.

Ayrıca transgenik patatesin transgenik olmayan patatese göre yumru veriminin ve ağırlığının daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Shaterian ve ark. (2005), tarafından yapılan araştırmada tuzluluğa hassas ve dayanıklı olan diploid patates türlerinin tuzluluğa direnç mekanizması incelenmiştir. Yumru oluşum döneminde 150 mmol NaCl'de 5 gün boyunca tuz stresine maruz bırakılan erkenci ve geççi patates klonlarının tuz stresine karşı belirgin biçimde farklı tepki göstermişlerdir. Tuz stresi koşullarında erkenci patates klonları Na^+ iyonlarını yaprak dokularında biriktirirken, geççi patates klonlarının yaprak dokularında Na^+ birikimi olmamıştır. Her iki olgunlaşma grubuna ait tuzluluğa dirençli patates klonları yüksek seviyedeki Na^+ 'u yaprak dokularında tolere edebilmişlerdir. Alt yapraklardaki Na^+ birikimi üst yapraklara oranla daha fazla olmuştur. Geççi patates klonlarının yapraklarındaki K^+ miktarının Na^+ a oranı önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Geççi patates klonları ile erkenciler arasındaki bu farklılığın, potasyum seviyesinin değişmesinden çok Na^+ birikiminin farklılığından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bitkiler tuza maruz bırakıldığında prolin düzeyleri yükselmiş fakat bu durum net olarak tuzluluk toleransı ile ilişkilendirilememiştir. Tolerans, vejetatif gelişim, yumru verimi ve yapraktaki azalan nekroz bakımından ortaya konmuştur.

Singla ve Garg (2005), 4 nohut çeşidi (CSG 8962, DCP 92-3, CSG 9651 ve BG- 267) olgunlaşmaya kadar 0, 4 , 6, ve 8 dS m^{-1} tuzlu ortamlarda yetiştirilmiştir. Tuzluluğun bütün çeşitlerde hem sürgün hem de köklerde kuru madde birikimini azalttığı ortaya konmuştur. CSG 9651 çeşidi diğer çeşitlerle karşılaştırıldığı zaman tuzluluğa daha toleranslı olduğu ortaya çıkmıştır.

Turhan ve Ekinci (2005), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri ve Toprak Bölümünde tuzluluk (0, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl), kuraklık (% 9 ve 18 PEG-4000) ve kombinasyonlarının (50 mM + % 4.5 PEG ve 100 mM + % 9 PEG) ayçiçeğinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisinin saptanması amacıyla yürütülen çalışmada, artan tuz stresi ile birlikte çimlenme yüzdesi, bitki boyu, ve yaprak sayısının azaldığını tespit etmişlerdir.

Velasquez ve ark. (2005), tarafından in vitro koşullarında farklı tuz (0, 40, 80 ve 120 mM) konsantrasyonlarının 12 patates çeşidinde Na, K ve prolin birikimlerinin tuzluluğa tolerans ile ilişkili olup olmadığının araştırıldığı çalışmada, tuza tolerans oranı ile K, Na ve prolin değişimi arasında bir ilişki bulamadıklarını ancak bunların tuza tolerans için bir gösterge olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Kılavuz (2006), nohutta üç farklı tuz (0, 1000 ve 2000 mg) ve üç farklı fosfor (0, 100 ve 200 mg) dozlarının etkilerinin araştırıldığı çalışmada, artan tuz uygulamasıyla birlikte bitki boyu, bitkideki yan dal sayısı ve yaş ağırlığının azaldığını, azot, fosfor ve potasyum içeriğinin arttığını tespit etmiştir.

Kirk ve ark. (2006), patatesteki (*Solanum tuberosum* cv. Atlantic) farklı tuz (0, 2.1, 4.25, 6.38 ve 8.5 g NaCl L) konsantrasyonlarının etkilerinin incelendiği çalışmada, tuz stresinin artması ile birlikte bitkideki ortalama yumru ağırlığının ve verimin azaldığını buna karşılık yumru sayısının arttığını bildirmişlerdir.

Knipp ve Honermeier (2006), transgenik patates hatlarının yapraklarında prolin birikimi üzerine su stresinin etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada; kısıtlı su şartlarında bütün patates hatlarının yapraklarında prolin seviyesinde bir artış olduğunu ve bitki gelişiminin ilerleyen aşamalarında prolin seviyesinde artışın devam ettiğini gözlemlediklerini bildirmişlerdir.

Köşkeröglü (2006), mısır bitkisinde üç farklı tuz (0, 5 ve 15 dS/m) ve su stresinin (normal sulama ve PEG 6000) prolin birikimi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, artan tuz ve su stresi koşullarında yapraklarda membran geçirgenliği artmış, klorofil ve karotenoid miktarı azalmış, antioksidatif enzim aktivitelerinde ise özellikle tuzlulukla beraber belirgin bir artış olduğunu tespit etmiştir. Yaprakların makro element içeriğinin ise artan Na miktarına paralel olarak azalma olduğunu saptamıştır. Stres koşullarının artmasıyla birlikte bitki boyu ve gövde çapının azaldığını bildirmiştir.

Parlak ve Parlak (2006), sera koşullarında yürütülen bu çalışma beş sulama suyu tuzluluğunun (0.29, 3, 6, 9 ve 12 dS/m) toprak tuzlulaşması ve iki silajlık sorgumda (Early Sumac ve Rox) bitki verimi ve kaliteye etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Early Sumac çeşidinden elde edilen verimin, Rox çeşidine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Tuzluluğun artması ile bitki boyu kısalmış, yeşil ot ve kuru ot verimi azalmış, ayrıca ham protein oranında da düşme meydana gelmiştir.

Tatar (2006), tarafından Kiel Üniversitesi Bitki Besleme ve Toprak Bilimleri Enstitüsü ile Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne ait sera ve laboratuarlarda koşullarında yedi çeltik genotipinin çimlenme ve fide dönemlerinde üç farklı tuz (NaCl) konsantrasyonunda (0, 30, 60 mmol L) dayanıklılıklarının ve bazı fizyolojik reaksiyonlarının tespiti amacıyla yürütülen çalışmada, tuzluluğun bitki boyunu, klorofil içeriğini ve K miktarını azalttığını, buna karşılık Na miktarının ise arttığını saptamıştır.

Yakıt ve Tuna (2006), sera koşullarında yürütülen bu çalışmada tuz stresinin mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine (membran geçirgenliği, nispi su içeriği, prolin, klorofil ve karotenoid miktarları ile yaprak ve köklerde makro elementler) kalsiyum (Ca), potasyum (K), ve magnezyumun (Mg) etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla 15 günlük DKC 647 mısır fideleri NaCl içermeyen besin çözeltisi, 100 mM NaCl + Besin Çözeltisi, 100 mM NaCl + Besin Çözeltisi + 20 mM Ca (NO₃)₂, 100 mM NaCl + Besin Çözeltisi + 10 mM CaCl₂, 100 mM NaCl + Besin Çözeltisi + 20 mM Mg (NO₃)₂, 100 mM NaCl + Besin Çözeltisi + 10 mM MgCl₂, 100 mM NaCl + Besin Çözeltisi + 20 mM KNO₃, 100 mM NaCl + Besin Çözeltisi + 10 mM KCl uygulamalarına tabii tutulmuştur. Mısır bitkisine tuz ile ilave olarak verilen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşikler membran geçirgenliği ve bağıl su içeriği üzerine iyileştirici etki yapmış, tuzun olumsuz etkilerini kısmen hafifletmiştir. Prolin miktarı ise tuz uygulamasıyla birlikte yükselmiştir. Toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarları tuz uygulamasından olumsuz etkilenmiştir.

Yağmur ve ark. (2006), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, bölgede yaygın olarak yetiştirilen Tokak 157/37 iki sıralı arpa çeşidi kullanılmıştır. Bu amaçla saksılara 4 farklı (0, 200, 400 ve 600 mg K kg⁻¹ saksı) potasyum dozu, tuzlu (NaCl) ve tuzsuz ortamlarda uygulanmıştır. Tuz stresi altında Tokak 157/37 arpa çeşidinin toprak altı ve toprak üstü aksamı kuru ağırlıkları, ozmotik potansiyeli, fotosentetik pigment içerikleri ve K⁺/Na⁺ oranının tuzsuz şartlara göre mukayese edildiğinde azaldığı belirlenmiştir. Toprağa uygulanan potasyumun, Tokak 157/37 arpa çeşidinin toprak altı ve toprak üstü aksamı kuru ağırlıklarını, osmotik potansiyelini, fotosentetik pigment içeriklerini ve K⁺/Na⁺ oranlarını arttırdığı tespit edilmiştir.

Zhang ve ark. (2006), in vitro koşullarında iki patates çeşidinin mikro yumrularının tuza toleransı ve gelişimi ve klorofil gibi porfirinlerin biyosentezi üzerine klit rol oynayan 5-aminolevulinik asit (ALA)'in etkilerini araştırdıkları çalışmada, % 0.5 'lik NaCl stresinde uygulanan 0.3- 3 mg/l ALA'nın ortalama mikro yumru sayısı, çapı ve taze ağırlığında artış olduğunu ve mikro yumru oluşumunu teşvik ettiğini fakat artan tuz (% 1'lik NaCl) stresinde mikro yumru veriminin, yumru çapının ve yumru ağırlığının azaldığını bildirmişlerdir.

Çavuşoğlu ve ark. (2007), bu çalışmada gibberellik asit (GA₃), kinetin (Kin) ve etilen (E)'in tuzlu koşullar altında çimlendirilen Bülbül 89 arpa çeşidinin çimlenme, fide büyümesi ve yaprak anatomisine etkileri araştırılmış olup, uygulanan bitki büyüme düzenleyicilerinin tümü tuz stresinin tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki olumsuz etkisini hafiflettiği yaprak anatomisi üzerinde farklı derecelerde etkili oldukları tespit edilmiştir.

Koca (2007), tarafından laboratuvar koşullarında dört susam çeşidinde (*Sesamum indicum* cv. Osmanlı, *Sesamum indicum* cv. Orhangazi, *Sesamum indicum* cv. Tan, *Sesamum indicum* cv. Cumhuriyet) 40 gün normal büyüme sonrasında uygulanan NaCl (0, 50 ve 100 mM) stresine karşı 7 ve 21. günde duyarlılıkları ve antioksidant mekanizmalarının incelendiği araştırmada, büyüme parametreleri (kök, gövde), fotosentetik verim, bağıl su içeriği, fotosentetik pigment, protein, prolin,

lipid peroksidasyonu miktarları ile süperoksit dismutaz, peroksidaz, katalaz, askorbat peroksidaz ve glutasyon redüktaz etkileri incelenmiştir. Tuzluluğun etkisiyle kök ve gövde uzunluğunun, fotosentez oranının, stoma iletkenliğinin azaldığını, süperoksit dismutaz, peroksidaz, askorbat peroksidaz glutasyon redüktaz, prolin ve lipid peroksidasyon miktarlarının arttığını tespit etmiştir.

Queiros ve ark. (2007), patates kallus kültürlerinde 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl içeren besi ortamında büyüeyebilen hücre dizilerini direk tekrarlamalı seleksiyon ve kademeli seleksiyon aracılığıyla elde ettiklerini, 100 mM'lik ortamda küçük hücre parçaları nekrotik görüntü verirken 150 ve 200 mM'lik ortamlarda sadece küçük hücre topluluklarının hayatta kalabildiğini bildirmişlerdir. Elde ettikleri tuza toleranslı hücre dizilerinden tuz konsantrasyonunu artırarak ardışık alt kültürler elde ettiklerini ve bu alt kültürlerde daha sıkı yapılı, yeşil renkli ve nekrotik bölge içermeyen hücreler oluştuğunu, tuza dayanıklı hücrelerde su içeriği ve oransal büyümede azalma olduğu bu azalmanın 150 mM'de daha fazla gerçekleştiği, 50 ve 100 mM NaCl'ye toleranslı hücrelerde lipid peroksidasyonunun arttığı, 50 mM NaCl'ye toleranslı hücrelerle karşılaştırıldığında 100 ve 150 mM NaCl'ye toleranslı hücrelerde askorbik asit içeriğinin arttığı ve tuza toleranslı hücre dizilerinde çözünebilir ve çözünemez protein içeriğinin de arttığını saptamışlardır.

Teixeira ve Pereira (2007), yüksek tuzluluk (250 mM NaCl) ve kuraklığın glutamin sentetaz (GS) aktivitesi ile patatesin yaprak, gelişen yumru ve kökleri, prolin, çözünebilir protein ve klorofil içeriği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada; her iki stres faktörünün de hem patates bitki gelişimi ile organlarını hem de prolin, çözünebilir protein ve klorofil içeriğini olumsuz etkilediğini, tuz ve kuraklık stresinde glutamin sentetaz aktivitesinin yaprak ve köklerde azaldığını ve kuraklık stresinde gelişen yumruda arttığını bildirmişlerdir.

Straadt ve ark. (2008), yüksek ve düşük kuru maddeli patates dokularına tuzluluğun etkilerini araştırmak için LF-NMR ile CLSM kombine olarak kullanmışlar ve tuzluluğun olgunlaşmamış hücre ve ağırlık kaybına sebep olduğunu, tuzlanma sonrası hücrelerde su kaybı olduğunu, bu durumun mikroskopik görüntüde

örneklerin kenarlarına doğru turgor basıncının kaybolması şeklinde gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM**3.1. Materyal**

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Yetiştirme Odasında 2006 yılında yürütülen bu çalışmada, Gömeç tohumculuktan temin edilen, Van Gogh patates çeşidi bitki materyali olarak kullanılmıştır.

Van Gogh; olum süresi, Orta Anadolu Bölgesi için 120 günden fazla (geççi), Geçit bölgeleri için 90-100 gündür (orta erkenci). Bitki yetiştirme şekli dik, bitki boyu uzun ve yumrunun kabuk ile et rengi sarıdır. Tescil denemelerinde ortalama verimi 5447 kg/da'dır (Demirel, 2003).

Bitki yetiştirme ortamı olarak kum-perlit (1:1) karışımı kullanılmıştır (Şahin ve ark. 1998). Yumru dikimi 10 lt'lik saksılara yapılmıştır (Gezgin ve Uyanöz 1998).

Kum: Denemede 0.5-2 mm çapındaki yıkanmış dere kumu kullanılmıştır.

Perlit: İnper Perlit İnşaat San. ve Tic. Ltd. Ştin'den temin edilmiştir. Hafif steril ve nötr silis kürecikleri şeklinde olup, organik ve inorganik ortamlar arasında su tutma kapasitesi en yüksek olanıdır.

Hoagland besin çözeltisi: Denemede besin çözeltisi olarak sigma'dan (H2395) temin edilen Hoagland (Hoagland ve Arnon, 1950) besin çözeltisi kullanılmıştır. Hoagland ve Arnon tarafından bitkilerin makro, mikro ve demir isteklerini optimum düzeyde karşılayacak bir besin solüsyonudur. Hoagland besin çözeltisinin içerdiği elementler; Ca (NO₃)₂ 4H₂O 5 mM; KNO₃ 5 mM; KH₂PO₄ 1 mM; MgSO₄ 7H₂O 2 mM; H₃BO₃ 11.5 uM, MnCl₂ 4H₂O 4,6 uM, ZnSO₄ 7H₂O 0.2 uM, CuSO₄ 5H₂O 0.08 uM ve Na₂MoO₄ 2H₂O 0.02 uM; EDTA 0.1 mM, Na₂SO₄ 0.1 mM, FeSO₄ 0.1 mM oluşmaktadır (Turhan ve Ekinci, 2005).

Prolin: Denemede prolin olarak sigma'dan (P5607) temin edilen prolin kullanılmıştır. Proteinleri oluşturan 20 aminoasitten biridir. Diğer tüm aminoasitler birincil amin grubu taşımalarına rağmen, prolin, yan zincirindeki üç karbon atomu bir halka oluşturarak tekrar peptid bağındaki nitrojen atomuna bağlandığı için, birincil amin grubundan yoksundur (-NH₂). Prolindeki nitrojen (azot) aslında ikincil amin olarak nitelendirilebilir. Prolin bazen iminoasit olarak da adlandırılmaktadır. Prolin dehidrogenaz ile prolin 5-karboksilat sentezlenir. Prolin 5-karboksilattan glutamat semialdehit dehidrogenaz ile glutamat oluşur ve bunu glutamatın transaminasyonu ile alfa ketoglutarat oluşumu izler (Anonim, 2008). Sembolü pro p, molekül formülü C₅H₉NO₂, molekül ağırlığı 115.13 g / mol ve p*H*'sı 6.30 olan bir amino asittir.

3.2. Yöntem

Bitki büyüme odasında ortam sıcaklığı gündüz/gece sabit 22 °C olarak ayarlanmış 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olacak şekilde, 10 000 lük mavi ve kırmızı dalga boyları yüksek floransan lambalar (osram 18 W / 840) ile aydınlatılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Bitki yetiştirme odasından bir görünüm

Her saksıya bir yumru dikimi yapılmıştır. Her parsel 2 saksıdan oluşmuş olup, toplam 72 saksı kullanılmıştır. Bütün bitkilere çıkıştan itibaren ilk 20 gün herhangi bir stres faktörü olmaksızın $\frac{1}{2}$ Hoagland besin çözeltisi verilmiştir (Şekil 3.2).

Bu sürenin sonunda tesadüfi olarak seçilen patates bitkilerinin besi ortamlarına haftada bir defa olmak üzere dokuz hafta boyunca farklı konsantrasyonlarda tuz (NaCl) ve prolin uygulanmıştır (Taban ve ark. 1999). Gerek prolin ve gerekse tuz için bu konsantrasyonların seçilmesinde, yapılan ön denemeden elde edilen gözlemler kriter olarak alınmıştır.



Şekil 3.2. Bitki yetiştirilmesinde kullanılan hogland besin solusyonu



Şekil 3.3. Yürütülen çalışmada uygulamalara başlamadan önce bitkilerin genel görünümü



Şekil 3.4. Denemenin yürütüldüğü iklim odasında bitkilerin genel görünüşü

Bu nedenle bitkilere uygulanan tuz konsantrasyonları 0, 25, 50, 100 mM NaCl olarak alınıp, tuz konsantrasyonlarının hazırlanmasında çözücü olarak $\frac{1}{2}$ Hoagland besin çözeltisi kullanılmıştır. Kontrol bitkilerine sadece $\frac{1}{2}$ Hogland besin çözeltisi verilmiştir. Tuz stresi uygulamasının ardından 500 ml saf suda 0, 5 ve 15 mM olacak şekilde prolin konsantrasyonları hazırlanarak bitki yapraklarının yüzeyine püskürtmek suretiyle uygulanmıştır. Yapılan uygulamalar;

- (1) Kontrol (Yalnız Besin Solüsyonu)
- (2) Besin Solüsyonu + 5 mM Prolin
- (3) Besin Solüsyonu + 15 mM Prolin
- (4) Besin Solüsyonu + 25 mM NaCl (Tuz)
- (5) Besin Solüsyonu + 25 mM NaCl (Tuz) + 5 mM Prolin
- (6) Besin Solüsyonu + 25 mM NaCl (Tuz) + 15 mM Prolin
- (7) Besin Solüsyonu + 50 mM NaCl (Tuz)
- (8) Besin Solüsyonu + 50 mM NaCl (Tuz) + 5 mM Prolin
- (9) Besin Solüsyonu + 50 mM NaCl (Tuz) + 15 mM Prolin
- (10) Besin Solüsyonu + 100 mM NaCl (Tuz)
- (11) Besin Solüsyonu + 100 mM NaCl (Tuz) + 5 mM Prolin

(12) Besin Solüsyonu + 100 mM NaCl (Tuz) + 15 mM Prolin olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3 yinelemeli olarak yürütülen deneme, bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabii tutulmuştur. Denemede tuz konsantrasyonları ana parselleri, prolin konsantrasyonları ise alt parselleri oluşturmuştur. Denemede faktör olarak kullanılan, tuz ve prolin'nin etkileri ve bunların intereksiyonlarını belirlemek için JMP 5.0 istatistik paket programı kullanılmıştır.

3.2.1. Araştırmanın uygulanmasında yapılan işlemler

3.2.1.1. İklim odasının hazırlanması

Sıcaklığı kontrol altında tutmak için iklim odasına klima (12 500 BTÜ) takılmış ve raflı sistem kurulmuştur. Işık yoğunluğunu ayarlamak için 60 adet mavi ve kırmızı dalga boyları yüksek florasan lambalar (osram 18 w / 840) takılan odayı nemlendirmek için bir adet nemlendirici, nemi ölçmek için nem ölçer, sıcaklığı ölçmek için termometre, ışıklandırma süresini ayarlayan otomatik elektrik sayacı ve elektrik kesintileri düşünülerek otomatik jeneratör kurulmuştur.

3.2.1.2. Ön filizlendirme

25 °C sıcaklık ve % 70 nemde 10 gün süreyle karanlık ortamda tutulan yumrulara gözlerin sürmesi takip edilmiş, gözler 0.5 cm'ye ulaştığında ışıklı ortama alınmıştır (Şekil 3.5). Yumruların ışıklı ortama alınmasıyla sürgünlerin yeşil renge dönüştüğü ve kalınlaştığı gözlenmiştir. Altı gün ışıklı ortamda (25 °C sıcaklık ve % 70 nem) kaldıktan sonra dikime geçilmiştir.

3.2.1.3. Saksıların dikime hazırlanması

Araştırmada kullanılacak olan kum ve perlit karışımından alınan örnekler su ile (1:2.5) oranında sulandırılmış daha sonra çalkalayıcıda çalkalandıktan sonra

EC'si ölçülmüştür. Elde edilen sonuç 0.95 dS/m olarak ölçülmüştür. Bu nedenle kum ve perlit karışımı saf suyla yıkanmıştır. Daha sonra yıkanmış olan kum ve perlit karışımı su ile (1:2.5) oranında sulandırılarak çalkalayıcıda çalkalandıktan sonra EC'si tekrar ölçülmüştür. Bu işlemden sonra elde edilen değer ise 0.11 dS/m olarak ölçülmüştür. Kum ve perlit karışımı (1:1) saksılara doldurulmuştur.



Şekil 3.5. Ön filizlendirmeye tabi tutulmuş patates yumruları

3.2.1.4. Dikim

Ön filizlendirilmiş patates yumrularının dikimi her saksıya bir yumru gelecek şekilde kum ve perlit (1:1) içeren 10 litrelik saksılara dikimi yapılmıştır. Patates yumrularının dikim derinliği 10 cm olacak şekilde yapılmıştır.

3.2.1.5. Sulama

Araştırmanın başlangıcında her saksıya haftada bir defa, 350 ml'lik $\frac{1}{2}$ Hoagland besin çözeltisi verilmiş olup, bitkilerin gelişimi göz önüne alınarak beşinci haftadan itibaren ise haftada bir defa 500 ml'lik $\frac{1}{2}$ Hoagland besin çözeltisi verilmiştir.

3.2.1.6. Hasat

Uygulamalara paralel olarak gözlemler alındıktan sonra araştırma sonunda saksıdaki bitkiler sökülerek hasat edilmiş. Ayrıca yumru sayısı, tek yumru ağırlığı, saksı başına verim ve yumru çapı gibi veriler alınmıştır.

3.2.2. İncelenen özellikler ve yöntemi

3.2.2.1. İyon analizleri (%)

Dokuzuncu haftada her bir uygulama grubuna ait üç bitkinin altıncı yaprağından örnekler alınarak inorganik iyon ölçümleri yapılmıştır. Alınan örnekler 65 °C de ağırlıkları sabitleninceye kadar etüvde kurutulmuştur. Daha sonra kurutulan örnekler porselen havanda ezilerek analize hazır hale getirilmiştir. Kurutulmuş ve ezilmiş yaprak örneklerinden 1 g alınarak, porselen krozeler içinde kül fırınında 550 °C de 5 saat yakılarak beyaz kül durumuna getirilmiştir. 2N HCl çözeltisi ile ekstrakte edilerek filtre kâğıdından süzülen örnekler saf su ile 50 ml'ye tamamlanmış ve okumaya hazır hale getirilen örnekler ICP'de okunmuştur. Okunan değerler daha sonra yüzde olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.2. Malondialdehid analizi (nmol/g taze ağırlık)

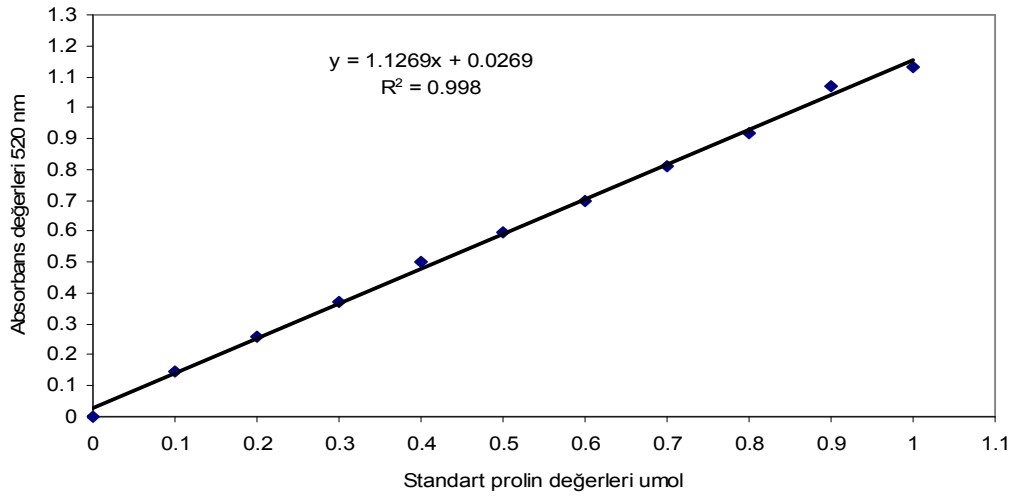
Lipid Peroksidasyonu, Heath ve Packer (1968) metodu kullanılarak, thiobarbituric acid (Merck, M108180) reaksiyonuyla ortaya çıkan TBARS miktarına göre belirlenmiştir. Her bir uygulama grubuna ait üç bitkinin dördüncü yaprağından dokuzuncu haftada 1 g taze yaprak örneği alınarak 3 ml'lik % 10 (w/v)'luk trichloroacetic asit (Merck, M100807) içerisinde homojenize edilerek 10000 rpm de 10 dakika santrifüje (eppendorf, 5415R) edildikten sonra 1 ml'lik süzek % 10'luk TCA dan 1 ml, % 0.5 (w/v) TBA karıştırılmıştır. Karışım 95 °C de 30 dakika ısıtıldıktan sonra hızlıca buz içerisinde soğutulmuştur. Daha sonra karışım 10000 rpm de 15 dakika santrifüje edildikten sonra absorbans değeri spektrofotometre (shimadzu, UV-1601) ile 532 nm ve 600 nm dalga boyunda okuması yapılmıştır.

3.2.2.3. Prolin analizi ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık)

Prolin miktarının belirlenmesinde, Bates (1973) yöntemi kullanılmıştır. Her bir uygulama grubuna ait üç bitkinin yedinci yaprağından dokuzuncu haftada 0.5 g taze yaprak örneği alınarak % 3'lük (w/v) sülfosalisilik asit (Merck, M800691) içerisinde homojenize edildikten sonra filtre kağıdından geçirilerek süzölmüştür. Süzölerek elde edilen örneklere ninhidrin (Merck, M106762), ortofosforik asit (Merck, M100565) ve glacial asetik asit (Merck, M100056) ilave edildikten sonra, karışım su banyosunda 100 °C'de 1 saat reaksiyona tabi tutulmuştur. Daha sonra reaksiyon buz banyosu ile durdurulmuştur. Karışım toluene (Merck, M108323) ile ekstrakte edilip, vortekslenmiş ve 520 nm dalga boyunda okuması yapılmıştır (Şekil 3.6). Prolin konsantrasyonu kalibrasyon eğrisi kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Değişik uygulamalara ait prolin analizi örnekleri



Şekil 3.7. Prolin miktarını belirlemede kullanılan standart eğri

3.2.2.4. Klorofil içeriği (mg/g)

Dokuzuncu haftada her bir uygulama grubuna ait üç bitkinin beşinci yaprağından alınan 1 g taze yaprak 15 ml % 80'lik aseton içerisinde ezilerek ekstrakte edildikten sonra filtre kâğıdından geçirilerek süzümüştür. Daha sonra elde edilen süzükler spektrofotometre kullanılarak 645 ve 663 nm dalga boyunda değerleri ölçülerek, klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içerikleri hesaplanmıştır (Çanakçı ve Munzuroğlu, 2007).

3.2.2.5. Hücre membran geçirgenliği (%)

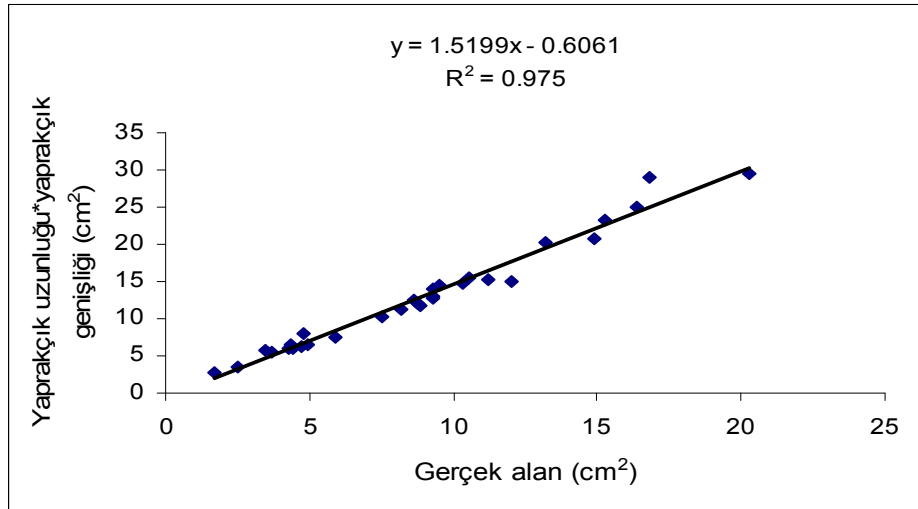
Hücre membran stabilitesinin ölçümü Gadallah (1995) yöntemine göre yapılmış olup, bitkilerin üçüncü yapraklarından dokuzuncu haftada disk şeklinde alınan 1 gram yaprak örneği 10 ml lik saf su içinde 24 saat süreyle çalkalayıcı aletinde 100 rpm de tutulmuştur (Şekil 3.8). Otoklava yerleştirilmeden önce bütün örneklerin elektriksel iletkenliği (Elektrik geçirgenlik değeri) EC metre ile ölçümüştür (EC1). 120 °C de 15 dakika otoklavda bekletilen örnekler çıkartıldıktan sonra oda sıcaklığında soğutularak ikinci defa elektriksel iletkenlikleri ölçümüştür (EC2). Daha sonra hücreden elektron sızmaları (electrolyte leakage) yüzde olarak (EC1/EC2) hesaplanmıştır.



Şekil 3.8. İyon akışı için örneklerin çalkalayıcı aletindeki genel görünümü

3.2.2.6. Toplam yaprak alanı (cm²/bitki)

Dokuzuncu haftada her bir uygulamaya ait üç bitki seçilmiştir. Aynı uygulamaya ait bitkilerden yaprakçıklar koparılarak, bu yaprakçıkların yaprakçık genişliği (Y_G) ve yaprakçık uzunluğu (Y_U) ölçümleri yapılarak her gruptan yaklaşık 15 yaprakçık tarayıcıda taranmış ve görüntü işleme tekniği ile yaprakçık alanları (Y_A) hesaplanmıştır (Kaçira ve Şimşek, 2003). Gerçek yaprakçık alanı ile $Y_U * Y_G$ arasındaki ilişki $Y_A = 1.5199(Y_U * Y_G) - 0.6061$ doğrusal denklemi ile $R^2 = 0.98$ seviyesinde belirlenmiştir (Şekil 3.9). Bitki yaprakçık alanı ile $Y_U * Y_G$ arasında belirlenen ilişkinin denklemi denemeden elde edilen veriler diğer yaprakçık alanlarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Her bir uygulama içinde belirlenen yaprakçık alanının ortalaması alınarak o uygulamadaki yaprakçık sayısıyla çarpılmış ve o grubun toplam yaprak alanı belirlenmiştir. Bu işlemde sonra yaprak alanları toplanmış ve uygulamalar arasındaki farklılığın belirlenmesi için toplam yaprak alanı tespit edilmiştir.



Şekil 3.9. Gerçek yaprakçık alanı ile yaprakçık uzunluğu ve genişliği arasındaki ilişki

3.2.2.7. Yaprak sayısı (adet/saksı)

Deneme sonunda her saksıda bitki yaprakları sayılarak yaprak sayısı belirlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Patates bitkisi yaprağına ait genel görünüm

3.2.2.8. Bitki boyu (cm)

Deneme sonunda her saksıdaki bitkinin boyu toprak hizasından sap ucuna kadar cm cinsinden ölçülüp belirlenmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Patates bitkisinde bitki boyuna ait genel görünüm

3.2.2.9. Saksıdaki sap sayısı (adet/saksı)

Deneme sonunda her saksıda bitki sapları sayılarak belirlenmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Patates bitkisinde sap sayısına ait genel görünüm

3.2.2.10. Sap çapı (mm/sap)

Deneme sonunda her saksıda bitki saplarının ikinci boğum altından dijital kumpas ile mm cinsinden ölçülüp sap çapları belirlenmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Patates bitkisinde sap çapına ait genel görünüm

3.2.2.11. Saksıdaki yumru sayısı (adet/saksı)

Her saksıdaki yumrular hasattan sonra sayılarak toplam yumru sayısı belirlenmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Patates bitkisinde saksıdaki yumru sayısına ait genel görünüm

3.2.2.12. Yumru çapı (mm)

Her saksıdan elde edilen yumruların çapı kumpas yardımı ile mm cinsinden ölçülüp ortalamaları alınarak yumru çapı belirlenmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Patateste yumru çapına ait genel görünüm

3.2.2.13. Tek yumru ağırlığı (g)

Her saksıdan elde edilen yumruların ağırlığı 0.01 g hassasiyetli terazi yardımı ile (g) cinsinden tartılıp toplam yumru sayısına bölünerek tek yumru ağırlığı belirlenmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Patateste tek yumru ağırlığına ait genel görünüm

3.2.2.14. Bitki başına yumru verimi (g/bitki)

Her saksıdan tüm yumrular sökülüp 0.01g hassasiyetli terazi yardımı ile (g) tartılarak verimleri bulunmuştur.

3.2.2.15. Toplam kuru madde oranı (%)

Etüvde kurutulmuş petrilere kabuğu soyulmamış yumrulardan rendelenmiş 10 g örnek konulmuştur. Kurutulmuş petrilere içine konulan örnekler sabit ağırlığa gelinceye kadar 105 °C ±2 °C'ye ayarlanmış etüvde 16 saat bekletilmiştir. 16 saat sonunda içerisinde kurumuş örnek bulunan petrilere hassas terazide tartılmıştır (Demirel, 2003). Aşağıdaki formülden yararlanılarak, her parsele ait toplam kuru madde oranı (%) belirlenmiştir.

$$\text{Toplam kuru madde oranı (\%)} = (C-A) / B * 100$$

A: Kurutulmuş petri ağırlığı.

B: Yaş örnek ağırlığı.

C: Kuru petri ağırlığı ve kuru örnek ağırlığının toplam değeri

3.2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmada, incelenen özelliklere ait elde edilen değerler, JMP 5.0 paket programı kullanılarak, bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabii tutulmuştur. İncelenen özelliklere ait ortalama değerler verilmiş ve LSD testine göre % 5 önem seviyesinde gruplandırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA



Şekil 4.1. 25 mM ve 100 Mm tuz uygulanmış bitkilerin genel görünüşü

4.1. İyon İçeriği (%)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının yapraktaki Na, K, Mg ve Ca iyonları içeriğine etkisine ilişkin değerler ayrı ayrı sunulmuştur.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının yapraktaki ortalama sodyum değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen sodyum değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	3.055	959.7836**
Prolin	2	0.496	155.8255**
Tuz*Prolin	6	0.121	38.1850**
Hata	24	0.0032	
Genel	35		

** istatistiksel bakımdan % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Çizelge 4.1 incelendiğinde; yapraktaki Na içeriği üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P<0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yapraktaki sodyum (%) içeriğine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.2’de verilmiştir

Çizelge 4.2. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen sodyum (%) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	0.39 g	0.88 e	1.56 c	1.96 a	1.20
5	0.38 g	0.63 f	0.87 e	1.85 b	0.93
15	0.40 g	0.57f	0.81 e	1.42 d	0.80
Tuz Ortalamaları	0.39	0.69	1.08	1.74	
LSD (% 5)	0.09 (int)	0.05 (tuz)	0.5 (prolin)		

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi, yapraktaki sodyum içeriğinin % 0.38 – 1.96 arasında değiştiği, en yüksek sodyum içeriğinin 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulamasından, en düşük sodyum içeriği ise 0 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamasından elde edilmiştir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilerde sodyum oranı en düşük olduğu ve dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamalarının kontrol ile aynı grubu oluşturduğu, istatistiksel bakımdan, kontrol grubunda, prolinin sodyum içeriğine bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yapraktaki Na içeriği önemli derecede artmıştır. Nitekim, bulgularımız tuzlu yetiştirme ortamlarında kök membranının seçiciliği bozularak sodyumun bitkide birikmesine neden olduğunu bildiren Köşkeröğlu (2006) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise yapraktaki Na içeriğini önemli derecede azaltmıştır (Şekil 4.2). Nitekim, bulgularımız tuzluluk esnasında sprej şeklinde dışsal olarak prolin uygulanan bitkilerde, tuzluluktan kaynaklanan membran deformasyonunun daha az olduğunu bildiren Gadallah (1999) bulgularıyla uyumludur.

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitkide sodyum içeriğinin arttığını bildiren bazı araştırmacıların (Tıprıdamaz, 1989; Özcan ve ark., 2000; Ghosh ve ark., 2001; Binici, 2005; Tatar, 2006) bulgularıyla uyumludur.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının yapraktaki ortalama potasyum değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen potasyum değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	0.206	291.5105**
Prolin	2	0.056	79.5157**
Tuz*Prolin	6	0.015	21.6995**
Hata	24	0.0007	
Genel	35		

** istatistiksel bakımından % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Çizelge 4.3 incelendiğinde; yapraktaki K içeriği üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yapraktaki potasyum (%) içeriğine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen potasyum (%) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	1.58 a	1.49 c	1.35 e	1.11 g	1.38
5	1.59 a	1.55 ab	1.44 d	1.20 f	1.45
15	1.56 a	1.58 a	1.51 bc	1.42 d	1.52
Tuz Ortalamaları	1.58	1.54	1.43	1.24	
LSD (% 5)	0.04 (int)	0.03 (tuz)	0.02 (prolin)		

Çizelge 4.4 incelendiğinde, yapraktaki potasyum içeriğinin % 1.11 - 1.59 arasında değiştiği, en yüksek potasyum içeriğinin 0 mM tuz ve 5 mM prolin

uygulamasından, en düşük potasyum içeriği ise 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilerde potasyum oranının en yüksek olduğu ve dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamalarının kontrol ile aynı grubu oluşturduğu, istatistiksel bakımdan, kontrol grubunda, prolinin potasyum içeriğine bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yapraktaki K içeriği önemli derecede azalmıştır. Nitekim, bulgularımız tuzlu yetiştirme ortamlarındaki bitkilerde Na birikiminin potasyum miktarında azalmaya neden olduğunu bildiren Yağmur ve ark. (2006) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise yapraktaki K içeriğini önemli derecede arttırmıştır (Şekil 4.3). Nitekim, bulgularımız tuzluluk esnasında sprej şeklinde dışsal olarak prolin uygulanan bitkilerde, potasyum alımını arttırdığını bildiren Gadallah (1999) bulgularıyla uyumludur.

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitkide potasyum içeriğinin azaldığını bildiren bazı araştırmacıların (Tıprıdamaz, 1989; Taban ve ark., 1999; Özcan ve ark., 2000; Ghosh ve ark., 2001; Gülle, 2005; Tatar, 2006) bulgularıyla uyumludur.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının yapraktaki ortalama kalsiyum değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen kalsiyum değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	0.0139	60.3494**
Prolin	2	0.0027	11.7229**
Tuz*Prolin	6	0.0021	9.1205**
Hata	24	0.002	
Genel	35		

** istatistiksel bakımdan % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Çizelge 4.5 incelendiğinde, yapraktaki Ca içeriği üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P<0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yapraktaki kalsiyum (%) içeriğine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen kalsiyum (%) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	0.63 a	0.60 b	0.54 cd	0.49 e	0.56
5	0.59 b	0.61 ab	0.59 b	0.52 d	0.58
15	0.59 b	0.61 ab	0.61 ab	0.55 c	0.59
Tuz Ortalamaları	0.61	0.61	0.58	0.52	
LSD (% 5)	0.026 (int)	0.015 (tuz)	0.013 (prolin)		

Çizelge 4.6 incelendiğinde, yapraktaki kalsiyum içeriğinin % 0.63 – 0.49 arasında değiştiği, en yüksek kalsiyum içeriğinin kontrol bitkilerinden, en düşük kalsiyum içeriği ise 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilerde kalsiyum oranının en yüksek olduğu ve dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamaları ile kontrol bitkileri karşılaştırıldığında, istatistiksel bakımdan, kontrol grubunda, prolinin kalsiyum içeriğine olumsuz etkisinin olduğu saptanmıştır.

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yapraktaki kalsiyum içeriği önemli derecede azalmıştır. Nitekim, bulgularımız tuz stresi altındaki bitkilerde membranların element bağlanma bölgelerinde Na ile özellikle diğer katyonik elementlerle rekabete girdiğinden ve hücre içi elektrolit dengesinin bozulmasından dolayı kalsiyum, potasyum, magnezyum ve bazı besin elementlerinin alım ve taşınımında azalmalar olduğunu bildiren Yakıt ve Tuna (2006) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise yapraktaki Ca içeriğini önemli derecede arttırmıştır (Şekil 4.4). Nitekim, bulgularımız tuzluluk esnasında sprey şeklinde dışsal olarak prolin uygulanan

bitkilerde, tuzluluktan kaynaklanan membran deformasyonunun daha az olduğunu bildiren Gadallah (1999) bulgularıyla uyumludur.

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitkide kalsiyum içeriğinin azaldığını bildiren bazı araştırmacıların (Alpaslan ve ark., 1998; Ghosh ve ark., 2001; Binici, 2005) bulgularıyla uyumludur.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının yapraktaki ortalama magnezyum değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen magnezyum değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	0.0061	73.2889**
Prolin	2	0.0028	33.6333**
Tuz*Prolin	6	0.0009	10.5222**
Hata	24	0.00008	
Genel	35		

** istatistiksel bakımından % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Çizelge 4.7 incelendiğinde; yapraktaki Mg içeriği üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

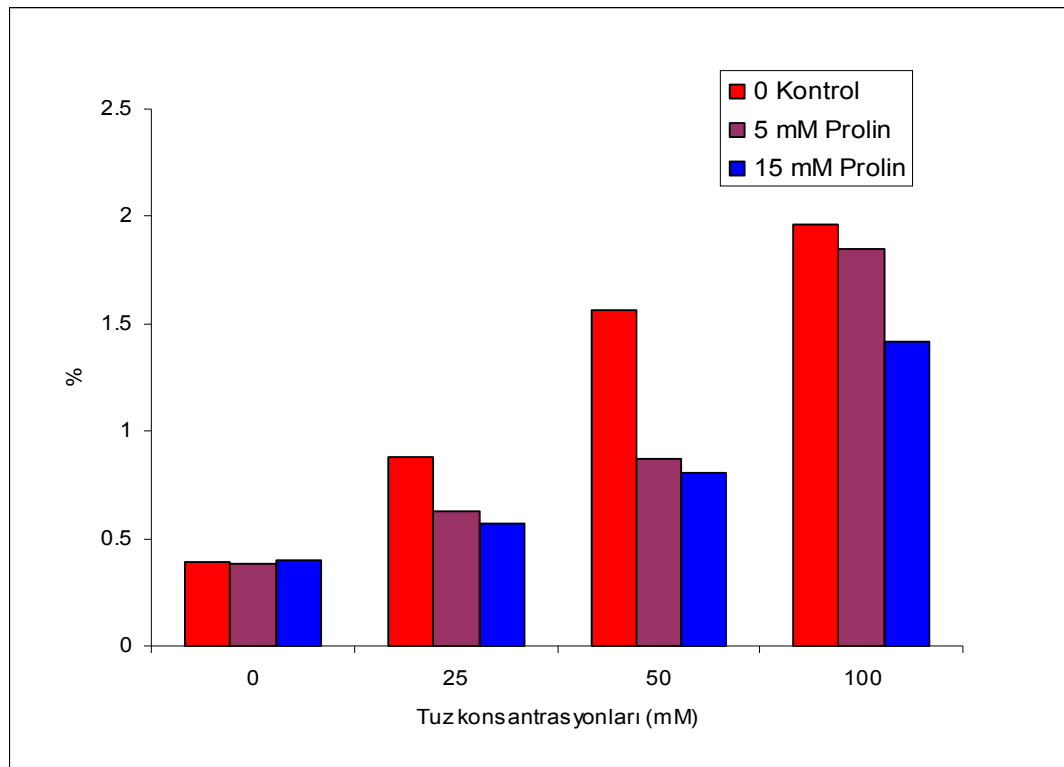
Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yapraktaki magnezyum (%) içeriğine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen magnezyum (%) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

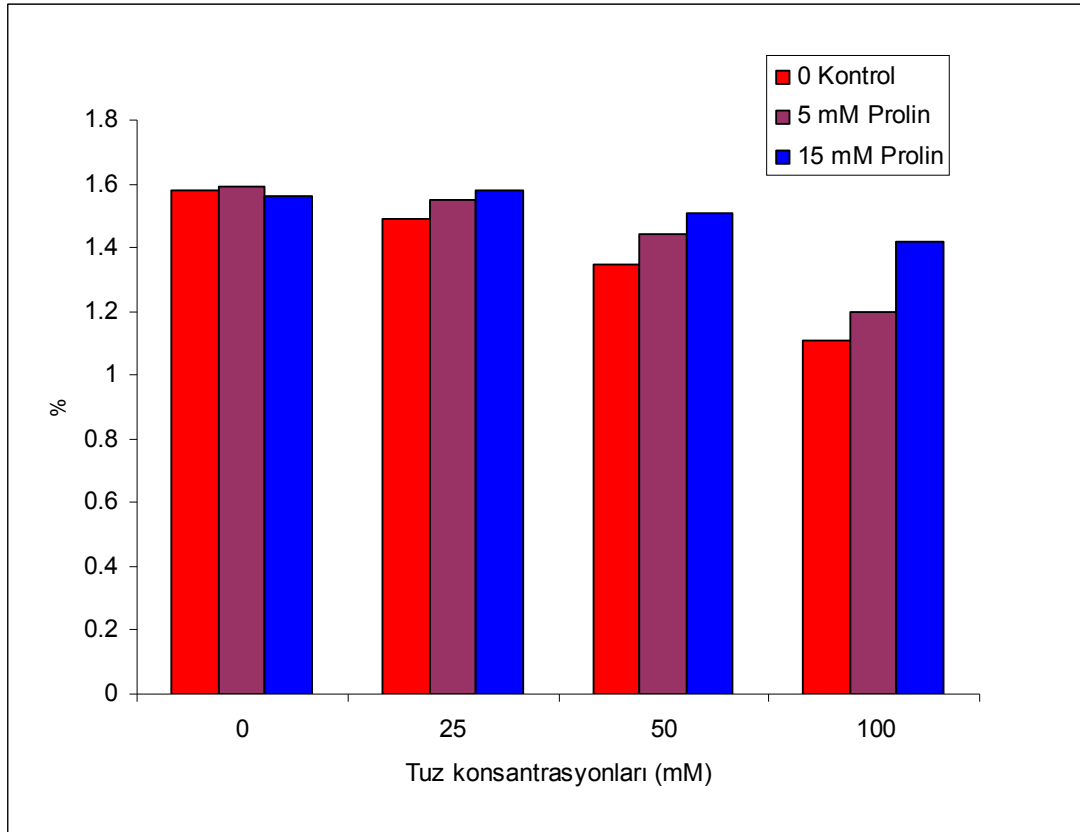
Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	0.26 a	0.21 bc	0.19 cd	0.17 d	0.21
5	0.24 ab	0.22 abc	0.22 abc	0.17 d	0.21
15	0.24 ab	0.25 ab	0.24 ab	0.21 bc	0.24
Tuz Ortalamaları	0.25	0.23	0.22	0.18	
LSD (% 5)	0.015 (int)	0.009 (tuz)	0.008 (prolin)		

Çizelge 4.8 incelendiğinde, yapraktaki magnezyum içeriğinin % 0.26 – 0.17 arasında değiştiği, en yüksek magnezyum içeriğinin kontrol bitkilerinden, en düşük magnezyum içeriği ise 100 mM tuz konsantrasyonunun 0 ve 5 mM prolin uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilerde magnezyum içeriğinin en yüksek olduğu ve dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamaları ile kontrol bitkileri karşılaştırıldığında, istatistiksel bakımdan, kontrol grubunda, prolinin magnezyum içeriğine olumsuz etkisinin olduğu saptanmıştır.

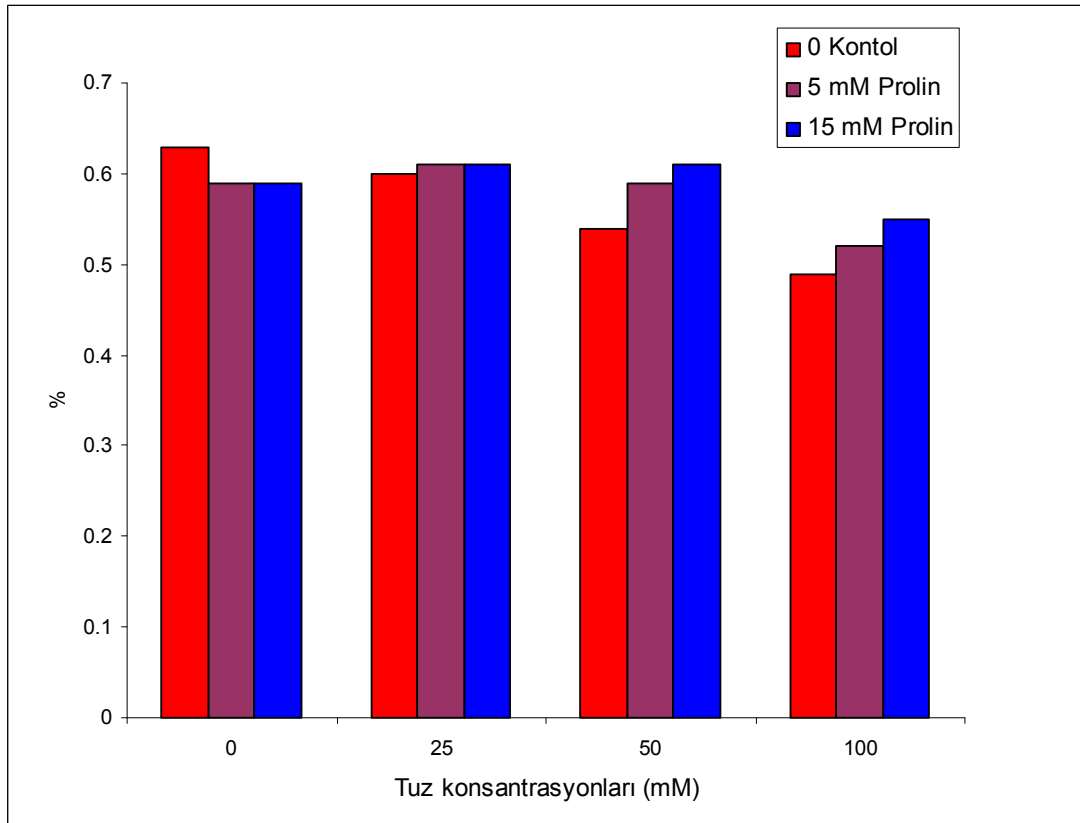
Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yapraktaki magnezyum içeriği önemli derecede azalmıştır. Nitekim, bulgularımız tuz stresi altındaki bitkilerde sodyumun klorofil molekülleri üzerindeki magnezyum ile yer değiştirerek klorofil içeriğini azalttığını bildiren Avcıoğlu ve ark. (2003) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise yapraktaki Mg içeriğini önemli derecede arttırmıştır (Şekil 4.5). Nitekim, bulgularımız tuzluluk esnasında sprej şeklinde dışsal olarak prolin uygulanan bitkilerde, tuzluluktan kaynaklanan membran deformasyonunun daha az olduğunu bildiren Gadallah (1999) bulgularıyla uyumludur.



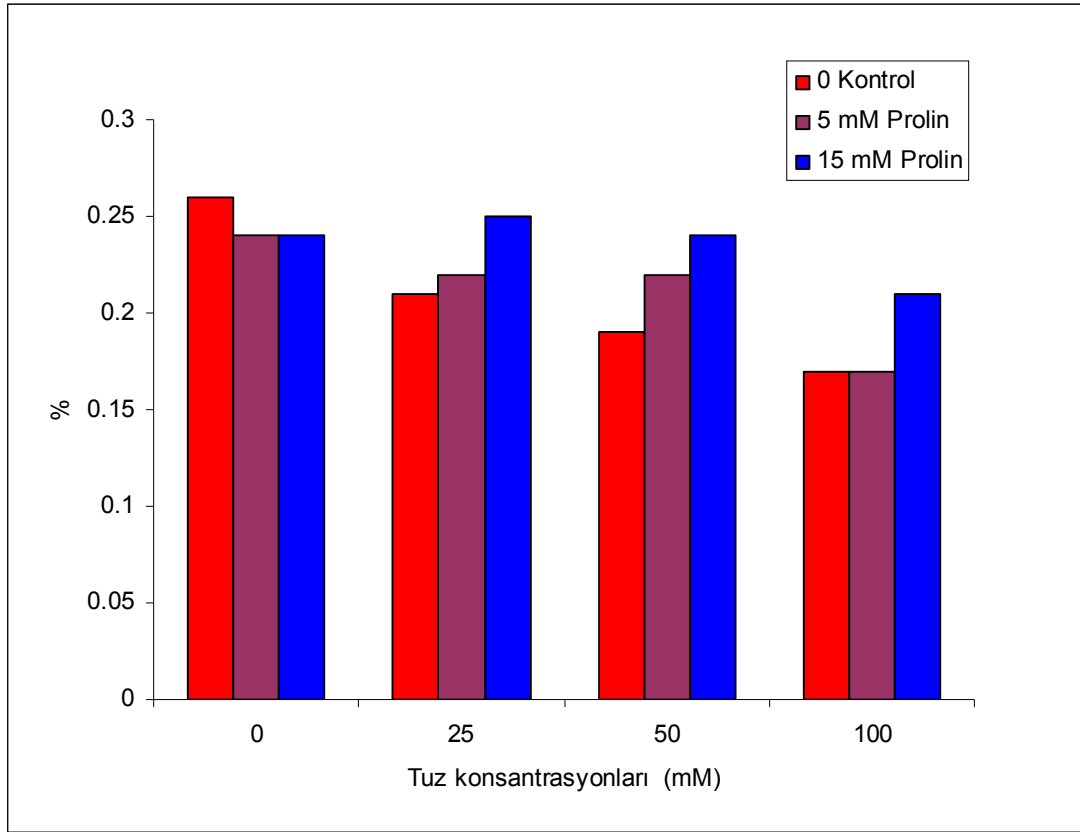
Şekil 4.2. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama Na (%) değerleri



Şekil 4.3. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama K (%) değerleri



Şekil 4.4. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama Ca (%) değerleri



Şekil 4.5. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama Mg (%) değerleri

4.2. Malondialdehid Miktarı (nmol/g taze ağırlık)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının yapraktaki ortalama malondialdehid değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 incelendiğinde; yapraktaki malondialdehid (nmol/g taze ağırlık) miktarı üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 4.9. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen MDA değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	19.172	1 917.249**
Prolin	2	3.134	313.4167**
Tuz*Prolin	6	0.439	43.9118**
Hata	24	0.010	
Genel	35		

** istatistiksel bakımdan % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yapraktaki malondialdehid (nmol/g taze ağırlık) miktarına ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.10'da verilmiştir.

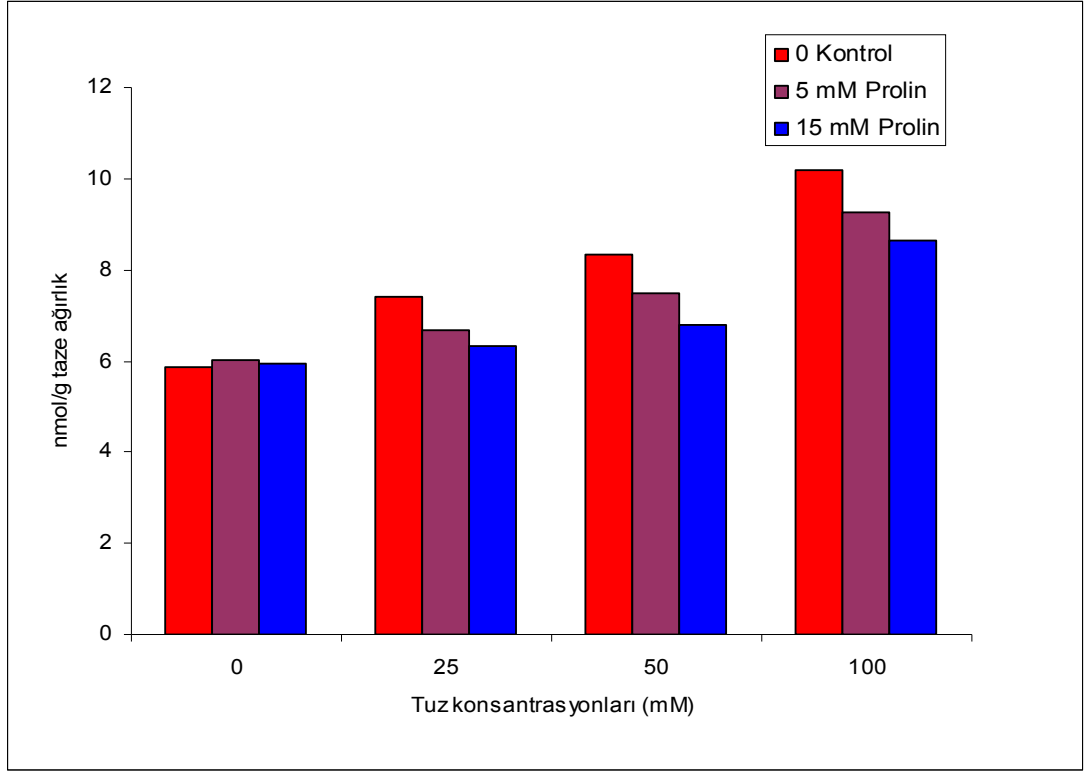
Çizelge 4.10. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen MDA (nmol/g taze ağırlık) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	5.87 h	7.41 e	8.32 d	10.20 a	7.95
5	6.01 h	6.66 f	7.49 e	9.25 b	7.35
15	5.93 h	6.32 g	6.81 f	8.66 c	6.93
Tuz Ortalamaları	5.94	6.80	7.54	9.37	
LSD (% 5)	0.17 (int)	0.09 (tuz)	0.08 (prolin)		

Çizelge 4.10 incelendiğinde, yapraktaki MDA miktarının 5.87 – 10.20 nmol /g taze ağırlık arasında değiştiği, en yüksek MDA miktarının 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulamasından, en düşük MDA miktarı ise kontrol bitkilerinden elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilerde MDA miktarı en düşük olduğu ve dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamaları kontrol ile aynı grup içerisinde yer almış olup, istatistiksel bakımdan, kontrol grubunda, prolinin MDA miktarı üzerine etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yapraktaki MDA miktarı önemli derecede artmıştır. Nitekim, bulgularımız tuz stresi sonucunda bitki dokularında stresin diğer bir göstergesinde membran lipidlerinin peroksidasyonu olduğunu ve enzim aktiviteleri ile MDA miktarları arasında ters bir orantının olduğunu bildiren Koca (2007) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamalarının ise enzim aktiviteleri üzerine etkili olduğu ve bu nedenden dolayı yapraktaki MDA miktarını önemli derecede azaldığı tahmin edilmektedir (Şekil 4.6). Nitekim, bulgularımız tuzluluk esnasında sprej şeklinde dışsal olarak prolin uygulanan bitkilerde, tuzluluktan kaynaklanan osmoregülasyon, protein stabilizasyonu, enzimlerin denatürasyonunun önlendiğini bildiren Gadallah (1999) bulgularıyla uyumludur.

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitkide MDA miktarının arttığını bildiren bazı araştırmacıların (Demiral ve Türkan, 2004; Gehlot ve ark., 2005; Queiros ve ark., 2007) bulgularıyla uyumludur.



Şekil 4.6. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama MDA (nmol /g taze ağırlık) değerleri

4.3. Prolin Miktarı ($\mu\text{mol} / \text{g}$ taze ağırlık)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının yapraktaki ortalama prolin değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen prolin değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	0.400	4 799.427**
Prolin	2	0.065	773.4576**
Tuz*Prolin	6	0.008	93.0627**
Hata	24	0.000083	
Genel	35		

** istatistiksel bakımından % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Çizelge 4.11 incelendiğinde; yapraktaki prolin miktarı üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P<0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yapraktaki prolin ($\mu\text{mol} / \text{g}$ taze ağırlık) miktarına ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen prolin ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

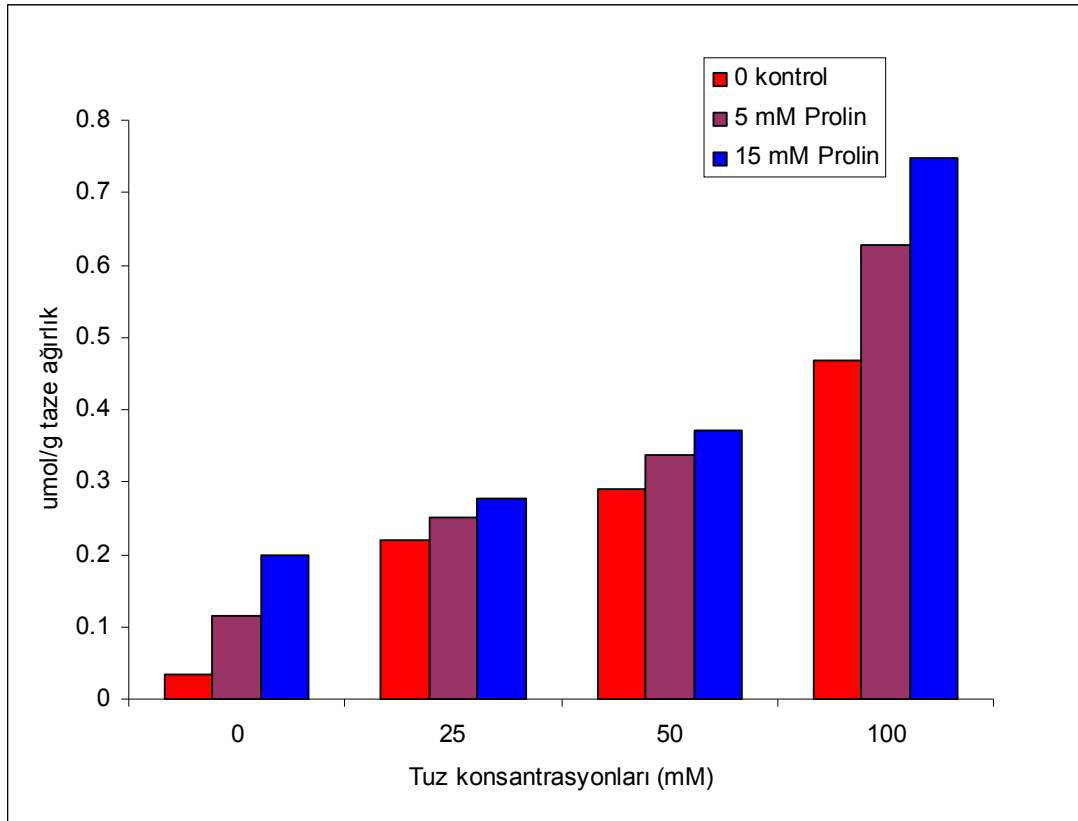
Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	0.034 k	0.220 h	0.289 f	0.468 c	0.25
5	0.115 j	0.250 g	0.336 e	0.628 b	0.33
15	0.199 i	0.278 f	0.371 d	0.749 a	0.40
Tuz Ortalamaları	0.12	0.25	0.33	0.62	
LSD (% 5)	0.015 (int)	0.009 (tuz)	0.008 (prolin)		

Çizelge 4.12 incelendiğinde, yapraktaki prolin miktarının 0.034 – 0.749 $\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık arasında değiştiği, en yüksek prolin miktarının 100 mM tuz ve 15 mM prolin uygulamasından, en düşük prolin miktarı ise kontrol bitkilerinden elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilerde prolin miktarı en düşük olduğu ve dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamaları kontrol ile farklı gruplar oluşturmuş olup, istatistiksel bakımdan, kontrol grubunda, dışsal olarak uygulanan prolinin prolin miktarını arttırdığı saptanmıştır.

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yapraktaki prolin miktarı önemli derecede artmıştır. Kültür bitkilerinde tuz stresi koşullarında stresin etkisiyle ortaya çıkan maddelerden biriside prolindir. Bir amino asit olan prolin, stres altındaki bitkilerde hücre ve dokuların en azından ilk zamanlarda zarar görmesini önlemek amacıyla bitki tarafından içsel olarak salgılanan bir organik bileşiktir. Nitekim, bulgularımız toprak çözeltisindeki yüksek iyon içeriğinden kaynaklanan kökler tarafından su alımının engellenmesine neden olan tuzluluğun ilk etkilerine karşı, bitkiler tarafından osmotik potansiyelin dengelenmesi amacıyla, bazı inorganik

iyonların veya düşük moleküler ağırlığa sahip organik bileşiklerin birikimi gözlemlendiğini bildiren Tatar (2006) bulgularıyla uyumludur. Bunun yanında Ashraf ve Haris (2005) tuz stresinin bitkilerde ozmotik basıncı artırması ve iyon dengelerinin bozulması sonucu prolin miktarının arttığını bildiren bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise yapraktaki prolin miktarını önemli derecede arttırmıştır (Şekil 4.7).

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitkide prolin miktarının arttığını bildiren bazı araştırmacıların (Tıprıdamaz, 1989; Martinez ve ark., 1996; Yürekli ve ark., 1996; Çavdar, 1997; Evers ve ark., 1999; Özcan ve ark., 2000; Öncel ve Keleş 2002; Gehlot, 2005; Sayari ve ark., 2005; Knipp ve Honermeier 2006; Yakıt ve Tuna 2006; Koca, 2007) bulgularıyla uyumludur.



Şekil 4.7. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama prolin ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık) değerleri

4.4. Klorofil İçeriği (mg/g)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının yapraktaki klorofil a, klorofil b, ve toplam klorofil içeriğine etkisine ilişkin değerler ayrı ayrı sunulmuştur.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının yapraktaki ortalama klorofil a değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen klorofil a değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	3.167	770.9187**
Prolin	2	3.628	882.9624**
Tuz*Prolin	6	0.684	166.5243**
Hata	24	0.004	
Genel	35		

** istatistiksel bakımından % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Çizelge 4.13 incelendiğinde; yapraktaki klorofil a içeriği üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yapraktaki klorofil a (mg/g) içeriğine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen klorofil a (mg/g) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	2.597 a	0.885 f	0.711 g	0.647 g	1.20
5	2.461 b	2.024 d	1.064 e	0.836 f	1.60
15	2.518 ab	2.219 c	2.423 b	2.018 d	2.29
Tuz Ortalamaları	2.52	1.71	1.40	1.67	
LSD (% 5)	0.11 (int)	0.06 (tuz)	0.05 (prolin)		

Çizelge 4.14 incelendiğinde, yapraktaki klorofil a içeriğinin 0.647 - 2.597 mg/g arasında değiştiği, en yüksek klorofil a içeriğinin kontrol bitkilerinden, en

düşük klorofil a içeriği ise 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilerde klorofil a içeriği en yüksek olduğu ve dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamaları kontrol ile farklı gruplar oluşturmuş olup, istatistiksel bakımdan, kontrol grubunda, dışsal olarak uygulanan prolinin klorofil a içeriği azalttığı saptanmıştır.

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yapraktaki klorofil a içeriği önemli derecede azalmıştır. Nitekim, bulgularımız tuz stresinin bitkilerin pigment içeriğini azalttığından kaynaklandığını bildiren Yağmur ve ark. (2006) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise yapraktaki klorofil a içeriğini önemli derecede arttırmıştır (Şekil 4.8). Nitekim, bulgularımız tuzluluk esnasında sprej şeklinde dışsal olarak prolin uygulanan bitkilerde klorofil içeriğini arttırdığını bildiren Gadallah (1999) bulgularıyla uyumludur.

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitkide klorofil a'nın azaldığını bildiren Avcıoğlu (2003) bulgularıyla uyumludur.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının yapraktaki ortalama klorofil b değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen klorofil b değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	0.685	511.6549**
Prolin	2	0.863	644.0229**
Tuz*Prolin	6	0.270	206.3991**
Hata	24	0.001	
Genel	35		

** istatistiksel bakımdan % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Çizelge 4.15 incelendiğinde; yapraktaki klorofil b içeriği üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yapraktaki klorofil b (mg/g) içeriğine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen klorofil b (mg/g) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	0.358 f	0.590 d	0.450 e	0.295 g	0.42
5	0.542 d	1.281 a	0.834 c	0.215 h	0.72
15	0.305 fg	1.165 b	1.230 a	1.135 b	0.96
Tuz Ortalamaları	0.40	1.01	0.84	0.55	
LSD (% 5)	0.06 (int)	0.04 (tuz)	0.03 (prolin)		

Çizelge 4.16 incelendiğinde, yapraktaki klorofil b içeriğinin 0.215 - 1.281 mg/g arasında değiştiği, en yüksek klorofil b içeriğinin 25 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamasından, en düşük klorofil b içeriği ise 100 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilere dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamaları kontrol ile farklı gruplar oluşturmuş olup, 5 mM prolin uygulamasının klorofil b içeriğini olumlu yönde etkilediği, 15 mM prolin uygulamasının olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yapraktaki klorofil b içeriği değişiklik göstermiştir. Nitekim, bulgularımız tuz stresinde klorofil b'nin bitki çeşidi ve genotipe göre değişiklik gösterdiğini bildiren Köşkeröglü (2006) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise yapraktaki klorofil b içeriğini arttırmıştır (Şekil 4.10). Nitekim, bulgularımız tuzluluk esnasında spray şeklinde dışsal olarak prolin uygulanan bitkilerde klorofil içeriğini arttırdığını bildiren Gadallah (1999) bulgularıyla uyumludur.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının yapraktaki ortalama toplam klorofil değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17 incelendiğinde; yapraktaki toplam klorofil içeriği üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 4.17. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen toplam klorofil değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	2.617	453.1530**
Prolin	2	7.938	1 374.584**
Tuz*Prolin	6	1.716	297.1183**
Hata	24	0.006	
Genel	35		

** istatistiksel bakımdan % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

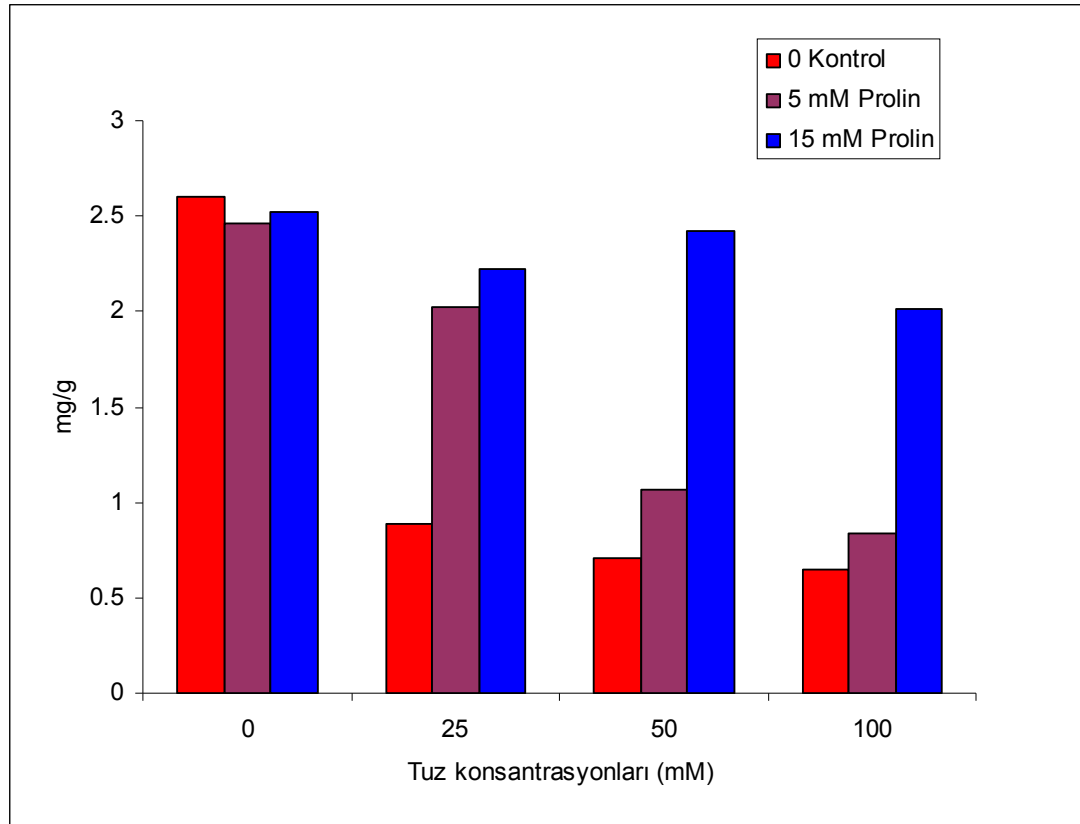
Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yapraktaki toplam klorofil (mg/g) içeriğine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen toplam klorofil (mg/g) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

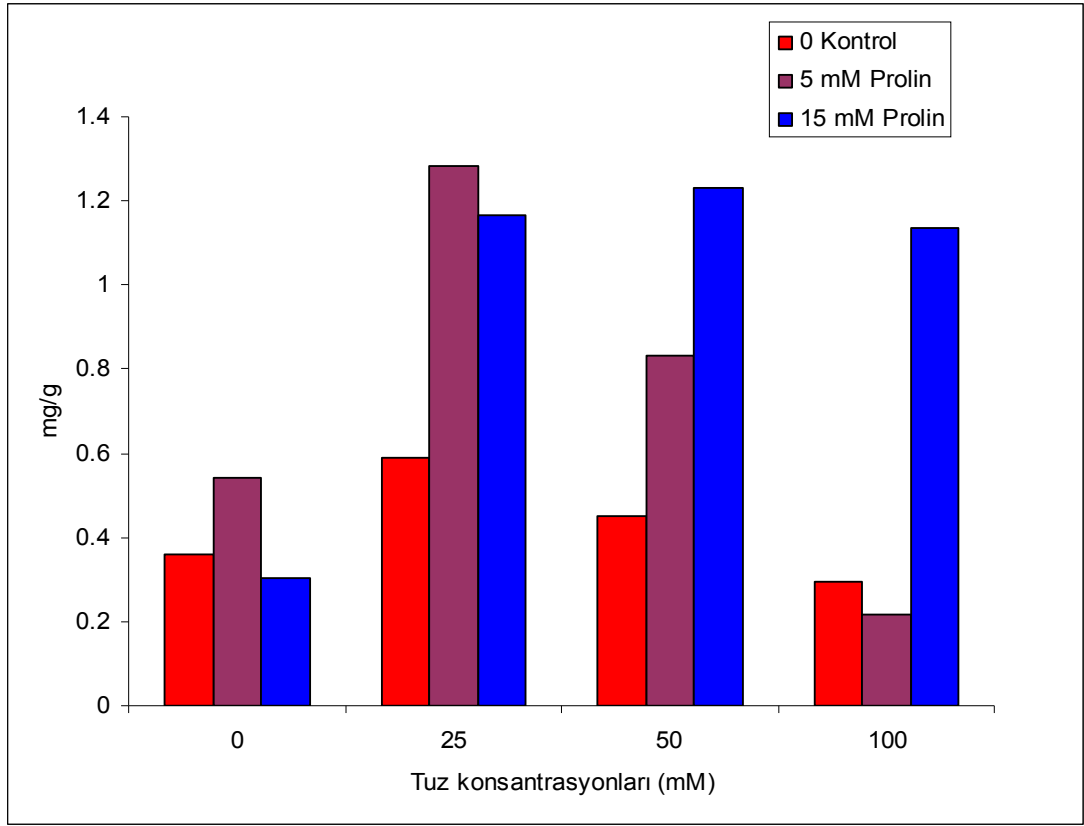
Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	2.950 d	1.470 g	1.160 h	0.940 ı	1.63
5	3.000d	3.300 b	1.900 f	1.050 hı	2.31
15	2.820 e	3.380 b	3.650a	3.150 c	3.25
Tuz Ortalamaları	2.92	2.72	2.24	1.71	
LSD (% 5)	0.13 (int)	0.07 (tuz)	0.06 (prolin)		

Çizelge 4.18 incelendiğinde, yapraktaki toplam klorofil içeriği 0.940 - 3.650 mg/g arasında değiştiği, en yüksek toplam klorofil içeriği 50 mM tuz ve 15 mM prolin uygulamasından, en düşük toplam klorofil içeriği ise 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilere dışsal olarak 5 mM prolin uygulamaları kontrol ile aynı grupta yer almış olup, 15 mM prolin uygulamasının ise farklı gruplar oluşturduğu ve toplam klorofil içeriğini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

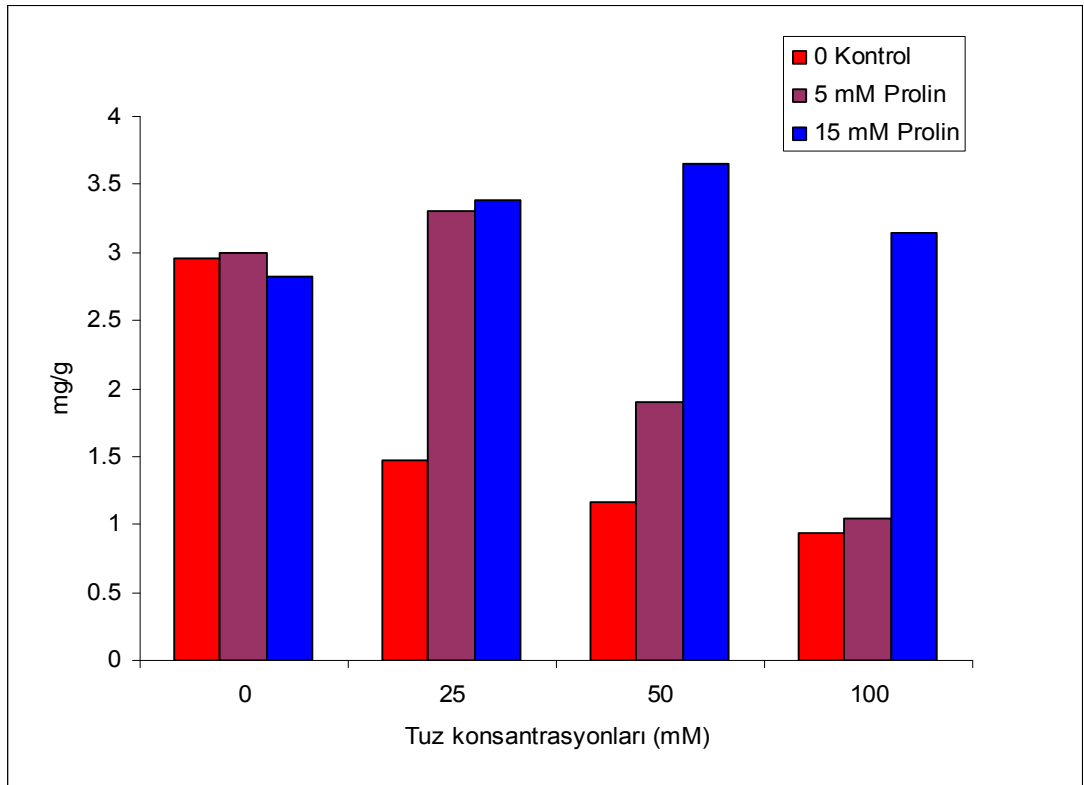
Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yapraktaki toplam klorofil azalma göstermiştir. Nitekim, bulgularımız tuzlu yetiştirme ortamlarında ışık toplama kompleksinin ve tilakoid membranlarının azalmasına ve fotosistemler arasındaki koordinasyon bozulması nedeniyle klorofil sentezinde gerileme ve klorofil parçalanması şeklinde olduğunu bildiren Köşkeroğlu (2006) bulgularıyla uyumludur. Bunun yanında Tatar (2006) bildirdiğine göre yapraklardaki klorofil ve karotenoid miktarı tuzluluk stresinde genellikle düşüş gösterdiği, tuzluluğun etkilerinin ilerleyen safhalarında Na^+ ve Cl^- iyonlarının bitki hücrelerinde birikmesiyle beraber kloroplast yapısında dejenerasyon ve fotosentez süreci üzerinde olumsuz etkileri olduğunu, bu etkinin fotosentetik elektron taşınımından çok karbon mekanizması ve fotofosforilizasyon üzerine etkili olduğu bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise yapraktaki toplam klorofil içeriğini arttırmıştır (Şekil 4.9). Nitekim, bulgularımız tuzluluk esnasında spray şeklinde dışsal olarak prolin uygulanan bitkilerde, klorofilin arttığını bildiren Gadallah (1999) bulgularıyla uyumludur.



Şekil 4.8. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama klorofil a (mg/g) değerleri



Şekil 4.9. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama klorofil b (mg/g) değerleri



Şekil 4.10. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama toplam klorofil (mg/g) değerleri

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitkide toplam klorofil içeriğinin azaldığını bildiren bazı araştırmacıların (Öncel ve Keleş 2002; Çanakçı ve Munzuroğlu 2004; Santos, 2004; Tatar 2006; Yakıt ve Tuna 2006; Köşkeröglü, 2006; Yağmur ve ark., 2006) bulgularıyla uyumludur.

4.5. Hücre Membran Geçirgenliği (%)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının yapraktaki ortalama hücre membran geçirgenliği değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen hücre membran geçirgenliği değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	4 761.001	1 700.965**
Prolin	2	674.781	241.0793**
Tuz*Prolin	6	118.989	42.5114**
Hata	24	2.80	
Genel	35		

** istatistiksel bakımından % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Çizelge 4.19 incelendiğinde; yapraktaki hücre membran geçirgenliği üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yapraktaki hücre membran geçirgenliğine (%) ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.20'de verilmiştir.

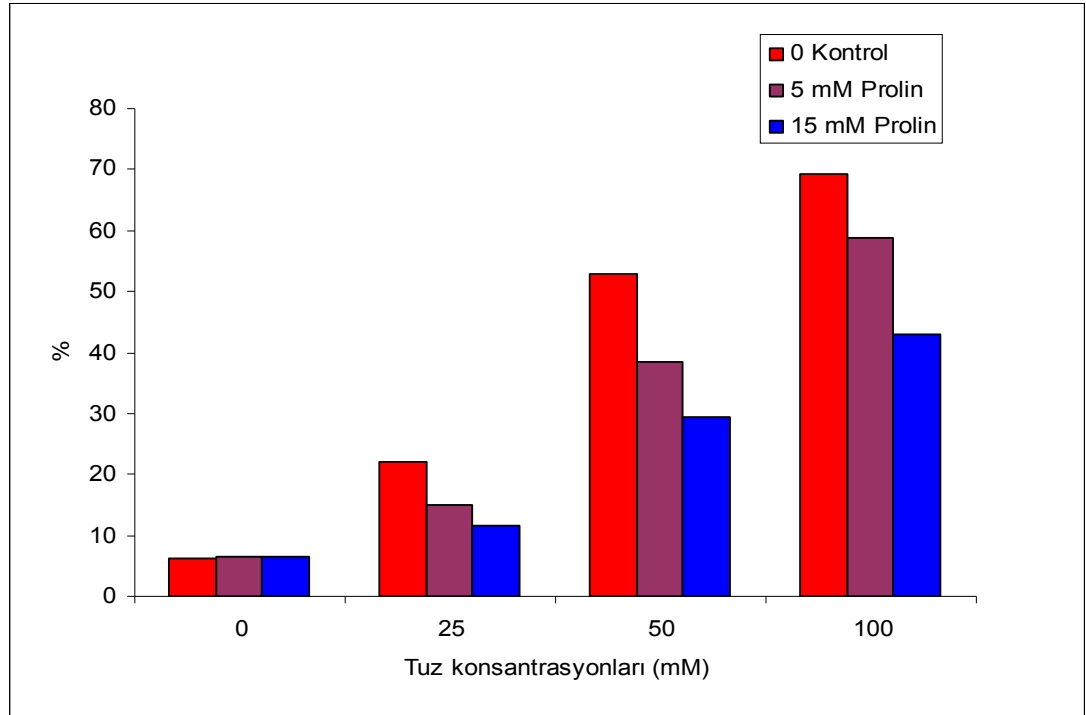
Çizelge 4.20 incelendiğinde, yapraktaki hücre membran geçirgenliğinin % 6.13 - 69.39 arasında değiştiği, en yüksek hücre membran geçirgenliğinin 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulamasından, en düşük hücre membran geçirgenliğinin ise kontrol bitkilerinden elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilerde hücre membran geçirgenliği en düşük olduğu ve dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamalarının kontrol ile aynı grupta yer almış olup, istatistiksel bakımdan,

kontrol grubunda, dışsal olarak uygulanan prolinin hücre membran geçirgenliği üzerine bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen hücre membran geçirgenliği (%) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	6.13 j	22.11 g	52.73 c	69.39 a	37.59
5	6.47 j	14.97 h	38.44 e	58.85 b	29.68
15	6.47 j	11.57 ı	29.26 f	43.10 d	22.60
Tuz Ortalamaları	6.36	16.22	40.14	57.11	
LSD (% 5)	2.82 (int)	1.63 (tuz)	1.41 (prolin)		

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yapraktaki hücre membran geçirgenliği önemli derecede artmıştır. Nitekim, bulgularımız tuzlu yetiştirme ortamlarında hücre membran geçirgenliğindeki artışın klorofil içeriğinin azalmasından kaynaklandığını bildiren Binici (2005) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise yapraktaki hücre membran geçirgenliğini önemli derecede azaltmıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama hücre membran geçirgenliği (%) değerleri

Nitekim, bulgularımız tuzluluk esnasında sprey şeklinde dışsal olarak prolin uygulanan bitkilerde, tuzluluktan kaynaklanan membran deformasyonunun daha az olduğunu bildiren Gadallah (1999) bulgularıyla uyumludur.

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitkide hücre membran geçirgenliğinin arttığını bildiren bazı araştırmacıların (Köşkeröğlu, 2006; Yakıt ve Tuna 2006) bulgularıyla uyumludur.

4.6. Toplam Yaprak Alanı (cm²/bitki)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının bitkideki ortalama toplam yaprak alanı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21 incelendiğinde; bitkideki toplam yaprak alanı üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan (P<0.01) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 4.21. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen toplam yaprak alanı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	82 037.187	1 037.276**
Prolin	2	13 533.72	171.12**
Tuz*Prolin	6	5 263.635	66.5533**
Hata	24	79.1	
Genel	35		

** istatistiksel bakımdan % 1 düzeyinde önemli farklılık (P≤ 0.01)

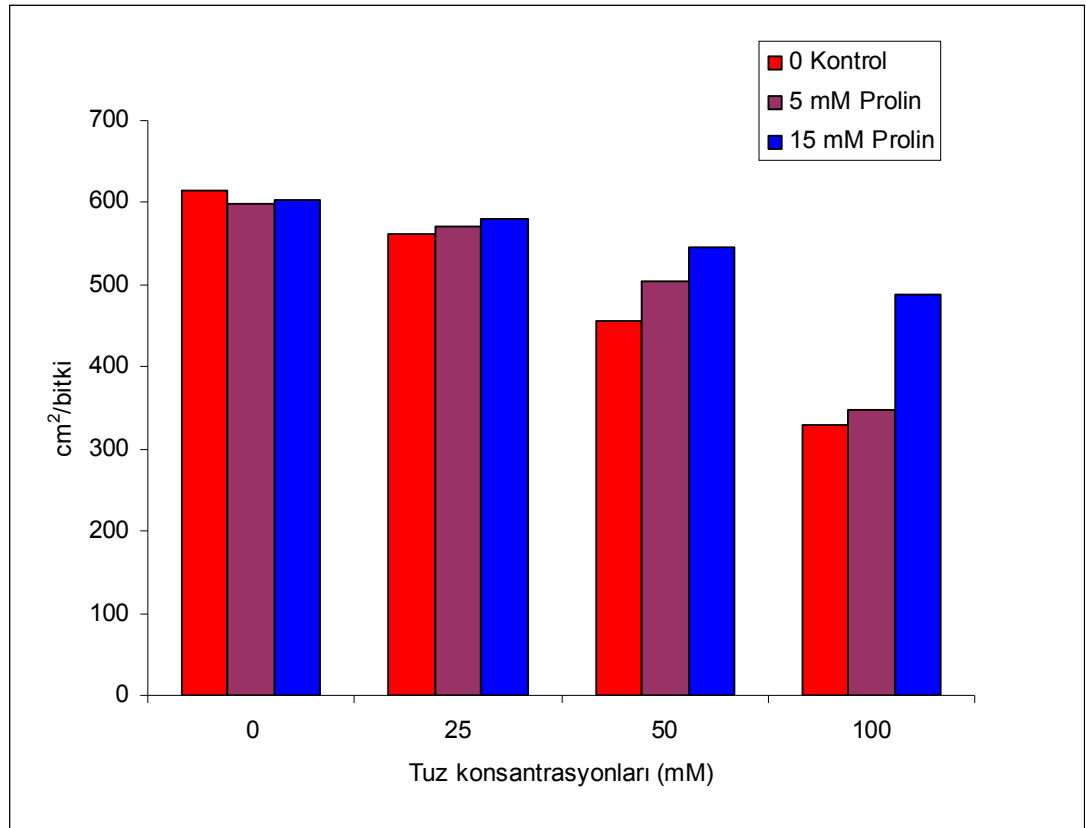
Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen bitkideki toplam yaprak alanına ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22 incelendiğinde, bitkideki toplam yaprak alanının 330.27 – 614.82 cm²/bitki arasında değiştiği, en yüksek toplam yaprak alanının kontrol bitkilerden, en düşük toplam yaprak alanının ise 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilerde

toplam yaprak alanı en yüksek olduğu ve dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamalarının kontrol ile farklı gruplar oluşturduğu, istatistiksel bakımdan, kontrol grubunda, dışsal olarak uygulanan prolinin toplam yaprak alanı üzerine olumsuz etki yaptığı saptanmıştır.

Çizelge 4.22. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen toplam yaprak alanı (cm^2/bitki) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	614.82a	561.41 de	455.66 h	330.27 j	490.54
5	598.50 b	571.29 cd	505.05 f	348.16 ı	505.75
15	604.44 ab	579.30 c	546.45 e	489.02 g	554.80
Tuz Ortalamaları	605.91	570.66	502.39	389.15	
LSD (% 5)	14.98 (int)	8.65 (tuz)	7.49 (prolin)		



Şekil 4.12. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama toplam yaprak alanı (cm^2/bitki) değerleri

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak bitkideki toplam yaprak alanı önemli derecede azalmıştır. Nitekim, bulgularımız tuz stresi altındaki bitkilerin,

su ve besin elementlerini tam kullanamaması, bu nedenle daha az su kaybetmek amacı ile stomalarını kapatmaları ve köklerden alınan iyonların birbirine olan dengesizliğinden kaynaklandığını bildiren Avcıoğlu ve ark. (2003) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise bitkideki toplam yaprak alanı önemli derecede arttırmıştır (Şekil 4.12). Nitekim, bulgularımız bitkilerin tuz stresi koşullarında, sekonder metabolitler, farklı kimyasallar ve özellikle stres proteinleri (prolin) üreterek hücrel osmotik basınçlarını yükselttikleri bu sayede de besin ortamında ortaya çıkan yüksek osmotik basıncı dengeleyip bitkilerin daha sağlıklı büyüdüklerini bildiren Avcıoğlu ve ark. (2003) bulgularıyla uyumludur.

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitkideki toplam yaprak alanının azaldığını bildiren bazı araştırmacıların (Turan, 2000; Katerji, ve ark., 2003; Bustan ve ark., 2004) bulgularıyla uyumludur.

4.7. Yaprak Sayısı (adet/bitki)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının bitkideki ortalama yaprak sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yaprak sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	103.194	21.4740**
Prolin	2	33.006	6.8685**
Tuz*Prolin	6	7.340	1.5275
Hata	24	4.805	
Genel	35		

** istatistiksel bakımından % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Çizelge 4.23 incelendiğinde; bitkideki yaprak sayısı üzerine tuz ve prolinin ana etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır. Ancak bitkideki yaprak sayısı üzerine tuz x prolin interaksiyon etkisi önemsiz bulunmuştur.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen bitkideki yaprak sayısına (adet/bitki) ait ortalama değerler ve oluşan gruplar izelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24 incelendiğinde, bitkideki yaprak sayısının 19.66 – 30.5 adet/bitki arasında değiştiği, en yüksek bitkideki yaprak sayısı kontrol bitkilerinden, en düşük bitkideki yaprak sayısı değerleri ise 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilere dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamalarının kontrol göre yaprak sayısı üzerine olumlu etki yapmadığı saptanmıştır.

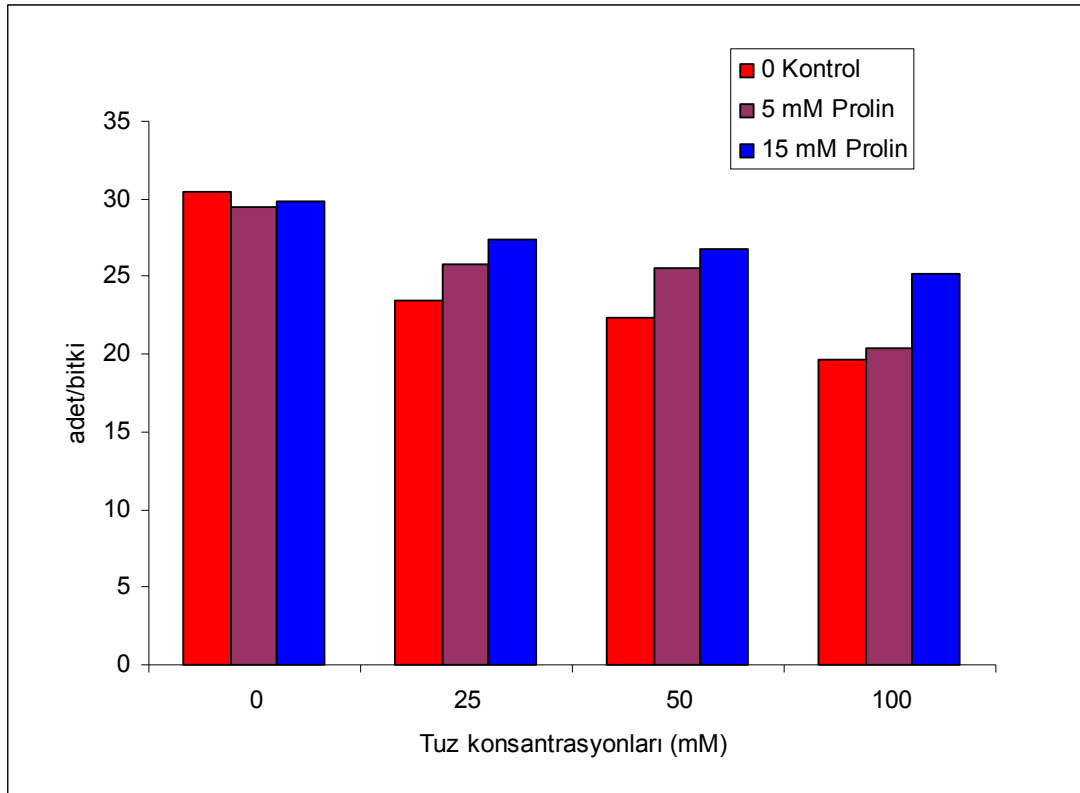
Çizelge 4.24. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yaprak sayısı (adet/bitki) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	30.50	23.50	22.33	19.66	24.00 b
5	29.50	25.83	25.50	20.33	25.29 b
15	29.83	27.33	26.83	25.16	27.29 a
Tuz Ortalamaları	29.94 a	25.55 b	24.88 b	21.72 c	
LSD (% 5)	.D (int)	2.13 (tuz)	1.85 (prolin)		

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak bitkideki yaprak sayısı önemli derecede azalmıştır. Nitekim, bulgularımız bitkilerde tuzluluktan ilk etkilenen organın yapraklar olduğunu, tuzluluğun etkisi ile birlikte saatler hatta dakikalar ile tanımlanan süre içerisinde yaprak gelişmesinde ani bir düşüş olduğunu bildiren Tatar (2006) bulgularıyla uyumludur. Yetiştirme ortamına ilave edilen tuz konsantrasyonlarının yaprak ve köklerdeki Na içeriğini ve buna bağlı olarak su kullanımı için harcamak zorunda kaldığı enerji miktarını arttırdığı potasyum, fosfor ve kalsiyum alınımlarını ve taşınımlarını olumsuz etkilediği, yaprak su potansiyelini ve transprasyon yeteneğini bozduğundan dolayı bitki boyunda olduğu gibi yaprak sayısında da azalmalara neden olduğunu bildiren Ekmekçi ve ark. (2005) bulgularıyla da uyum içerisindedir. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise bitkideki yaprak sayısını önemli derecede arttırmıştır (şekil 4.13). Nitekim, bulgularımız bitkilerin tuz stresi koşullarında, sekonder metabolitler, farklı kimyasallar ve özellikle stres proteinleri (prolin) reterek hücresel ozmotik

basınçlarını yükselttikleri bu sayede de besin ortamında ortaya çıkan yüksek ozmotik basıncı dengeleyip bitkilerin daha sağlıklı büyüdüklerini bildiren Avcıoğlu ve ark. (2003) bulgularıyla uyumludur.

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitkideki yaprak sayısının azaldığını bildiren bazı araştırmacıların (Turan, 2000; Turhan ve Ekinci 2005) bulgularıyla uyumludur.



Şekil 4.13. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet/bitki) değerleri

4.8. Bitki Boyu (cm)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının ortalama bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	1010.500	38.0125**
Prolin	2	290.270	10.9193**
Tuz*Prolin	6	118.743	4.4668**
Hata	24	26.583	
Genel	35		

** istatistiksel bakımından % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Çizelge 4.25 incelendiğinde; bitki boyu üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen bitki boyuna (cm) ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.26'da verilmiştir.

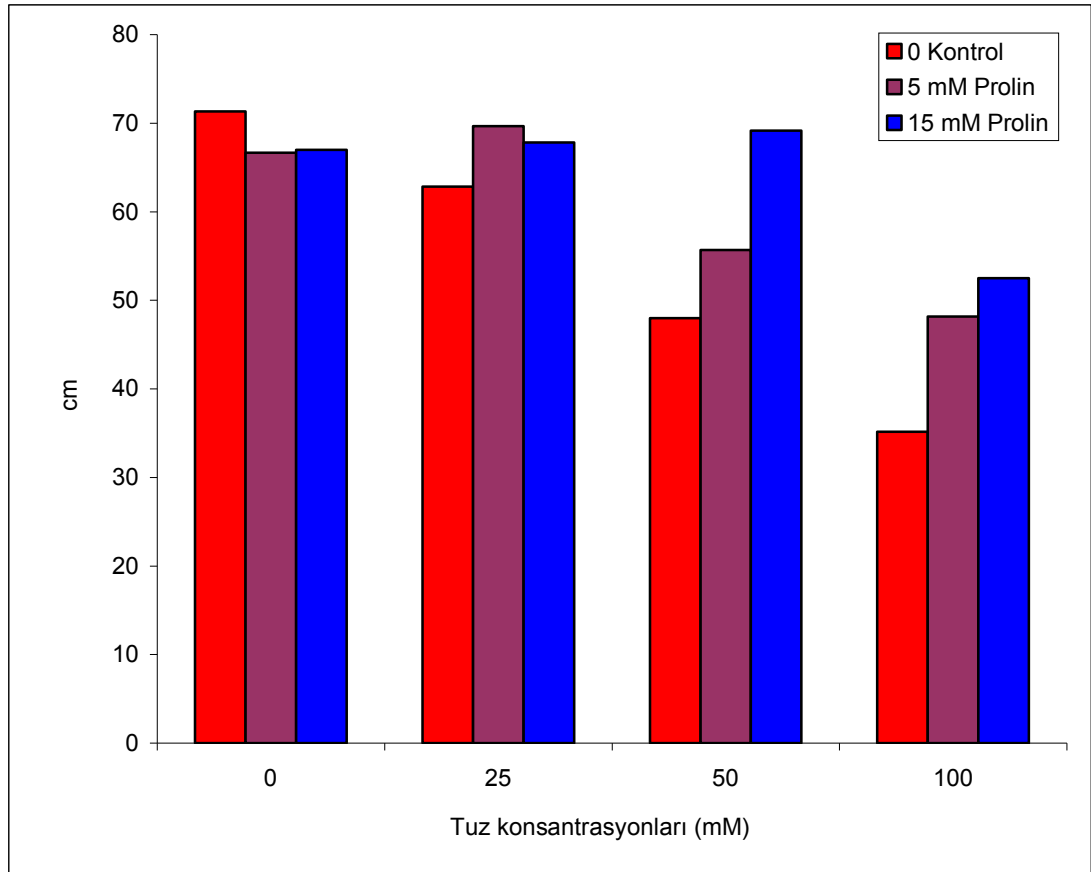
Çizelge 4.26. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen bitki boyu (cm) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	71.33 a	62.83 ab	48.00 c	35.17 d	54.33
5	66.67 a	69.67 a	55.67 bc	48.17 c	60.04
15	67.00 a	67.83 a	69.17 a	52.50 c	64.12
Tuz Ortalamaları	68.33	66.77	57.61	45.28	
LSD (% 5)	8.68 (int)	5.01 (tuz)	4.34 (prolin)		

Çizelge 4.26 incelendiğinde, bitki boyunun 35.17 – 71.33 cm arasında değiştiği, en yüksek bitki boyu kontrol bitkilerden, en düşük bitki boyu değerleri ise 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilerde bitki boyu en yüksek olduğu ve dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamalarının kontrol ile aynı grubu oluşturduğu, istatistiksel bakımdan, kontrol grubunda, prolinin bitki boyuna bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak bitki boyu önemli derecede azalmıştır. Tuzluluğun etkisiyle patatesten bitki boyunun azalması, bitkinin

maruz kaldığı tuz düzeyine göre farklılık göstermiştir. Bitkiler tuzluluğa tolerans bakımından çeşide ve türlere göre farklılık gösterebilmektedir. Nitekim, bulgularımız bitki yetiştirme ortamında tuz konsantrasyonunun artmasıyla birlikte, oluşan yüksek ozmotik basınç nedeniyle bitki kökleri bitkinin yetiştirme ortamından su ve besin elementi alımını metabolizması üzerine toksik bir etki yaptığını bildiren Öncel ve Keleş 2002; Ekmekçi ve ark. 2005; Yakıt ve Tuna 2006 bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise bitki boyunu önemli derecede arttırmıştır (Şekil 4.14). Nitekim, bulgularımız bitkilerin tuz stresi koşullarında, sekonder metabolitler, farklı kimyasallar ve özellikle stres proteinleri (prolin) üreterek hücrel ozmotik basınçlarını yükselttikleri bu sayede de besin ortamında ortaya çıkan yüksek ozmotik basıncı dengeleyip bitkilerin daha sağlıklı büyüdüklerini bildiren Avcıoğlu ve ark. (2003) bulgularıyla uyumludur.



Şekil 4.14. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama bitki boyu (cm) değerleri

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitki boyunun azaldığını bildiren bazı araştırmacıların (Çavdar, 1997; Konak ve ark., 1999; Turan,

2000; Adıyaman, 2005; Turhan ve Ekinçi 2005; Köşkeröglü, 2006; Kılavuz, 2006; Parlak ve Parlak 2006; Tatar, 2006) bulgularıyla uyumludur.

4.9. Saksıdaki Sap Sayısı (adet/bitki)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının saksıdaki ortalama sap sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen saksıdaki sap sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	0.025	0.5238
Prolin	2	0.007	0.1429
Tuz*Prolin	6	0.025	0.5238
Hata	24	0.049	
Genel	35		

Çizelge 4.27 incelendiğinde; saksıdaki sap sayısı (adet/bitki) üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur.

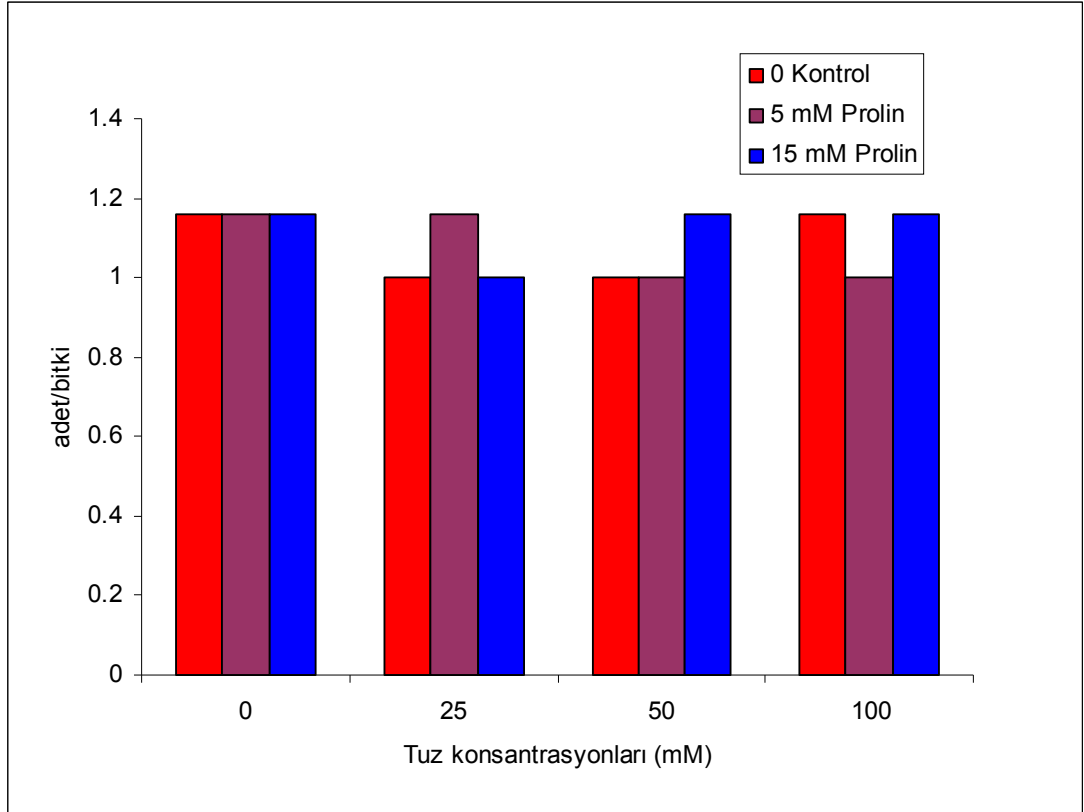
Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen saksıdaki sap sayısına ait (adet/bitki) ortalama değerler Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama saksıdaki sap sayısı (adet/bitki) değerleri

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	1.16	1.00	1.00	1.16	1.08
5	1.16	1.16	1.00	1.00	1.08
15	1.16	1.00	1.16	1.16	1.12
Tuz Ortalamaları	1.16	1.05	1.05	1.11	
LSD (% 5)	Ö.D (int)	Ö.D (tuz)	Ö.D (prolin)		

Çizelge 4.28 incelendiğinde, farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen saksıdaki sap sayısı değerlerinin 1.00 ile 1.16 (adet/bitki) arasında değiştiği

görülmektedir. Tuz, prolin ve tuz x prolin interaksyonunda saksıdaki sap sayısında farklılığın önemsiz çıkması, apikal dominansiden (tepe tomurcuğun baskınlığı) dolayı kaynaklandığı tahmin edilmektedir.



Şekil 4.15. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama saksıdaki sap sayısı (adet/bitki) değerleri

4.10. Sap Çapı (mm)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının bitkideki ortalama sap çapı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29’de verilmiştir.

Çizelge 4.29 incelendiğinde; bitkideki sap çapı üzerine tuzun ana etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.05$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır. Ancak prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksyon etkisi istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.29. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen sap çapı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	1.541	5.0379*
Prolin	2	0.237	0.7738
Tuz*Prolin	6	0.061	0.2009
Hata	24	0.306	
Genel	35		

*istatistiksel bakımından % 5 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.05$)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen bitkideki sap çapına (mm) ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30 incelendiğinde, bitkideki sap çapı değerleri 8.42 – 9.68 mm arasında değiştiği, en yüksek sap çapı kontrol bitkilerinden, en düşük sap çapı değeri ise 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilere dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamalarının kontrole göre sap çapı üzerine olumlu etki yapmadığı saptanmıştır.

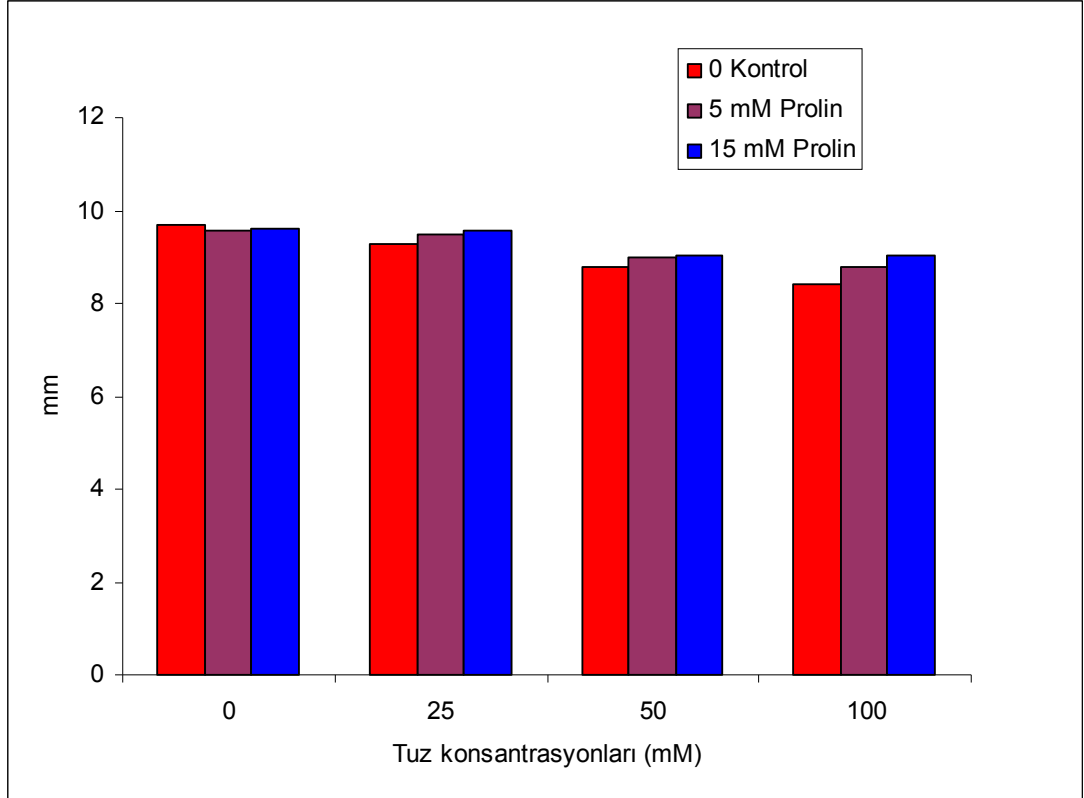
Çizelge 4.30. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen sap çapı (mm) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	9.68	9.26	8.77	8.42	9.04
5	9.58	9.47	8.99	8.80	9.21
15	9.62	9.56	9.03	9.02	9.31
Tuz Ortalamaları	9.63 a	9.43 ab	8.93 bc	8.75 c	
LSD (% 5)	Ö.D (int)	0.54 (tuz)	Ö.D (prolin)		

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak bitkideki sap çapı önemli derecede azalmıştır. Nitekim, bulgularımız tuzlu koşullarda ozmotik dengesizlik ve kök bölgesi su potansiyelindeki düşüşe bağlı olarak bitkinin su ve besin elementi alınımını engellemesi, köklerden alınan iyonların birbirine olan dengesizliği ve dokularda fazla miktarda iyon birikimi sonucu kaynaklandığını bildiren Yakıt ve Tuna (2006) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı

olarak artan prolin uygulamaları ise bitkideki sap çapı üzerine önemli bir etkisi olmamıştır (Şekil 4.16).

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak sap çapının azaldığını bildiren Köşkeröglü (2006) bulgularıyla uyumludur.



Şekil 4.16. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama sap çapı (mm) değerleri

4.11. Saksıdaki Yumru Sayısı (adet/bitki)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının saksıdaki ortalama yumru sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31 incelendiğinde; saksıdaki yumru sayısı üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 4.31. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen saksıdaki yumru sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	1.211	29.0556**
Prolin	2	1.174	28.1667**
Tuz*Prolin	6	0.433	10.3889**
Hata	24	0.042	
Genel	35		

** istatistiksel bakımından % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen saksıdaki yumru sayısına (adet/bitki) ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.32'de verilmiştir.

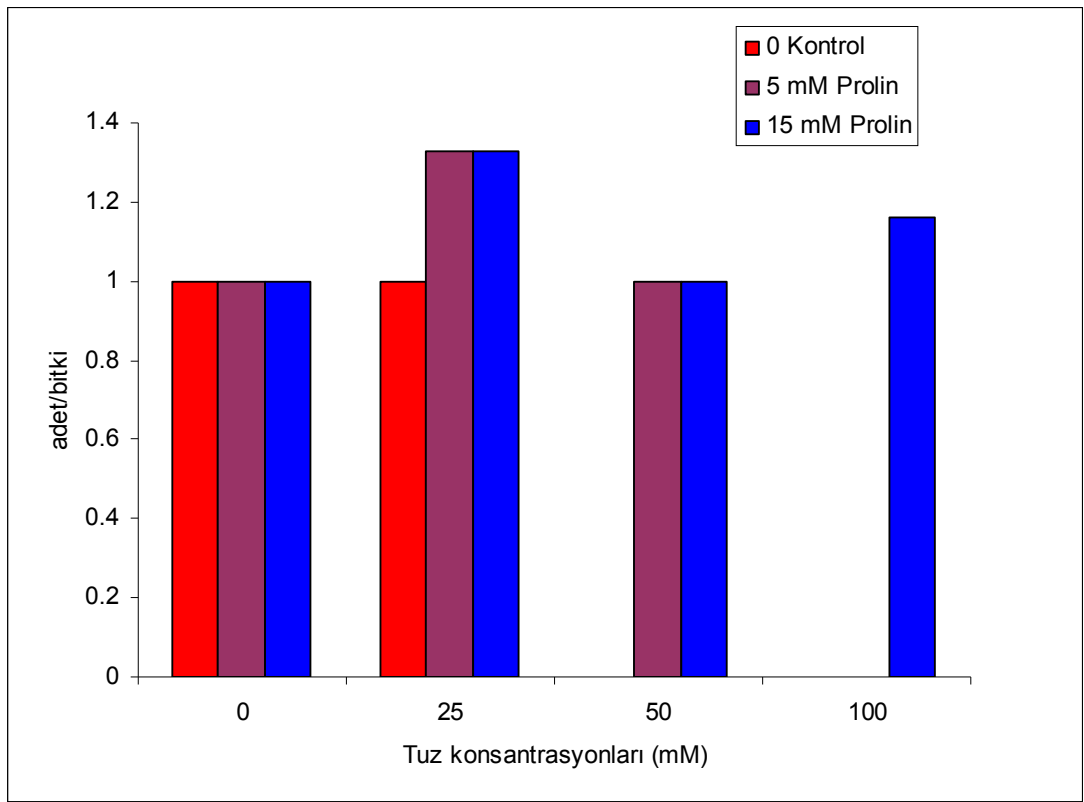
Çizelge 4.32. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen saksıdaki yumru sayısı (adet/bitki) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	1.00 a	1.00 a	0 b	0 b	0.50
5	1.00 a	1.33 a	1.00 a	0 b	0.83
15	1.00 a	1.33 a	1.00 a	1.16 a	1.12
Tuz Ortalamaları	1.00	1.22	0.67	0.39	
LSD (% 5)	0.34 (int)	0.20 (tuz)	0.17 (prolin)		

Çizelge 4.32 incelendiğinde, saksıdaki yumru sayısının 0 ile 1.33 adet/bitki arasında değiştiği, en fazla saksıdaki yumru sayısı 25 mM tuz konsantrasyonunun 0 ve 5 mM prolin uygulamasından elde edildiği görülmektedir. 50 mM tuz ve 0 mM prolin, 100 mM tuz ve 0 mM prolin ve 100 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamasından yumru elde edilemediği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilere dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamalarının kontrol ile aynı grubu oluşturduğu, istatistikî olarak önemli bir farklılığın olmadığı saptanmıştır.

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak saksıdaki yumru sayısı önemli derecede azalmış olup, bazı uygulamalardan da yumru elde edilememiştir. Yumru sayısının az oluşunun ve elde edilememesinin nedeni olarak tuz stresinin etkisi ile klorofil içeriğinin, su ve besin elementlerinin (K, Ca ve Mg) kullanımının, yaprak sayısının, yaprak alanının ve dolayısıyla fotosentezin azalmasından, sodyum

ve hücre membran geçirgenliğinin artmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim, bulgularımız tuz stresinin artmasıyla yumru sayısının azaldığını bildiren Ghosh ve ark. (2001) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise saksıdaki yumru sayısı önemli derecede arttırmıştır (Şekil 4.17). Prolinin etkisi ile yumru sayısında istatistiksel olarak farklılığın olması, dışsal olarak uygulanan prolinin yaprak sayısını, yaprak alanını, klorofil içeriğini, su ve besin elementlerinin (K, Ca ve Mg) kullanımını arttırması ve sodyum ve hücre membran geçirgenliğinin azalmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.



Şekil 4.17. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama saksıdaki yumru sayısı (adet/bitki) değerleri

4.12. Yumru çapı (mm)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının ortalama yumru çapı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yumru çapı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	691.375	238.3481**
Prolin	2	373.369	128.7173**
Tuz*Prolin	6	168.861	58.2139**
Hata	24	2.901	
Genel	35		

** istatistiksel bakımından % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Çizelge 4.33 incelendiğinde; yumru çapı üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yumru çapına (mm) ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.34'de verilmiştir.

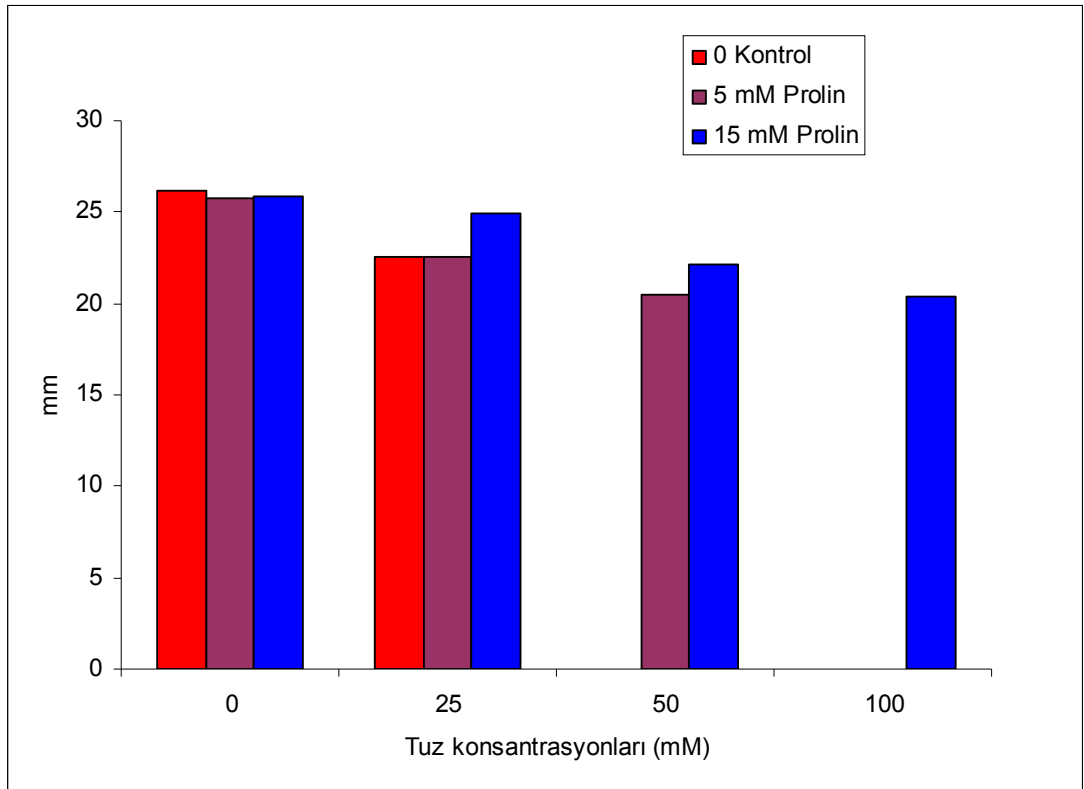
Çizelge 4.34. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen yumru çapı (mm) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	26.18 a	22.60 bc	0 d	0 d	12.20
5	25.78 a	22.52 bc	20.52 c	0 d	17.21
15	25.87 a	24.89 ab	22.14 bc	20.43	23.33
Tuz Ortalamaları	25.95	23.34	14.22	6.81	
LSD (% 5)	2.87 (int)	1.43 (tuz)	1.66 (prolin)		

Çizelge 4.34 incelendiğinde, yumru çapının 0 - 26.18 mm arasında değiştiği, en yüksek yumru çapı kontrol bitkilerinden elde edildiği görülmektedir. 50 mM tuz ve 0 mM prolin, 100 mM tuz ve 0 mM prolin ve 100 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamasından yumru elde edilemediği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilere dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamalarının kontrol ile aynı grubu oluşturduğu, istatistikî olarak önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak yumru çapı önemli derecede azalmış olup, bazı uygulamalardan da yumru çapı elde edilememiştir.

Yumru çapının farklılık göstermesi ve elde edilememesinin nedeni olarak tuz stresinin etkisi ile klorofil içeriğinin, su ve besin elementlerinin (K, Ca ve Mg) kullanımının, yaprak sayısının, yaprak alanının ve dolayısıyla fotosentezin azalmasından, sodyum ve hücre membran geçirgenliğinin artmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim, bulgularımız tuz stresinin artmasıyla yumru çapının azaldığını bildiren Zhang ve ark. (2006) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise yumru çapını önemli derecede arttırmıştır (Şekil 4.18). Prolinin etkisi ile yumru çapında istatistiksel olarak farklılığın olması, dışsal olarak uygulanan prolinin yaprak sayısını, yaprak alanını, klorofil içeriğini, su ve besin elementlerinin (K, Ca ve Mg) kullanımını arttırması ve sodyum ve hücre membran geçirgenliğinin azalması yönünde olumlu etki yaptığından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.



Şekil 4.18. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama yumru çapı (mm) değerleri

4.13. Tek Yumru Ağırlığı (g)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının ortalama tek yumru ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35’de verilmiştir.

Çizelge 4.35 incelendiğinde; tek yumru ağırlığı üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır

Çizelge 4.35. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen tek yumru ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	202.163	353.7773**
Prolin	2	40.965	71.6880**
Tuz*Prolin	6	19.833	34.7082**
Hata	24	0.571	
Genel	35		

** istatistiksel bakımdan % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen tek yumru ağırlığına (g) ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.36’de verilmiştir.

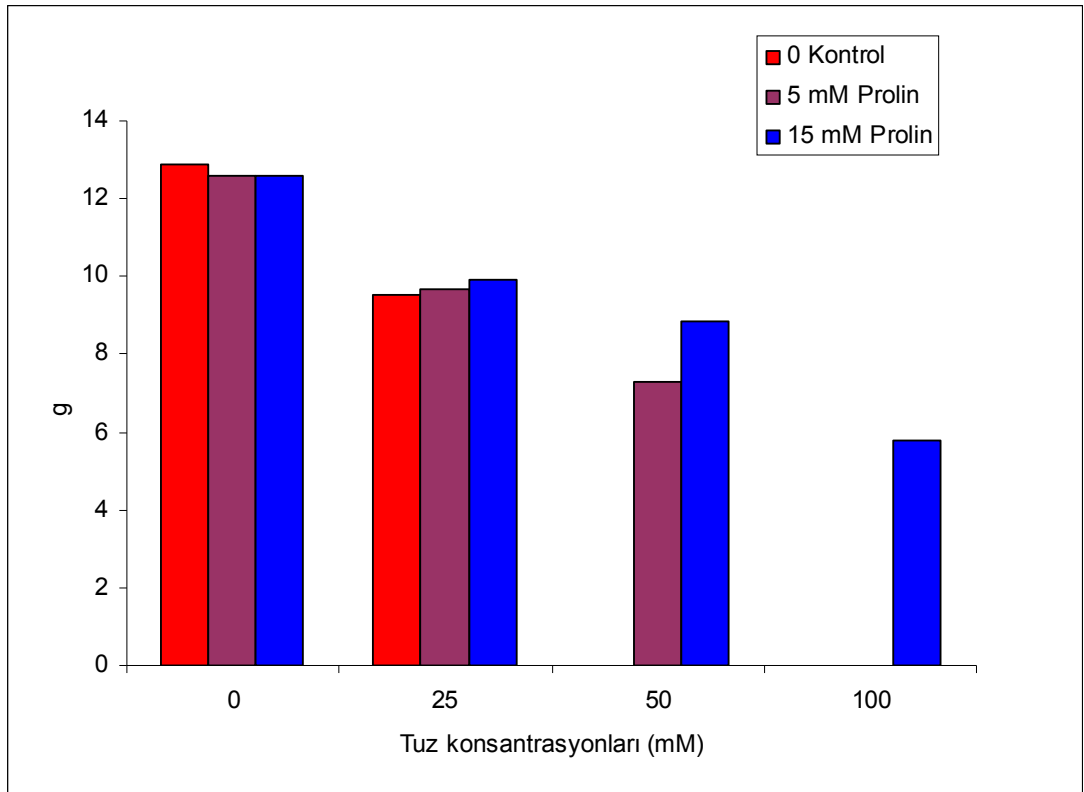
Çizelge 4.36. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen tek yumru ağırlığı (g) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	12.88 a	9.52 b	0 e	0 e	5.60
5	12.57 a	9.68 b	7.27 c	0 e	7.38
15	12.61 a	9.94 b	8.84 b	5.78 d	9.29
Tuz Ortalamaları	12.69	9.72	5.37	1.93	
LSD (% 5)	1.27 (int)	0.36 (tuz)	0.64 (prolin)		

Çizelge 4.36 incelendiğinde, tek yumru ağırlığının 0 - 12.88 g arasında değiştiği, en yüksek tek yumru ağırlığı kontrol bitkilerinden elde edildiği görülmektedir. 50 mM tuz ve 0 mM prolin, 100 mM tuz ve 0 mM prolin ve 100 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamasından yumru elde edilemediği görülmektedir. Tuz

stresi uygulanmayan bitkilere dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamalarının kontrol ile aynı grubu oluşturduğu, istatistikî olarak önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak tek yumru ağırlığı önemli derecede azalmış olup, bazı uygulamalardan da tek yumru ağırlığı elde edilememiştir. Tek yumru ağırlığının farklılık göstermesi ve elde edilememesinin nedeni olarak tuz stresinin etkisi ile yaprak alanının, klorofil içeriğinin, su ve besin elementlerinin kullanımının azalması ve sodyum oranının artmasından kaynaklandığı



Şekil 4.19. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama tek yumru ağırlığı (g) değerleri

tahmin edilmektedir. Nitekim, bulgularımız tuz stresinin artması ile birlikte tek yumru ağırlığında azalma olduğunu bildiren Sayari ve ark. (2005) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise tek yumru ağırlığını önemli derecede arttırmıştır (Şekil 4.19). Tuz stresine karşı dışsal prolin uygulamalarının ozmotik basıncı düzenlemede görev aldığı, bunun sonucunda yaprak

alanını, klorofil içeriğini, su ve besin elementinin kullanımında artış sağladığından tek yumru ağırlığında olumlu etki yaptığı düşünülmektedir.

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak tek yumru ağırlığının azaldığını bildiren bazı araştırmacıların (Ghosh ve ark., 2001; Kirk ve ark., 2006; Zhang ve ark., 2006) bulgularıyla uyumludur.

4.14. Bitki Başına Yumru Verimi (g)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının ortalama bitki başına yumru verimi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen bitki başına yumru verimi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	210.845	380.3434**
Prolin	2	58.275	105.1227**
Tuz*Prolin	6	18.602	33.5563**
Hata	24	0.554	
Genel	35		

** istatistiksel bakımdan % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Çizelge 4.37 incelendiğinde; bitki başına yumru verimi üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen bitki başına yumru verimine (g) ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.38 incelendiğinde, bitki başına yumru verimi 0 – 12.88 g arasında değiştiği, en yüksek bitki başına yumru verimi kontrol bitkilerinden elde edildiği görülmektedir. 50 mM tuz ve 0 mM prolin, 100 mM tuz ve 0 mM prolin ve 100 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamasından yumru elde edilemediği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilere dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamalarının

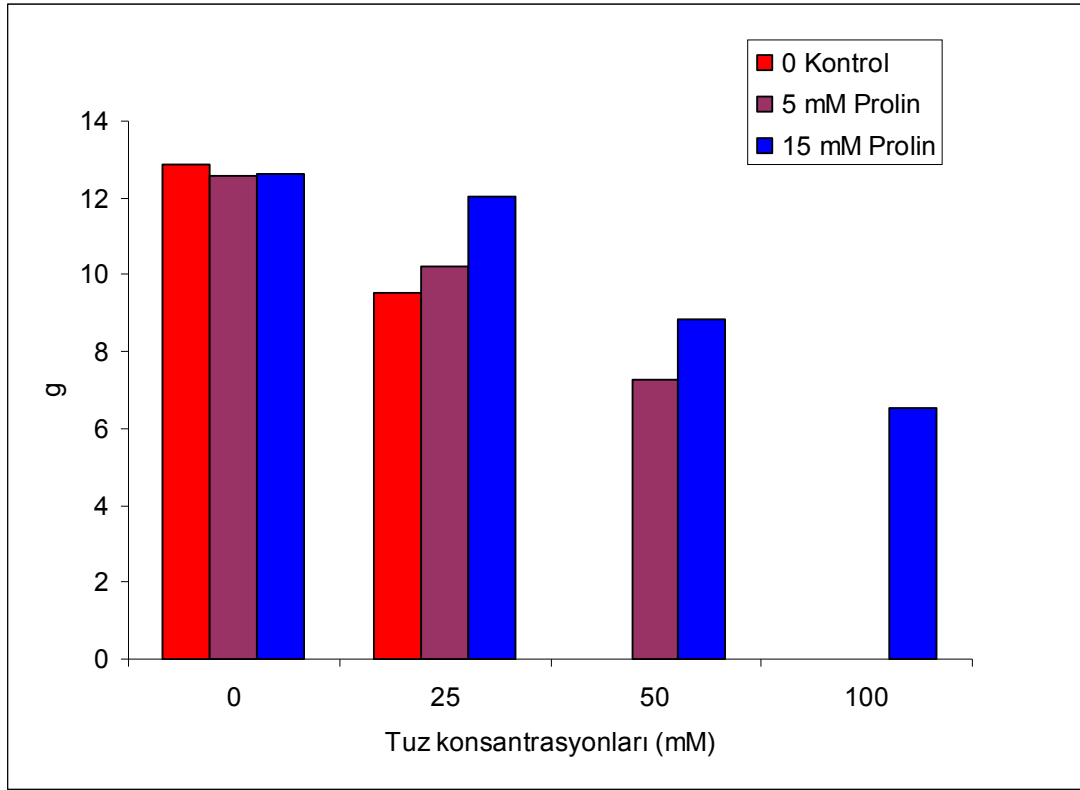
kontrol ile aynı grubu oluşturduğu, istatistikî olarak önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.38. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen bitki başına yumru verimi (g) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	12.88 a	9.52 bc	0 e	0 e	5.60
5	12.57 a	10.73 b	7.27 d	0 e	7.65
15	12.61 a	12.04 a	8.84 c	6.51 d	10.00
Tuz Ortalamaları	12.69	10.77	5.37	2.17	
LSD (% 5)	1.25 (int)	0.72 (tuz)	0.63 (prolin)		

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak bitki başına yumru verimini önemli derecede azalmış olup, bazı uygulamalardan da bitki başına yumru verimi elde edilememiştir. Tuz stresi altındaki bitkilerde yumru veriminin azalması ve elde edilememesi, yaprak alanlarının, yaprağın oransal su kapsamının ve pigmentlerin, stoma iletkenliğinin, su kullanılabilirliğinin azalması, besin elementlerinin alımının engellenmesi, net CO₂ fiksasyonunun azalması, solunumun artması, apoplastta tuzun birikmesi ile mezofil hücrelerde turgor basıncının düşmesi ve tuz iyonlarının doğrudan toksitesiyle oluştuğu tahmin edilmektedir. Nitekim, bulgularımız yüksek tuz konsantrasyonlarında yumru gelişiminin durduğunu bildiren Silvia ve ark. (2001) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise bitki başına yumru verimini önemli derecede arttırmıştır (Şekil 4.20).

Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitki başına yumru veriminin azaldığını bildiren bazı araştırmacıların (Ghosh, 2001; Sayari ve ark., 2005; Kirk ve ark., 2006; Zhang ve ark., 2006) bulgularıyla uyumludur.



Şekil 4.20. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama bitki başına yumru verimi (g) değerleri

4.15. Toplam Kuru Madde Oranı (%)

Farklı tuz ve prolin uygulamalarının ortalama toplam kuru madde oranı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.39'de verilmiştir.

Çizelge 4.39. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen toplam kuru madde oranı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tuz	3	561.727	1 234.838**
Prolin	2	479.626	1 054.357**
Tuz*Prolin	6	262.184	576.3569**
Hata	24	0.455	
Genel	35		

** istatistiksel bakımından % 1 düzeyinde önemli farklılık ($P \leq 0.01$)

Çizelge 4.39 incelendiğinde; toplam kuru madde oranı üzerine tuz ve prolin ana etkileri ve tuz x prolin interaksiyon etkisi istatistiksel bakımdan ($P < 0.01$) önemli farklılık gösterdiği saptanmıştır

Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen toplam kuru madde oranına (%) ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.40'da verilmiştir.

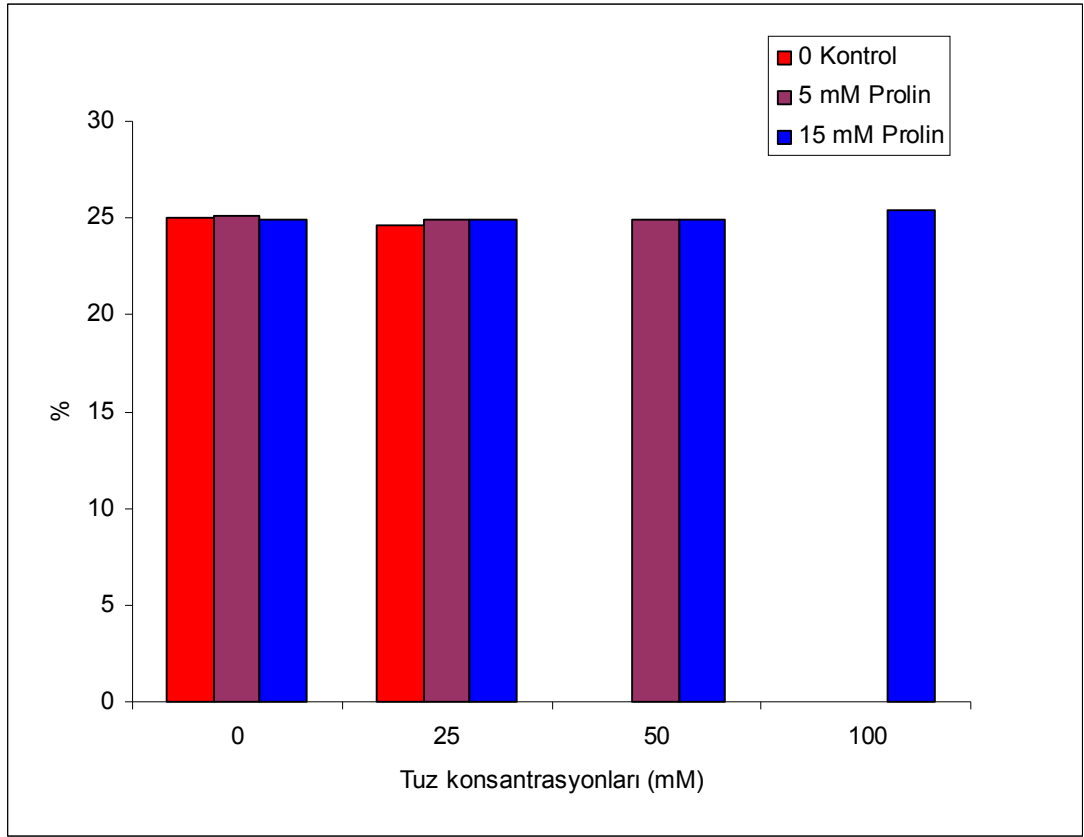
Çizelge 4.40 incelendiğinde, toplam kuru madde oranı % 0 – 25.38 arasında değiştiği, en yüksek toplam kuru madde oranı 100 mM tuz ve 15 mM prolin uygulamalarından elde edildiği görülmektedir. 50 mM tuz ve 0 mM prolin, 100 mM tuz ve 0 mM prolin ve 100 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamasından yumru elde edilemediği görülmektedir. Tuz stresi uygulanmayan bitkilere dışsal olarak 5 ve 15 mM prolin uygulamalarının kontrol ile aynı grubu oluşturduğu, istatistikî olarak önemli bir farklılığın olmadığı saptanmıştır.

Genel olarak artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak toplam kuru madde oranı önemli derecede azalmış olup, bazı uygulamalardan da toplam kuru madde oranı elde edilememiştir.

Çizelge 4.40. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen toplam kuru madde oranı (%) değerlerine ilişkin ortalamalar ve oluşan gruplar

Prolin (mM)	Tuz (mM)				Prolin Ortalamaları
	0	25	50	100	
0	24.99 a	24.67 a	0 b	0 b	12.42
5	25.16 a	24.94 a	24.92 a	0 b	18.76
15	24.94 a	24.96 a	24.96 a	25.38 a	25.06
Tuz Ortalamaları	25.03	24.86	16.63	8.46	
LSD (% 5)	1.14 (int)	0.66 (tuz)	0.57 (prolin)		

Toplam kuru madde oranı üzerine istatistiksel olarak farklılığın olması ve toplam kuru madde oranı elde edilememesinin nedeni olarak tuz stresinin etkisi ile yaprak alanlarının, yaprağın oransal su kapsamının ve pigmentlerin, stoma iletkenliğinin, su kullanılabilirliğinin azalması, besin elementlerinin alımının engellenmesi, net CO₂ fiksasyonunun azalması, solunumun artması, apoplastta tuzun



Şekil 4.21. Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen ortalama toplam kuru madde oranı (%) değerleri

birikmesi ile mezofil hücrelerde turgor basıncının düşmesi ve tuz iyonlarının doğrudan toksitesiyle oluştuğu tahmin edilmektedir. Nitekim, bulgularımız tuzluluğun yumrulara kuru madde birikimini geciktirdiği ve engellendiğini bildiren Ghosh ve ark. (2001) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, tuz stresine bağlı olarak artan prolin uygulamaları ise toplam kuru madde oranını önemli derecede etkilemiştir (Şekil 4.21).

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapılan araştırma sonuçlarına göre; tuzluluğun patates bitkisinin bitki boyunu, yaprak sayısını, klorofil konsantrasyonunu, yaprak alanını, sap çapını, yapraktaki potasyum, magnezyum ve kalsiyum konsantrasyonunu, bitki başına yumru verimini, saksıdaki yumru sayısı, toplam kuru madde oranı, tek yumru ağırlığını ve yumru çapını azalttığı saptanmıştır. Tuz uygulamasının hücre membran geçirgenliğini, prolin miktarını, malondialdehid (MDA) miktarını ve yapraktaki sodyum konsantrasyonunu arttırdığı görülmüştür. Ayrıca tuzluluğun ve prolinin araştırmada incelenen sap sayısı üzerine bir etkisi bulunamamıştır. Araştırma süresince bitki gelişimini olumsuz etkileyen tuzluluğun prolin uygulamalarıyla belirgin bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir.

Tuz uygulamasıyla birlikte verilen prolinin bitkideki olumsuz etkileri tamamen ortadan kaldırmamasına rağmen azaltıcı etkileri görülmüştür. Araştırmada uygulanan prolin dozlarının kontrol bitkilerinde bir etkisinin olmadığı, en yüksek tuz uygulamalarında ise prolinin ikinci doz uygulamasının yetersiz kaldığı görülmüştür. Patates yetiştirme döneminde ortaya çıkan tuzluluk, patates bitkisinin büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, tuzluluğun olumsuz etkilerini azaltabilmek ve bitkide meydana gelen fizyolojik ve morfolojik olayların normal seyirde devam etmesini sağlayabilmek, en yüksek verim potansiyeline ulaşabilmek için, tuzlu topraklarda farklı prolin konsantrasyonlarının dışsal olarak bitkilere uygulanması, patates tarımı için önem arz edebilir.

Yapılan araştırma sonucunda, prolin birikiminin tuzlu alanlarda yetiştirilebilecek bitki seçimini belirlemede yardımcı olabilir. Ayrıca bu araştırma sonucu; strese maruz kalan patates için prolinin uygulanabilirliğinin ileri araştırmalar için bir referans oluşturmakla birlikte, patates tarımı yapılacak alanların tuzluluk derecelerine göre prolinin yöntem kısmında belirtilen dozları arttırılarak tarla koşullarında patates bitkisine uygulanmasının uygun olacağı ve araştırmalar da ekonomik analizin yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- ADİYAMAN, C., 2005. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Ceylan 95 Makarnalık Buğday ve Şahin 91 Arpa Çeşitlerinde Bazı Gelişme Dönemleri ve Morfolojik Özellikler Üzerine Etkileri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 103s.
- ALPASLAN, M., GÜNEŞ, A., TABAN, S., ERDAL, İ., ve TARAKÇIOĞLU, C., 1998. Tuz Stresinde Çeltik ve Buğday Çeşitlerinin Kalsiyum, Fosfor, Demir, Bakır, Çinko ve Mangan İçeriklerinde Değişmeler. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 22:227-233.
- ANONİM, 2004. Başbakanlık D.İ.E. Türkiye İstatistik Yıllığı, Ankara.
- ANONİM, 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>.
- ANONİM, 2007. Toprakta Tuzluluk. <http://www.bahce.biz/toprak/tuzluluk.html>
- ANONİM, 2008. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Prolin>
- ARSLAN, N., YILMAZ, G., AKINERDEM, F., ÖZGÜVEN, M., KIRICI, S., ARIÖĞLU, H., GÜMÜŞÇÜ, A., ve TELCİ, E. 2000. Nişasta-Şeker Tütün ve Tıbbi-Aromatik Bitkilerinin Tüketim Projeksiyonları ve Üretim Hedefleri. V. Türkiye Ziraat Mühendisliği Kongresi, 17-21 Ocak, Ankara, s. 453-485.
- ASHRAF, M., and HARİS, P. J. C., 2005. Potential Biochemical Indicators of Salinity Tolerance in Plants. Plant Science, 166:3-16.
- AVCIOĞLU, R., DEMİROĞLU, G., KHALVATİ, M. A., ve GEREN, H., 2003. Ozmotik Basıncın Bazı Kültür Bitkilerinin Erken Gelişme Dönemindeki Etkileri II. Prolin, Klorofil Birikimi ve Zar Dayanıklılığı. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(2):9-16.
- BATES, L.S., WALDREN, R.P., and TEARE, I.D., 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water-Stress Studies. Plant Soil, 39: 05–207.
- BİNİCİ, S., 2005. Tuzlu Koşullarda Yetişen Buğday Bitkisinin Fizyolojik ve Bazı Besin Elementlerinin Alımı Üzerine Gibberellik ve Absisik Asitlerin Etkileri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 46s.
- BUSTAN, A., SAGI, M., MALACH, Y. D., and PASTERNAK, D., 2004. Effects of Saline Irrigation Water and Heat Waves on Potato Production in an Arid Environment. Field Crops Research, 90 (2):275-285.
- ÇANAKÇI, S., ve MUNZUROĞLU, Ö., 2004. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeliklerinde Ağırlık Değişimleri, Pigment ve Protein Miktarları Üzerine Asetilsalisilik Asit ve Tuz (NaCl) Uygulamasının Karşılıklı Etkileri. Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24:23-40.
- ÇANAKÇI, S., ve MUNZUROĞLU, Ö., 2007. Asetilsalisilik Asit'in Mısır (*Zea mays* L.) Fidelerinin Taze Ağırlık Değişimi, Pigment ve Protein Miktarları Üzerine Etkileri. Fırat Üniversitesi Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 19 (3):259-264.

- ÇAVDAR, H., 1997. Bazı Yerel ve Islah Edilmiş Makarnalık Buğday Çeşitlerinde (*Triticum durum* Desf.) Tuz ve Su Stresinin Karbonhidrat ve Proline Etkilerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 80s.
- ÇAVUŞOĞLU, K., KILIÇ, S., ve KABAR, K., 2007. Arpa Tohumlarının Çimlenmesi Sırasında Gibberellik Asit, Kinetin Ve Etilen İle Tuz Stresinin Hafifletilmesinde Bazı Morfolojik ve Anatomik Gözlemler. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 2(1):27-40.
- DEMİRAL, T., ve TÜRKAN, İ., 2004. Comparative Lipid Peroxidation, Antioxidant Defense Systems and Proline Content in Roots of Two Rice Cultivars Differing in Salt Tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 53(3):247-257.
- DEMİREL, U., 2003. Farklı Olgunlaşma Grubuna Giren Patates (*Solanum tuberosum* L.) Çeşitlerinin Şanlıurfa Koşullarında Uygun Dikim Zamanlarının Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 81s.
- DOĞRU, A., 2006. Kolza (*Brassica napus* L. Ssp *oleifera*)'nın Bazı Kışlık Çeşitlerinde Düşük Sıcaklık Toleransı ile İlgili Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametrelerin Araştırılması. Hacettepe Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara, 151s.
- EKMEKÇİ, E., APAN., M., ve KARA, T., 2005. Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(3):118-125.
- ER, C., ve URANBEY, S. 1998. Nişasta ve Şeker Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No:1504. Ders Kitabı : 458. Ankara, 334s.
- ESİN, F., 2007. Bazı Çilek Çeşitlerinde NaCl Uygulamasının Bitki Gelişimi ve İyon İçeriği Üzerine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Van, 31s.
- EVERS, D., OVERNEY, S., SIMON, P., GREPPIN, H., and HAUSMAN, J. F., 1999. Salt Tolerance of *Solanum tuberosum* L. Overexpressing an Heterologous Osmotin-like Protein. *Biologia Plantarum*, 42 (1):105-112.
- GADALLAH, M. A. A., 1995. Effects of Waterlogging and Kinetin on the Stability of Leaf Membranes, Leaf Osmotic Potential, Soluble Carbon and Nitrogen Compounds and Chlorophyll Content of *Ricinus* Plants. *Phyton*, 35:199-208.
- GADALLAH, M. A. A., 1999. Effects of Proline and Glycinebetaine on *Vicia faba* Responses to Salt Stres. *Biologia Plantarum*, 42:249-257.
- GEHLOT, H. S., PUROHİT, A., and SHEKHAWAT, N. S., 2005. Metabolic Changes and Protein Patterns Associated With Adaptation to Salinity in *Sesamum indicum* Cultivars. *Journal of Cell and Molecular Biology*, 4:31-39.
- GEZGİN, S., ve UYANÖZ, S., 1998. Değişik Azot Kaynaklarının Patates Bitkisinin Verim ve Bazı Özelliklerine Etkisi . *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22:81-86.
- GHOULAM, C., FOURSAY, A., and FORES, K., 2002. Effects of Salt Stres on Growth İnorganic İons and Proline Accumulation in Relation to Osmotic Adjustment in Five Sugar Beet Cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 47:39-50.

- GHOSH, C. S., ASANUMA, K., KUSUTANİ, A., and TOYOTA, M., 2001. Effect of Salt Stres on Some Chemical Components and Yield of Potato. *Soil Sci Plant Nutr.*, 47(3):467-475.
- GÜLLE, E. D., 2005. Değişik Bakteri Suşları ile Aşılanan Soya Bitkisinde Tuzluluğun N2 Fiksasyonu Ve Besin Elementi Alınımına Etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 54s.
- HEATH, R.L., and PACKER, L., 1968. Photoperoxidation in İsolated Chloroplasts. I. Kinetics and Stoichiometry of Fatty Acid Peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.*, 125:189-198.
- HOAGLAND, D. R., ARNON, D.S., 1950. The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil. *Cal. Agric. Exp. Stat.Circ.*, 374: 305-311.
- IBA, K., 2002. Acclimative Response to Temperature Stres in higher Plants: Approaches of Gene Engineering for Temperature Tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 53:225-245.
- KAÇIRA, M. ve ŞİMŞEK, M., 2003. Leaf area Determination Using non-Destructive Methods. *J.Agric.Fac.*, 7(1-2):37-43.
- KANBER, R., ÇULLU, M.A., KENDİRLİ, B., ANTEPLİ, S., YILMAZ, S., 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Kongresi, Ankara, s.213-253.
- KATERJI, N., HOORN, J. W., HAMDY, A., and MASTRORİLLİ, M., 2003. Salinity Effect on Crop Development and Yield, Analysis of Salt Tolerance According to Several Classification Methods. *Agricultural Water Management*, 62(1):37-66.
- KIRK, W. W., ROCHA, A. B., HOLLOSY, S. I., HAMMERSCHMİDT, R., and WHARTON, P. S., 2006. Effect of Soil Salinity on İnternal Browning of Potato Tuber Tissue in Two Soil Types. *American Journal of Potato Research*, 83:223-232.
- KILAVUZ, A., 2006. Artan Dozlarda Tuz ve Fosfor İle Mikoriza Uygulamasının Nohut (*Cicer arietinum L.*) Bitkisinde Verim, Azot, Fosfor ve Potasyum İçeriğine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van, 32s.
- KNIPP, G., and HONERMEIER, B., 2006. Effect of Water Stres on Proline Accumulation of Genetically Modified Potatoes (*Solanum tuberosum L.*) Generating Fructans. *Journal of Plant Physiology*, 163:392-397.
- KOCA, H., 2007. Tuz Stresinin Farklı Susam Çeşitlerinin Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 132s.
- KOLSARICI, Ö., GÜR, M. A., BAŞALMA, D., KAYA, M. D., ve İŞLER, N., 2005. Yağlı Tohumlu Bitkiler Üretimi. VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Kongresi, Ankara, s.409-431.
- KONAK, C., YIMAZ, R., ve ARABACI, O., 1999. Ege Bölgesi Buğdaylarında Tuza Tolerans. *Tr. J. of Agriculture And Forestry*, 23(5):1223-1229.
- KÖŞKEROĞLU, S., 2006. Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays L.*) Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Muğla, 120s.
- MANSOUR, M. M. F., and SALAMA, K. H. A., 2004. Cellular Basis of Salinity Tolerance in Plants. *Environmental and Experimental Botany*, 52:113–122.

- MARTÍNEZ, C. A., MAESTRÌ, M., and LANÌ, E. G., 1996. In Vitro Salt Tolerance and Proline Accumulation in Andean Potato (*Solanum Ssp.*) Differing in Frost Resistance. *Plant Science*, 116(2):177-184.
- MUTLU, F., ve BOZCUK, S., 2000. Tuzlu Kosullarda Ayçiçeği Tohumlarının Çimlenmesi ve Erken Büyüme Üzerine Dışsal Spermin'in Etkileri. *Tr. J. Of Biology*, 24:635-643.
- OKÇU, G., KAYA, M. D., ve ATAK, M., 2005. Effects of Salt and Drought Stresses on Germination and Seedling Growth of Pea (*Pisum sativum L.*). *Tr. J. of Agriculture And Forestry*, 29:237-242.
- ÖNCEL, İ., ve KELEŞ, Y., 2002. Tuz Stresi Altındaki Buğday Genotiplerinde Büyüme, Pigment İçeriği ve Çözünür Madde Kompozisyonunda Değişmeler. *Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(2):8-16.
- ÖZCAN, H., TURAN, M. A., KOÇ, Ö., ÇIKILI, Y., ve TABAN, S., 2000. Tuz Stresinde Bazı Nohut (*Cicer arietinum L. cvs*) Çeşitlerinin Gelişimi ve Prolin, Sodyum, Klor, Fosfor ve Potasyum Konsantrasyonundaki Değişimler. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 24:649-654.
- ÖZTÜRK, L., ve DEMİR, Y., 2002. İn vivo and İn vitro Protective role of proline. *Plant Growth Regulation*, 38 (3):259-264.
- PARLAK, M., ve PARLAK, A. Ö., 2006. Sulama Suyu Tuzluluk Düzeylerinin Silajlık Sorgumun (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) Verimine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 12 (1):8-13.
- QUEIROS, F., FIDALGO, F., SANTOS, I., and SALEMA, R., 2007. In Vitro Selection of Salt Tolerant Cell Lines in *Solanum tuberosum L.* *Biologia Plantarum*, 51 (4):728-734.
- RAHNAMA, H., and EBRAHIMZADEH, H., 2005. The Effect of NaCl on Antioxidant Enzyme Activities in Potato Seedlings. *Biologia Plantarum*, 49 (1):93-97.
- SANTOS, C. V., 2004. Regulation of Chlorophyll Biosynthesis and Degradation by Salt Stress in Sunflower Leaves. *Scientia Horticulturae*, 103:93-99.
- SAYARI, A. H., BOUZID, R. G., BIDANI, A., JAOUA, L., SAVOURE, A., and JAOUA, L., 2005. Overexpression of Δ^1 - Pyrroline-5-Carboxylate Synthetase Increases Proline Production and Confers Salt Tolerance in Transgenic Potato Plants. *Plant Science*, 169:746-752.
- SHANNON, M. C., and GRIEVE, C. M., 1999. Tolerance of Vegetable Crops to Salinity. *Scientia Horticulturae*, 78:5-38.
- SHATERIAN, J., WATERER, D., JONG, H. D., and TANINO, K. K., 2005. Differential Stress Responses to NaCl Salt Application in Early- and-Late-Maturing Diploid Potato (*Solanum sp.*) Clones. *Environmental and Experimental Botany*, 54:202-212.
- SINGLA, R., and GARG, N., 2005. Influence of Salinity on Growth and Yield Attributes in Chickpea Cultivars. *Tr. J. of Agriculture And Forestry*, 29:231-235.
- SILVIA, J. A. B., OTONI, W. C., MARTINEZ, C. A., DIAS, L. M., and SILVIA, M. A. P., 2001. Microtuberization of Andean Potato Species (*Solanum ssp*) as Effected by Salinity. *Scientia Horticulturae*, 89:91-101.

- STEWART, G. R., and LEE J. A., 1974. The Role of Proline Accumulation in Holophytes. *Planta*, 120:279-289.
- STRAADT, I. K., THYBO, A. K., and BERTRAM, H. C., 2008. NaCl-Induced Changes in Structure and Water Mobility in Potato Tissue as Determined by CLSM and LF-NMR. *LWT*, 41:1493-1500.
- ŞAHİN, Ü., ÖZDENİZ, A., ZÜLKADİR, A., ve ALAN, R., 1998. Sera Kosullarında Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bitkisinde Farklı Yetiştirme Ortamlarının Verim, Kalite ve Bitki Gelişmesine Olan Etkileri. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22:71-79.
- TABAN, S., GÜNEŞ, A., ALPASLAN, M., ve ÖZCAN, H., 1999. Değişik Mısır (*Zea mays* L. cvs) Çeşitlerinin Tuz Stresine Duyarlılıkları. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 23 (3):625-633.
- TATAR, M. Ö., 2006. Tuzluluğun Bazı Çeltik Çeşit ve Hatlarının Çimlenme ile Fide Gelişim Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 78s.
- TEIXEIRA, J., and PEREIRA, S., 2007. High Salinity and Drought Act on an Organ-Dependent Manner on Potato Glutamine Synthetase Expression and Accumulation. *Environmental and Experimental Botany*, 60:121-126.
- TEKİN, F., ve BOZCUK, S., 1998. *Helianthus annuus* L. var. Santafe (Ayçiçeği) Tohumlarının Çimlenmesi ve Erken Büyüme Üzerine Tuz ve Dışsal Putresin'in Etkileri. *Tr. J. Of Biology*, 22:331-340.
- TIPIRDAMAZ, R., 1989. Tuz ve Su Stresinin Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinin Türkiye'de Yetiştirilen İki Çeşitinde Oransal Su Kapsamı ile Organik (Prolin, Betain) ve İnorganik Madde (Na^+ , K^+ , Cl^-) Değişimine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 124s.
- TURAN, M., 2000. Türkiye'de Kültürü Yapılan Bazı Patates Çeşitlerinin In Vitroda Tuza Dayanıklılığının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 123s.
- TURHAN, H., 1999. Bazı Patates (*Solanum tuberosum* L.) Çeşitlerinin NaCl Stresine Karşı İn Vitro ve İn Vivo Koşullarındaki Yanıtlarının Karşılaştırılması. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt II, Adana, s.65-71.
- TURHAN, H., ve EKİNCİ, H., 2005. PEG, NaCl ve Kombinasyonlarının Ayçiçeğinde Bitki Çıkışı ve Fide Gelişimine Üzerine Etkisi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül, Antalya, Cilt I, s.35-40.
- VELASQUEZ, B., BALZARINI, M., and TALEISNIK, E., 2005. Salt Tolerance Variability Amongst Argentine Andean Potatoes (*Solanum tuberosum* L. Subsp. Andigena). *Potato Research* 48:59-67.
- YAĞMUR, M., KAYDAN, D., ve OKUT, N., 2006. Potasyum Uygulamasının Tuz Stresindeki Arpanın Fotosentetik Pigment İçeriği, Ozmotik Potansiyel, K^+/Na^+ Oranı ile Bitki Büyümesindeki Etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 12(2):188-194.
- YAKIT, S., ve TUNA, A. L., 2006. Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea Mays* L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg Ve K'nın Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1):59-67.

- YÜREKLİ, F., TOPCUOĞLU, Ş. F., ve BOZCUK, S., 1996. Tuz Stresinin Konsantrasyona ve Zamana Bağlı Olarak Ayciçeği Yapraklarında Prolin Birikimine Etkisi. *Tr. J. Of Biology*, 20:163-169.
- ZHANG, Z. J., LI, H. Z., ZHOU, W. J., TAKEUCHI, Y., and YONEYAMA, K., 2006. Effect of 5-Aninolevulinic Acid on Development and Salt Tolerance of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Microtubers *In Vitro*. *Plant Growth Regulation*, 49:27-34.

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Gaziantep'in Nizip ilçesinde doğdu. İlk öğrenimini Gaziantep'in Nizip ilçesine bağlı Yağmuralan Köyü İlköğretim Okulunda, orta öğrenimini ise, Gaziantep'in Şahinbey ilçesine bağlı Yavuz Sultan Selim Lisesinde tamamladı. 1995 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'ne girdi ve 1999 yılında mezun oldu. 1999 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Eğitimine başladı ve 2002 yılında mezun oldu. 2002 yılında Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda Doktora eğitimine başladı. 2002 yılı Aralık ayında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Ağustos 2007 tarihinde Şanlıurfa GAPEYAM Müdürlüğü'ne geçiş yaptı.

ÖZET

Bu araştırma 2006 yılında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Yetiştirme Odasında farklı tuz ve prolin uygulamalarının patatesten fizyolojik tepkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuş olup, ana parselleri tuz dozları alt parselleri ise prolin dozları oluşturmuştur. Denemede Van Gogh çeşidi kullanılmıştır. Tuz ve prolin uygulamaları çıkıştan sonraki 20. günden itibaren başlamış olup, haftada bir defa olmak üzere dokuz hafta devam etmiştir. Uygulanan tuz dozları (0, 25, 50 ve 100 mM) ve prolin dozları ise (0, 5 ve 15 mM) şeklinde olmuştur.

Araştırmada, incelenen özelliklere ait elde edilen veriler, JUMP paket programı kullanılarak, bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabii tutulmuştur. İncelenen özelliklere ait ortalamalar arasındaki fark LSD testine göre % 5 önem seviyesinde gruplandırılmıştır.

İncelenen özelliklere ait elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. İyon Analizleri: : Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde sodyum, potasyum ve kalsiyuma tuz, prolin ve tuz x prolin etkisi önemli çıkarken, tuz x prolin etkisi önemli olmadığı saptanmıştır. En yüksek sodyum miktarı % 1.96 ile 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulanan bitkilerden elde edildiği görülmüştür. En düşük sodyum miktarının % 0.38 ile 0 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamalarından elde edilmiş olup, bunu % 0.39 ile kontrol bitkileri, % 0.40 ile 0 mM tuz ve 15 mM prolin uygulamalarından elde edilen bitkiler izlemiştir. En yüksek potasyum miktarı % 1.59 ile 0 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamalarından elde edilmiş olup, bunu % 1.58 ile kontrol bitkileri, % 1.56 ile 0 mM tuz ve 15 mM prolin uygulamalarından elde edilen bitkiler izlemiştir. En

düşük potasyum miktarı % 1.11 ile 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulanan bitkilerden elde edildiği görülmüştür. En yüksek kalsiyum miktarı % 0.63 ile kontrol bitkilerinden elde edilmiş olup, bunu % 0.59 ile 0 mM tuz ve 5 mM prolin, % 0.59 ile 0 mM tuz ve 15 mM prolin uygulamalarından elde edilen bitkiler izlemiştir. En düşük kalsiyum miktarı % 0.49 ile 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulanan bitkilerden elde edildiği görülmüştür. En yüksek magnezyum miktarı % 0.26 ile kontrol bitkilerinden elde edilmiş olup, bunu % 0.24 ile 0 mM tuz ve 5 mM prolin, % 0.24 ile 0 mM tuz ve 15 mM prolin uygulamalarından elde edilen bitkiler izlemiştir. En düşük magnezyum miktarı % 0.17 ile 100 mM tuz ve 0 mM ile 5 mM prolin uygulamalarından elde edildiği görülmüştür Dışsal olarak uygulanan prolinin kontrol bitkilerine önemli bir etkisi olmazken, buna karşılık tuz stresini azaltıcı bir etki yaptığı saptanmıştır.

2. MDA Miktarı: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde MDA miktarına tuz, prolin ve tuz x prolin interaksiyonunun $P < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. En yüksek MDA miktarı 10.20 nmol / g taze ağırlık ile 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulanan bitkilerden elde edildiği görülmüştür. En düşük MDA miktarı 5.87 nmol / g taze ağırlık ile kontrol bitkilerinden elde edilmiş olup, bunu 5.93 nmol / g taze ağırlık ile 0 mM tuz ve 15 mM prolin, 6.01 nmol / g taze ağırlık ile 0 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamalarından elde edilen bitkiler izlemiştir. Dışsal olarak uygulanan prolinin kontrol bitkilerine önemli bir etkisi olmazken, buna karşılık tuz stresini azaltıcı bir etki yaptığı saptanmıştır.

3. Prolin Miktarı: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde prolin miktarına tuz, prolin ve tuz x prolin interaksiyonu $P < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. En yüksek prolin miktarı ise 0.749 $\mu\text{mol} / \text{g}$ taze ağırlık ile 100 mM tuz ve 15 mM prolin uygulanan bitkilerden elde edildiği görülmüştür. En düşük prolin miktarı 0.034 $\mu\text{mol} / \text{g}$ taze ağırlık ile kontrol bitkilerinden elde edilmiş olup, bunu 0.115 $\mu\text{mol} / \text{g}$ taze ağırlık ile 0 mM tuz ve 5 mM prolin, 0.199 $\mu\text{mol} / \text{g}$ taze ağırlık ile 0 mM tuz ve 15 mM prolin uygulamalarından elde edilen bitkiler izlemiştir.

4. Klorofil İçeriği: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde toplam klorofil içeriğine tuz, prolin ve tuz x prolin interaksiyonunun $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. En yüksek toplam klorofil 3.650 mg/g ile 50 mM tuz ve 15 mM prolin uygulanmış bitkilerden elde edilmiştir. En düşük toplam klorofil 0.940 mg/g ile 100 mM tuz uygulanan ve 0 mM prolin uygulanan bitkilerden elde edildiği saptanmıştır. Toplam klorofil bakımından kontrol bitkilerine uygulanan prolinin olumlu bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Ancak tuz uygulamalarında prolinin etkisi ortaya çıkmış olup, toplam klorofilde tuz stresinin etkisini azalttığı saptanmıştır.

5. Hücre Membran Geçirgenliği: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde hücre membran geçirgenliği tuz, prolin ve tuz x prolin interaksiyonunun $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek hücre membran geçirgenliğinin % 69.39 ile 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulanan bitkilerden elde edildiği görülmüştür. En düşük hücre membran geçirgenliği kontrol bitkilerinden % 6.13 ile elde edilmiş olup, bunu % 6.47 ile 0 mM tuz ve 5 mM prolin, % 6.47 ile 0 mM tuz ve 15 mM prolin uygulamalarından elde edilen bitkiler izlemiştir. Dışsal olarak uygulanan prolinin kontrol bitkilerine önemli bir etkisi olmazken, buna karşılık tuz stresini azaltıcı bir etki yaptığı saptanmıştır.

6. Toplam Yaprak Alanı: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde toplam yaprak alanına tuz, prolin ve tuz x prolin interaksiyonunun $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek yaprak alanı 614.82 cm² ile kontrol bitkilerden elde edilmiş olup, bunu 604.44 cm² ile 0 mM tuz ve 15 mM prolin, 598.50 cm² ile 0 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamalarından elde edilen bitkiler izlemiştir. En düşük yaprak alanı 330.27 cm² ile 100 mM tuz uygulanan ve 0 mM prolin uygulanan bitkilerden elde edildiği görülmüştür. Dışsal olarak uygulanan prolinin kontrol bitkilerine önemli bir etkisi olmazken, buna karşılık tuz stresini azaltıcı bir etki yaptığı saptanmıştır.

7. Yaprak Sayısı: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde yaprak sayısına tuz ve prolinin etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, tuz x prolin interaksyonunun önemli olmadığı saptanmıştır. En yüksek yaprak sayısı 30.5 adet/bitki ile kontrol bitkilerden elde edilmiş olup, bunu, 29.83 adet/bitki ile 0 mM tuz ve 15 mM prolin, 29.5 adet/bitki ile 0 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamalarından elde edilen bitkiler izlemiştir. En düşük yaprak sayısı değerleri ise 19.66 adet/bitki ile 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulanan bitkilerden elde edildiği belirlenmiştir. Dışsal olarak uygulanan prolinin kontrol bitkilerine önemli bir etkisi olmazken, buna karşılık tuz stresini azaltıcı bir etki yaptığı saptanmıştır.

8. Bitki Boyu: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde bitki boyuna tuz, prolin ve tuz x prolin interaksyonunun $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek bitki boyu değeri 71.33 cm ile kontrol bitkilerden elde edilmiş olup, bunu 69.67 cm ile 25 mM tuz ve 5 mM prolin, 69.17 cm ile 50 mM tuz ve 15 mM prolin uygulamalarından elde edilen bitkiler izlemiştir. En düşük bitki boyu 35.17 cm ile, 100 mM tuz ve 0 mM prolin uygulanan bitkilerinden elde edildiği görülmüştür. Dışsal olarak uygulanan prolinin kontrol bitkilerine önemli bir etkisi olmazken, buna karşılık tuz stresini azaltıcı bir etki yaptığı saptanmıştır.

9. Saksıdaki Sap Sayısı: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen sap sayısı değerleri arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Araştırma sonunda elde edilen değerler incelendiğinde sap sayısı 1.00 ile 1.16 (adet/bitki) arasında değişmiştir.

10. Sap Çapı: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde sap çapına tuzun etkisi $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunurken, prolin ve tuz x prolin interaksyonu önemli olmadığı saptanmıştır. En yüksek sap çapı değeri 9.68 mm ile kontrol bitkilerden elde edilmiş olup, bunu 9.62 mm ile 0 mM tuz ve 15 mM prolin, 9.56 mm ile 0 mM tuz ve 5 mM prolin uygulamalarından elde edilen bitkiler izlemiştir. En düşük sap çapı değeri ise 8.42 mm ile 100 mM tuz ve 0

mM prolin uygulanan bitkilerden elde edildiği görülmüştür. Dışsal olarak uygulanan prolinin kontrol bitkilerine önemli bir etkisi olmazken, buna karşılık tuz stresini azaltıcı bir etki yaptığı saptanmıştır.

11. Saksıdaki Yumru Sayısı: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde saksıdaki yumru sayısına tuz, prolin ve tuz x prolin interaksyonunun $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonunda elde edilen değerler incelendiğinde yumru sayısının 0 ile 1.33 (adet/bitki) arasında değiştiği saptanmıştır.

12. Yumru Çapı: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde yumru çapına tuz, prolin ve tuz x prolin interaksyonunun $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonunda elde edilen değerler incelendiğinde yumru çapının 0 ile 26.18 mm arasında değiştiği saptanmıştır.

Dışsal olarak uygulanan prolinin kontrol bitkilerine önemli bir etkisi olmazken, buna karşılık tuz stresini azaltıcı bir etki yaptığı saptanmıştır.

13. Tek Yumru Ağırlığı: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde tek yumru ağırlığına (g) tuz, prolin ve tuz x prolin interaksyonunun $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonunda elde edilen değerler incelendiğinde tek yumru ağırlığının 0 ile 12.88 g arasında değiştiği saptanmıştır. Dışsal olarak uygulanan prolinin kontrol bitkilerine önemli bir etkisi olmazken, buna karşılık tuz stresini azaltıcı bir etki yaptığı saptanmıştır.

14. Bitki Başına Yumru Verimi: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde bitki başına yumru veriminde tuz, prolin ve tuz x prolin interaksyonunun $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonunda elde edilen değerler incelendiğinde bitki başına yumru veriminin 0 ile 12.88 g arasında değiştiği saptanmıştır. Dışsal olarak uygulanan prolinin kontrol bitkilerine önemli bir etkisi olmazken, buna karşılık tuz stresini azaltıcı bir etki yaptığı saptanmıştır.

15. Toplam Kuru Madde Oranı: Farklı tuz ve prolin uygulamalarından elde edilen değerler incelendiğinde toplam kuru madde oranında tuz, prolin ve tuz x prolin interaksyonun $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen değerler incelendiğinde toplam kuru madde oranının % 0 ile 25.37 arasında değiştiği saptanmıştır.

SUMMARY

This study was conducted in controlled growth conditions in Department of Field Crops to determine the physiological reactions of potato to different salt and proline applications at Harran University in 2006. The experimental design of the study was split plots with three replications by assigning salt doses as main plot and proline doses as subplots. In this study, Van Gogh potato cultivar was used in salt stress experiments and proline applications. External proline application was started when seedlings were 20 days old and continued through 9 weeks. Salt doses were 0, 25, 50 and 100 mM and proline doses were 0, 5 and 15 mM. Data obtained from the experiments were analyzed using analysis of variance. The mean differences were grouped using LSD test at 0.05 significant level.

The investigated parameters were summarized as follows.

1. Ions : The effects of different salt stress and proline application on Na, K and Ca content of the leaf samples were examined. Na, K and Ca content of the leaf samples were significantly affected by salt stress, proline application and salt stress x proline interaction ($P < 0.01$). When Mg content of the leaf sample was affected by salt stress and proline application alone significantly, salt stress x proline interaction was not effective on Mg content of the leaf samples. The highest Na content of the leaf samples was obtained from 100 mM of salt stress treatment and 0 mM of proline application with 1.96 %. The lowest Na content of the leaf samples was obtained from leaf samples treated 0 mM of salt and 15 mM of proline application with 0.40 %. When Na content of the control plants was a 0.39 %, Na content of the leaves treated with 0 mM of salt and 5 mM of proline was a 0.38 %. The highest K content was obtained from 0 mM of salt and 15 of mM proline application with 1.56 %. K level of control plants and potato plants treated with 5 mM proline without salt stress were 1.58 %, and 1.59 % respectively. The lowest K content was obtained from the plants grown under the highest (100 mM) salt stress without proline application as 1.11 %. The highest Ca content of the samples was obtained from the leaf samples

treated with a 15 mM of proline application without salt stress as 0.59 %. Ca content of the leaf samples of plants treated with 0 mM of salt and 5 mM of proline and control plants were 0.59 %, and 0.63 % respectively. Lowest Ca content (0.49 %) of the samples was obtained from the highest (100 mM) salt stressed plants without proline application. The highest Mg values was obtained from 15 and 5 mM of proline treated and control plants grown under no salt stress condition as 0.24 %, 0.24 %, and 0.26 % respectively. The lowest Mg content of the leaf samples was obtained from plants grown under the highest (100 mM) salt stress condition. When proline application under normal growth condition was ineffective on Mg content of the leaf samples, its effect was significant under salt stress conditions.

2. Malondialdehyde (MDA): The effects of different salt stress conditions and external proline applications on malondialdehyde (MDA) content of leaf samples were examined. MDA content of leaf samples was significantly affected by salt stress, proline and salt stress x proline application interaction at $P < 0.01$ level. The highest MDA content of leaf samples was obtained from plants grown under the highest (100 mM) salt stress condition without proline application as 10.20 nmol / g fresh weight. The lowest MDA values was obtained from leaf samples treated with 5 mM and 15 mM of proline without salt stress and control groups as 6.01, 5.93, and 5.87 nmol / g fresh weight, respectively. When proline application under normal growth condition was ineffective on MDA content of the leaf samples, its effect was significant under salt stress conditions.

3. Proline: The effects of different salt stress conditions and external proline applications on proline content of leaf samples were examined. Proline content of leaf samples was significantly affected by salt stress, proline and salt stress x proline application interaction at $P < 0.01$ level. The highest proline was obtained from leaf samples treated with 100 mM of salt and 15 mM of proline application with 0.749 $\mu\text{mol} / \text{g}$ fresh weight. The lowest proline was obtained from the control plants with 0.034 $\mu\text{mol} / \text{g}$ fresh weight and followed by 0 mM salt and 5 mM proline with 0.115 $\mu\text{mol} / \text{g}$ fresh weight and 0 mM salt and 15 mM proline applications 0.199 $\mu\text{mol} / \text{g}$ fresh weight.

4. Chlorophyll Content: The effects of different salt stress conditions and external proline applications on chlorophyll content of leaf samples were examined. Total chlorophyll content was significantly affected by salt stress conditions, proline application and salt stress x proline interaction at $P < 0.01$ level. The highest total chlorophyll content was obtained from leaf samples of plants treated with 50 mM of salt and 15 mM of proline as 3.650 mg/g. On the other hand, total chlorophyll content was at the lowest level as 0.940 mg/g. when salt concentration was the highest level (100 mM) without proline application. The effects of external proline application on total chlorophyll content of control plants was not significant, but its positive effect was observed on total chlorophyll content depending on salt concentrations.

5. Membrane Permeability: Effects of different salt stress and external proline applications on membrane permeability were examined. Membrane permeability was significantly affected by different salt stresses and external proline application and salt stress x proline interaction at $P < 0.01$. The lowest membrane permeability was obtained from control plants as 6.13 % and followed by leaf samples treated with 5 mM and 15 mM of proline as 6.47 %, and 6.47 % respectively. However, when the salt concentration was the highest (100 mM) level without proline application, membrane permeability was found as the highest 69.39 %. The effect of external proline application on membrane permeability of control plants was not effective, but positive effects of proline application was observed on membrane permeability depending on salt concentrations applied.

6. Total Leaf Area: Effects of different salt concentrations and external proline applications on total leaf area of the plants were examined. Total leaf area was significantly affected by salt stress, proline application and salt stress x proline interaction at $P < 0.01$ level. The highest total leaf area was obtained from the control plants with 614.82 cm² and followed by 0 mM salt and 15 mM proline with 604.44 cm² and 0 mM salt and 5 mM proline applications 598.50 cm². On the other hand, when salt concentration was increased to the highest (100 mM) level without proline application, total leaf area was measured as the lowest value as 330.27 cm². The

effect of proline applications on total leaf area of plants was not effective compared to control plants, but positive effect of proline application on total leaf area was observed in leaf samples of plants grown under different salt stress conditions.

7. Leaf Number: Effects of different salt concentrations and external proline applications on leaf number of plants were examined. Total leaf number was significantly affected by salt stress and proline applications at $P < 0.01$ level. Total leaf number were not significant affected by salt stress x proline interaction. The highest leaf number was obtained from the control plants (30.5 number/plant) and followed by 15 mM and 5 mM of proline treated plants as 29.83 and 29.5 number/plant respectively. On the other hand, when salt concentration was increased to the highest level (100 mM) without proline application, leaf number was found as the lowest (19.66 number/plant). The effect of proline application on control plants was not effective, but positive effects of proline applications were observed on leaf number depending on salt concentrations.

8. Plant Height: Effects of different salt concentrations and external proline applications on plant height of the plants were examined. Plant height was significantly affected by salt stress, proline application and salt stress x proline interaction at $P < 0.01$ level. Highest plant height was obtained from control plants with 71.33 cm and followed by 25 mM salt and 5 mM proline with 69.67 cm and 50 mM salt and 15 mM proline applications 69.17 cm. On the other hand, when salt concentration was highest (100 mM) and no proline applied, plant height was lowest 35.17 cm. The effect of proline on control plants was not significant, but positive effects of proline was observed on plant height depending on salt concentrations.

9. Stem Number Per Plot: The effects of different salt concentrations and proline applications on stem number per plot were not significant. Stem number values were varied between 0 - 1.16 (number/plant).

10. Stem Diameter: According to the results, it was determined that stem diameter was affected by salt concentrations used as $P < 0.05$ level significantly. However,

stem diameter was not affected by proline applications and salt concentration x proline interaction significantly. The highest stem diameter was obtained from control plants with 9.68 mm and followed by 0 mM salt and 15 mM proline with 9.62 mm and 0 mM salt and 5 mM proline applications 9.56 mm. On the other hand, when salt concentration increased to the highest (100 mM) level without proline application, stem diameter was measured as 8.42 mm which was the lowest value. The effect of proline on control plants was not significant, but positive effects of proline was observed on stem diameter depending on salt concentrations.

11. Tuber Number Per Plot: Effects of different salt stress and external proline applications on tuber number per plot were examined. Tuber number per plot was significantly affected by different salt stresses and external proline application and salt stress x proline interaction at $P < 0.01$. Tuber number values were varied between 0 - 1.33 (number/plant).

12. Tuber Diameter: Effects of different salt concentrations and external proline applications on tuber diameter of the plants were examined. Tuber diameter was significantly affected by salt stress, proline application and salt stress x proline interaction at $P < 0.01$ level. Tuber diameter values were varied between 0 – 26.18 mm. The effect of proline on control plants was not significant, but positive effects of proline was observed on tuber diameter depending on salt concentrations.

13. Single Tuber Weight: Effects of different salt concentrations and external proline applications on single tuber weight of the plants were examined. Single tuber weight was significantly affected by salt stress, proline application and salt stress x proline interaction at $P < 0.01$ level. Single tuber weight values were varied between 0 – 12.88 g. The effect of proline application on control plants was not significant, but its positive effect was observed on single tuber weight depending on salt concentrations.

14. Plant Tuber Yield: Effects of different salt concentrations and external proline applications on plant tuber yield of the plants were examined. Plant tuber yield was

significantly affected by salt stress, proline application and salt stress x proline interaction at $P < 0.01$ level. Plant tuber yield values were varied between 0 – 12.88 g. The effect of proline on control plants was not significant, but positive effects of proline was observed on plant tuber yield depending on salt concentrations.

15. Total Dry Matter Ratio: Effects of different salt stress and external proline applications on total dry matter ratio were examined. Total dry matter ratio was significantly affected by different salt stresses and external proline application and salt stress x proline interaction at $P < 0.01$. Total dry matter ratio values were varied between 0 – 25.37 (%).