

TC  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARINA MARUZ BIRAKILAN BAZI HALOFİT  
BİTKİLERDE ( *Salicornia europaea* L., *Puccinellia distans* ( Jacq.) Parl. ve *Atriplex  
olivieri* Moq.) MEYDANA GELEN FİZYOLOJİK PARAMETRELERİN  
ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN : İclal DURDU

DANIŞMAN : Doç. Dr. Peyami BATTAL

VAN - 2007

TC  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARINA MARUZ BIRAKILAN BAZI HALOFİT  
BİTKİLERDE ( *Salicornia europaea* L., *Puccinellia distans* ( Jacq.) Parl. ve *Atriplex  
olivieri* Moq.) MEYDANA GELEN FİZYOLOJİK PARAMETRELERİN  
ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN : İclal DURDU

VAN - 2007

## KABUL ve ONAY SAYFASI

Doç Dr. Peyami BATTAL danışmanlığında, İclal DURDU tarafından hazırlanan “Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Bazı Halofit Bitkilerde (*Salicornia europaea* L., *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. ve *Atriplex olivieri* Moq.) Meydana Gelen Fizyolojik Parametrelerin Araştırılması” isimli bu çalışma ...../...../2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:.....

İmza:

Üye :.....

İmza:

Üye :.....

İmza:

Üye :.....

İmza:

Üye :.....

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ...../...../..... Gün ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

.....

Enstitü Müdürü

## ÖZET

### FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARINA MARUZ BIRAKILAN BAZI HALOFİT BİTKİLERDE( *Salicornia europaea* L., *Puccinellia distans* ( Jacq.) Parl. ve *Atriplex olivieri* Moq.) MEYDANA GELEN FİZYOLOJİK PARAMETRELERİN ARAŞTIRILMASI

DURDU, İclal

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Peyami BATTAL

Haziran 2007, 87 sayfa

Bu çalışmada *Atriplex olivieri* (Kaz ayağı), *Puccinellia distans* (Çorak çim) ve *Salicornia europaea* (Deniz börülcesi) bitkileri farklı tuz konsantrasyonlarında (Kontrol, 200 mM, 400 mM, 600 mM, 800 mM) yetiştirildi. Bitkilerde şeker, yağ asidi ve hormon miktarları yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile, klorofil a ve b, karotenoid ve prolin seviyeleri spektrofotometre ile belirlendi. Yapraklardan alınan kesitlerde stoma sayıları ve stoma büyüklükleri tespit edildi. Ayrıca bitkilerin morfolojik gelişimleri takip edilerek kök, gövde ve yaprak uzunlukları ile yüzde yaş-kuru ağırlık oranları belirlendi.

Çalışma sonucunda morfolojik gelişmenin tuz konsantrasyonundan olumsuz olarak etkilendiği görüldü. Ancak obligat halofit olan *S. europaea*'nın 200 ve 400 mM tuz uygulamasının diğer gruplara göre daha toleranslı olduğu gözlemlendi. Stoma sayıları ve büyüklükleri üzerine tuzun önemli bir etkisi görülmezken, *A. olivieri* ve *P. distans*'ta gündüz saatlerinde stomaların kapalı, *S. europaea*'da ise açık olduğu tespit edildi. Kök, gövde, yaprak uzunlukları ve yaş-kuru ağırlık üzerinde tuzun değişik etkilere sahip olduğu belirlendi.

Tuz uygulamasına bağlı olarak bitkilerin su seviyelerini belirli düzeyde tutmak için osmotik potansiyellerini düşürdükleri görüldü. Prolin, klorofil ve karotenoid değerlerinin ise tuz seviyesine göre değiştiği fark edildi. Tuz stresinde ABA seviyesi azalmıştır. Diğer hormonların ise düşük değerler gösterdiği gözlemlendi. Şeker ve yağ asidi seviyelerinin ise tuz seviyelerine göre değiştiği saptandı.

Analizler sonucunda tuz stresinden her bir bitkinin değişik oranlarda etkilendikleri ve tuz stresine karşı değişik tepkiler verdikleri belirlendi.

**Anahtar Kelimeler:** Tuz stresi, *A. olivieri*, *P. distans*, *S. europaea*, HPLC, ABA(Absisik asit), Prolin, Şekerler, Yağ Asidi



## ABSTRACT

### THE INVESTIGATION OF PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OCCURED IN SOME HALOPHYTE PLANTS (*Salicornia europaea* L., *Puccinellia distans* ( Jacq.) Parl. ve *Atriplex olivieri* Moq.) EXPOSED TO DIFFERENT SALT CONCENTRATIONS

DURDU, İclal  
Master Thesis, Biological Science  
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Peyami BATTAL  
June 2007, 87 pages

The halophyte plants *Atriplex olivieri*, *Puccinellia distans* and *Salicornia europaea* were grown in different salt concentrations (Control, 200, 400, 600,800 mM). The endogenous sugar, fatty acids and phytohormone were determined with HPLC (High Performance Liquid Chromotography). Chlorophylly a and b, carotenoid and proline levels in plants were determined spectrophotometrically. The tangential section were taken from plant materials and the amount size and structure of stomata were investigated. The morphological changes of fresh and dry weight, root, stem and leaf were also determined.

According to the analysis, morphological changes were observed in different salt concentration applications. However, it was determined that the obligat halophyte plant *S.europaea* was more tolerant to 200 and 400 mM salt treatment than other plants. The results revealed that the salt treatment did not results any significant changes on stomata amount and size. However the stomata structure was observed to be close for *S. europaea*. The lenght, fresh and dry weight of root, stem leaf changed in different applications.

Plants decreased osmotic potential by keeping water content constant in certain level depending on different salt application. Proline, carotenoid and chlorophylly concentrations changed in different levels. Phytohormone levels decreased during salt application. Sugar and fatty acid contents were determined to be changed depending on different salt application.

As a conclusion, the plants were affected in different aspects and gave different responses aganist salt stres.

Key Words: Salt stress, *A. olivieri*, *P.distans*, *S.europaea*, HPLC, ABA, Proline, Sugar, Fatty Acid



## ÖNSÖZ

Dünya nüfusunun gün geçtikçe büyük bir hızla artışına karşın ekilebilir tarım alanlarının azlığı, daha kaliteli ve verimli bitki geliştirilmesi sorununu ortaya çıkarmaktadır. Bitkiler tuzluluk, soğuk, kuraklık gibi bir çok olumsuz çevre şartları ile karşı karşıyadır. Bu durumda bitkiler ya bu faktörlere karşı tepki koymak ya da adapte olmak suretiyle yaşamlarını devam ettirmeye çalışırlar. Bitkilerin bu olumsuz çevre şartları ile baş edebilmesi için sahip oldukları potansiyel gücün anlaşılması gelecekte bu sorunların çıkaracağı problemlerin çözümünde yararlı olacaktır. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Bazı Halofit Bitkilerde ( *Salicornia europaea* L., *Puccinellia distans* ( Jacq.) Parl. ve *Atriplex olivieri* Moq.) Meydana Gelen Fizyolojik Parametrelerin Araştırılması adlı çalışmamız da bu amaca yönelik olarak önem taşımaktadır.

Bilindiği gibi yeryüzünün karasal alanlarının %10'undan daha az bir kısmı ziraat için uygundur. Tuzluluk, insanoğlunun tarihinde ve zirai sistemlerde önemli bir faktör olmuştur. Bazı toplumlar, kötü su yönetimi sonucunda tuzluluğun artması ile çok önemli sorunlar yaşamışlardır. Bu nedenle kullanılmayan alanların nasıl kullanılabilir bir duruma getirileceğini araştırmak ve bu aşırı olumsuz şartlara toleranslı bitkiler geliştirmek çok önemli bir husustur. Eğer strese tolerans ve dayanıklılık mekanizmaları iyi anlaşılırsa, strese daha dayanıklı ve toleranslı bitkilerin elde edilmesi kolaylaşır. Tuz içeriklerine karşı bitki adaptasyonlarının bilinen iki temel mekanizması vardır: Fazla tuzun uzaklaştırılması ve organik bileşiklerin sentezinin artırılması ile içsel su zararlarından sakınma ve tuzların bitkide birçok farklı metabolik fonksiyonlar için kullanılması; potasyum yer değişiminin ( $Na^+$  ile) sağlanması ve turgorun devamlılığıdır (Sunseri ve ark.2000).

Bu konuda bana çalışma fikri veren ve yüksek lisans çalışma süresince yardımlarını esirgemeyen tez yöneticisi değerli hocam Doç. Dr. Peyami BATTAL'a , Biyoloji Bölümü'ne ait laboratuvarların, araç ve gereçlerin kullanılmasına imkan tanıyan Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ahmet Ömer KOÇAK'a, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. İsmet BERBER'e ve çalışmamın tüm aşamalarında yardımını gördüğüm arkadaşım Arş. Gör. Mehmet Emre EREZ'e ve tüm arkadaşlarıma, resmi işlemlerim esnasında her türlü özveride bulunan Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü Doç. Dr. Aşkın KOR'a, müdür yardımcıları ve tüm personeline, tezime 2006-FBE-082 no'lu proje kapsamında maddi destek sağlayan Bilimsel Araştırma Projeleri personeline teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın her aşamasında bana maddi ve manevi destek olan ablam Hatun DURDU ve aileme teşekkürlerimi arz ederim.

İclal DURDU





## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	13
3.1. Toprak Ortamının Hazırlanması	13
3.2. Saksıların Hazırlanması	13
3.3. Bitkilerin Dikilmesi	13
3.4. Bitki Yetiştirme Yöntemi	14
3.5. Örnek Alma İşlemleri	14
3.6. Hormonların Ekstraksiyon, Saflaştırma ve Analiz İşlemleri	14
3. 6.1. Ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri	14
3.6.2. Hormonların analizi	16
3.6.3. IAA'nın analiz yöntemi	16
3.6.4. Sıvı kromatografi (HPLC) ile analiz işlemleri	16
3.6.5. Ayırdetme (rezolusyon ) kabiliyeti	17
3.7. Klorofil ve Karotenoid Tayini	18
3.7.1. Klorofil tayini	18
3.7.2. Karotenoid tayini	18

3.8. Stoma Örneklerinin İncelenmesi	19
3.8.1. FAA saklama çözeltisinin hazırlanması	19
3.9. Yaş, Kuru Ağırlık Oranlarının Hesaplanması	19
3.10. Prolin Seviyesinin Belirlenmesi	20
3.11. Serbest Şekerlerin Analizi	20
3.12. Yağların Analizi	21
3.13. Osmotik Potansiyelin Belirlenmesi	22
3.14. Protein Analiz İşlemleri	23
3.14.1. Protein elektroforezi için örneklerin hazırlanışı	23
3.14.2. SDS-PAGE'nin yapılışı	23
3.14.3. Jel elektroforezinde marker'lerin ve proteinlerin Rf değerlerinin hesaplanması	24
3.15. İstatistiksel Analizler	25
3.15.1. Verilerin anlamlandırılması	25
4. BULGULAR	27
4.1. Sıvı Kromatografi (HPLC) ile Yapılan Analiz İşlemleri	27
4.1.1. Rezolusyon (ayırma) kabiliyeti	27
4.1.2. Geri kazanım (Recover)	27
4.2. Farklı Tuz konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Atriplex olivieri Bitkisindeki Morfolojik Gözlemler	28
4.2.1. Kontrol bitkisindeki morfolojik gözlemler	28
4.2.2. 200 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	28
4.2.3. 400 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	28
4.2.4. 600 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	28
4.2.5. 800 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	29
4.3. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Puccinellia distans Bitkisindeki Morfolojik Gözlemler	29
4.3.1. Kontrol bitkilerindeki morfolojik gözlemler	29
4.3.2. 200 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	29
4.3.3. 400 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	30

4.3.4. 600 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	30
4.3.5. 800 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	30
4.4. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan <i>Salicornia europaea</i> Bitkisindeki Morfolojik Gözlemler	31
4.4.1. Kontrol bitkilerindeki morfolojik gözlemler	31
4.4.2. 200 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	31
4.4.3. 400 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	31
4.4.4. 600 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	31
4.4.5. 800 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	31
4.5. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerde Stoma Durumları	32
4.5.1. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Atriplex olivieri</i> bitkisinin stoma durumları	32
4.5.2. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Puccinellia distans</i> bitkisinin stoma durumları	35
4.5.3. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Salicornia europaea</i> bitkisinin stoma durumları	37
4.6. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerde ( <i>Salicornia europaea</i> L., <i>Puccinellia distans</i> ( Jacq.) Parl. ve <i>Atriplex olivieri</i> Moq.) Kök, Gövde ve Yaprak Uzunlukları	39
4.6.1. Kök uzunlukları	39
4.6.2. Gövde uzunlukları	40
4.6.3. Yaprak uzunlukları	41
4.6.4. Gruplara ait total uzunluklar	42
4.7. Farklı Tuz konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Bitkilerin ( <i>Salicornia europaea</i> L., <i>Puccinellia distans</i> ( Jacq.) Parl. ve <i>Atriplex olivieri</i> Moq.) % Kuru Ağırlık Oranları	43
4.8. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerde Osmotik Potansiyel Değerleri	44
4.9. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerde Prolin Seviyeleri	45

4.10. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerin	
Klorofil ve Karotenoid Seviyeleri	46
4.10.1. Klorofil a seviyeleri	46
4.10.2. Klorofil b seviyeleri	47
4.10.3. Total klorofil seviyeleri	48
4.10.4. Total karotenoid seviyeleri	49
4.11. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerin	
Hormon Seviyeleri	50
4.11.1. Giberillik asit (GA) seviyeleri	50
4.11.2. <i>Trans</i> -zeatin seviyeleri	51
4.11.3. İndol asetik asit (IAA) seviyeleri	52
4.11.4. Absisik asit (ABA) seviyeleri	53
4.12. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerin	
Şeker Seviyeleri	54
4.12.1. Fruktoz seviyeleri	54
4.12.2. Glukoz seviyeleri	55
4.12.3. Sakkaroz seviyeleri	56
4.14. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerin	
Yağ Asidi Seviyeleri	58
4.14.1. Linoleik asit seviyeleri	58
4.14.2. Oleik asit seviyeleri	59
4.15. Protein Bantları	60
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	63
5.1. Morfolojik Gözlemler	63
5.2. Stomalar	63
5.3. Kök Uzunlukları	64
5.4. Gövde Uzunlukları	64
5.5. Yaprak Değerleri	65
5.6. Yaş-Kuru Ağırlık Oranları	65
5.7. Osmotik Potansiyel	65

5.8. Prolin	66
5.9. Klorofil a	66
5.10. Klorofil b	67
5.10. Total Klorofil	67
5.11. Total Karotenoid	68
5.12. Hormonlar	68
5.12.1. Giberillik asit benzeri hormonlar (GA <sub>3</sub> )	68
5.12.2. Trans-zeatin (T-Z)	69
5.12.3. İndol asetik asit (IAA)	69
5.12.4. Absisik asit (ABA)	70
5.13. Şekerler	70
5.13.1. Fruktoz miktarı	70
5.13.2. Glukoz miktarı	71
5.13.3. Sakkaroz miktarı	72
5.14. Yağlar	72
5.14.1. Linoleik asit değerleri	72
5.14.2. Oleik asit	73
5.15. Protein Analizleri	73
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	87

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>	
Şekil 3.1.	Piklere ait rezolasyon kabiliyetinin hesaplanmasında kullanılan pik ve parametrelerin gösterilişi.	18
Şekil 3.2.	Standart prolin miktarlarına ait absorbans değerleri ve kalibrasyon eğrisi.	20
Şekil 3.3.	Şekerlere ait HPLC kromatogramı.	21
Şekil 3.4.	Yağ asitlerine ait HPLC kromatogramı.	22
Şekil 3.5.	SDS-PAGE jeline ait standart eğri.	24
Şekil 4.1.	Standart zeatin, zeatin ribosit, gibberellik asit, indol asetik asit, absisik çözeltilerine ait HPLC kromatogramları.	27
Şekil 4.2.	Farklı tuz konsantrasyonuna maruz bırakılan <i>Atriplex olivieri</i> bitkilerinin genel görünüşü.	29
Şekil 4.3.	Farklı tuz konsantrasyonuna maruz bırakılan <i>Puccinellia distans</i> bitkilerinin genel görünüşü.	30
Şekil 4.4.	Farklı tuz konsantrasyonuna maruz bırakılan <i>Salicornia europaea</i> bitkilerinin genel görünüşü.	32
Şekil 4.5.	<i>A. olivieri</i> 'nin kontrol grubuna ait stomaların genel görünümü	32
Şekil 4.6.	<i>A. olivieri</i> 'nin 200 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü	33
Şekil 4.7.	<i>A. olivieri</i> 'nin 400 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü	33
Şekil 4.8.	<i>A. olivieri</i> 'nin 600 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü	34
Şekil 4.9.	<i>A. olivieri</i> 'nin 800 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü	34
Şekil 4.10.	<i>P. distans</i> 'in kontrol bitkisine ait stomaların genel görünümü	35
Şekil 4.11.	<i>P. distans</i> 'in 200 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü	35
Şekil 4.12.	<i>P. distans</i> 'in 400 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü	36
Şekil 4.13.	<i>P. distans</i> 'in 600 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü	36
Şekil 4.14.	<i>S. europaea</i> 'nın kontrol bitkisine ait stomaların genel görünümü	37
Şekil 4.15.	<i>S. europaea</i> 'nın 200 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü	37
Şekil 4.16.	<i>S. europaea</i> 'nın 400 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü	38
Şekil 4.17.	<i>S. europaea</i> 'nın 600 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü	38
Şekil 4.18.	<i>S. europaea</i> 'nın 800 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü	39
Şekil 4.19.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin kök uzunlukları	40
Şekil 4.20.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin gövde uzunlukları	41
Şekil 4.21.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Atriplex olivieri</i> bitkisinin yaprak değerleri	42





Şekil 4.22.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin total uzunlukları	43
Şekil 4.23.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin % kuru ağırlık oranları	44
Şekil 4.24.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerde ozmotik potansiyel değerleri	45
Şekil 4.25.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerde prolin seviyeleri	46
Şekil 4.26.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerde klorofil a seviyeleri	47
Şekil 4.27.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin klorofil b seviyeleri	48
Şekil 4.28.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin total klorofil seviyeleri	49
Şekil 4.29.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin total karotenoid seviyeleri	50
Şekil 4.30.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan bitkilerin GA seviyeleri	51
Şekil 4.31.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin zeatin seviyeleri	52
Şekil 4.32.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin IAA seviyeleri	53
Şekil 4.33.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin ABA seviyeleri	54
Şekil 4.34.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin fruktoz değerleri	55
Şekil 4.35.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin glukoz seviyeleri	56
Şekil 4.36.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin sakkaroz seviyeleri	57
Şekil 4.37.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin linoleik asit seviyeleri	58
Şekil 4.38.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin oleik asit seviyeleri	59
Şekil 4.39.	Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerde protein bantları	60



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	sayfa
Çizelge 4.1. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin kök uzunlukları	40
Çizelge 4.2. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin gövde uzunlukları	41
Çizelge 4.3. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Atriplex olivieri</i> bitkisinin yaprak değerleri	42
Çizelge 4.4. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin total uzunlukları	43
Çizelge 4.5. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin % kuru ağırlık oranları	44
Çizelge 4.6. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerde osmotik potansiyel değerleri	45
Çizelge 4.7. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin prolin seviyeleri	46
Çizelge 4.8. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin klorofil a seviyeleri	47
Çizelge 4.9. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin klorofil b seviyeleri	48
Çizelge 4.10. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin total klorofil seviyeleri	49
Çizelge 4.11. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin total karotenoid seviyeleri	50
Çizelge 4.12. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin GA seviyeleri	51
Çizelge 4.13. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin zeatin seviyeleri	52
Çizelge 4.14. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin IAA seviyeleri	53
Çizelge 4.15. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin ABA seviyeleri	54
Çizelge 4.16. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin fruktoz değerleri	55
Çizelge 4.17. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin glukoz seviyeleri	56
Çizelge 4.18. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin sakkaroz seviyeleri	57
Çizelge 4.19. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin linoleik asit seviyeleri	58
Çizelge 4.20. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin oleik asit seviyeleri	59



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

µg	Mikrogram
cm	Santimetre
g	Gram
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
°C	Santigrat derece
Rs	Rezolusyon değeri

### Kısaltmalar

ABA	Absisik asit
<i>A. olivieri</i>	<i>Atriplex olivieri</i>
GA	Giberellik asit
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
IAA	İndol asetik asit
<i>P. distans</i>	<i>Puccinellia distans</i>
PVPP	Polivinil poliprolidon
SDS-PAGE	Sodyum Dodesil Sülfat Poli Akrilamid Jel Elektroforez
<i>S. europaea</i>	<i>Salicornia europaea</i>
TA	Taze ağırlık
TEAA	Trietil amonyum asetat
T-Z	Trans-zeatin



## 1.GİRİŞ

Günümüzde nüfus artışı ile birlikte bireysel ve kitlesel talepler artmakta ve çeşitlenmektedir. Küreselleşen dünyada ise bilimsel çalışmalar ve teknolojik gelişmeler artan taleplere ve taleplerin çeşitliliğine cevap verebilmek için çaba harcamaktadır. Çalışmaların bir kısmı, insanoğlunun kaliteli ve verimli besin ihtiyaçlarını karşılayacak kaynakları elde etmek için yapılmaktadır.

Çalışmalar, bitkilerin daha kaliteli ve verimli besin kaynağı oluşturması için engel teşkil eden dünyadaki ekilir arazi ortamının %10 gibi az bir oranda olması ve her geçen gün giderek azalması, dünyayı etkileyen ve insanoğlunun hükmedemediği küresel ısınmayla birlikte mevsim ve iklim değişimleri, bitki türlerinin yetişme şartları ve yetişme zamanındaki spesifik özellikleri gibi şartların yaptığı zararların ortadan kaldırılmasına yöneliktir. Ekilir alanların genişletilmesi ve ekstrem şartlara toleranslı bitkilerin yetiştirilmesine yardımcı olmak amacıyla çalışmalar yapılmaktadır.

Toprakların tuzluluğu, insanoğlunun yaşadığı her dönemde problem olmuştur. Yeryüzündeki toprakların büyük bir kısmında tuzluluktan dolayı tarım yapılamamaktadır. Toprak tuzluluğu, bitkilerin ürün verimini düşürmekle, zirai açıdan büyük zararlara sebep olmaktadır. Toprak tuzluluğunun ortadan kaldırılması ekonomik açıdan oldukça önemlidir. Ancak tuzluluğun ortadan kaldırılması hem ekonomik değil hem de oldukça zor bir olaydır. Bu yüzden de toprağın tuzlanması, bitkinin gelişmesi için uygun olmayan koşullar yaratır. Topraktaki tuz birikimi, toprak eriyiğinin osmotik potansiyelini düşürdüğü için bitkinin su alımını güçleştirir. Bitkiler, tuzluluğa karşı göstermiş oldukları tepkilere göre halofitler ve glikofitler olmak üzere iki temel grupta toplanmaktadır. Halofitler tuzlu ortamlara adapte olmuş bitkilerdir. Glikofitler tuzlu olmayan ortamlarda büyüyen bitkilerdir. Bu bitkilerin yapısal özellikleri yeterli olmadığından, gelişmeleri esnasında tuzluluğa karşı adaptasyon kabiliyetleri oldukça sınırlıdır (Genkel,1954). Tahıllar üzerinde yapılan çalışmalar tuz toleransının multigenik bir özellik olduğunu göstermektedir ve bu durum çalışmayı ve ilerlemeyi zorlaştırmaktadır (Niknam ve McComb, 2000).

Bitkiler, bazen büyüme ve gelişmelerini sınırlayıcı değişik olumsuz koşullara maruz kalabilirler. Bu olumsuz koşullar bitkide fizyolojik, biyokimyasal, moleküler, anatomik ve morfolojik açıdan birçok değişiklikler meydana getirmektedir. Bitki metabolizmasını herhangi bir şekilde etkileyen her türlü olumsuz koşul stres olarak kabul edilir. Bitki karşılaştığı stres faktörlerine karşı biyokimyasal ve fizyolojik mekanizmalarıyla tepki gösterir.

Bitkilerin çevre şartlarına adaptasyonları ve performanslarının anlaşılması oldukça önemlidir. Tarımsal faaliyetler su, kuraklık, sıcaklık, ışık ve tuz gibi birçok çevresel faktör tarafından etkilenmektedir. Zor şartlarda dayanıklı tarım ürünlerinin üretimi için hem biyotik hem de abiyotik faktörlerden sorumlu bitki genlerinin sinyal yollarının anlaşılması gerekmektedir. Bu konuda az dayanıklı türlerde çalışılması veya değişik çevresel etkilerin bitkide meydana getirdiği kompleks mekanizmaların anlaşılması konusuna ağırlık verilmesi gerektiği bilinmektedir (Swamy ve Smith, 1999).

Tuz, sıcaklık ve kuraklık stresleri tahıl ürünlerine zarar veren üç önemli abiyotik stres olarak bilinmektedir. Bu streslerden dolayı tahıl ürünlerinde meydana gelen kayıp her yıl büyük zararlara yol açmaktadır. Dünyadaki tarım alanlarının %19'u tuzcul alan olarak kabul edilir ve %5,2'si ise kuraklık stresi altındadır. Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk yeryüzünde yaşamın başlangıcından beri karşılaşılan ilk kimyasal stres faktörüdür. Canlılar günümüze değin tuz faktörüne karşı etkili mekanizmalar geliştirmek zorunda kalmışlardır. Özellikle tuzlu habitatlarda büyüyen bitkiler tuz etkisine karşı dayanıklılık geliştirmek zorundadırlar. Bitkilerin tuza karşı metabolizmalarını koruyabilme derecesi tuza dayanıklılık olarak ifade edilir. Tuza dayanıklılık, bir bitkinin ya protoplazmada ulaşılan aşırı tuz miktarının düzenlenmesi veya alternatif olarak, artan iyon konsantrasyonu ile bir araya gelen toksik ve osmotik etkileri tolere etme yeteneği ile sağlanabilmektedir (Levitt,1980).

Stres dayanıklılığının genetik temeli ya dayanıklı genotipler elde etmekle ya da istenilen farklı çevrelere adapte olan çeşitli fenotipleri sağlayacak genleri geliştirmekle olabilir. Bitkilerin metabolizmasına etki eden stres mekanizmalarının anlaşılmasıyla dayanıklı ve toleranslı bitkilerin elde edilmesinin kaçınılmaz olduğu ortadadır.

Bitkiler büyüme ve gelişmeleri esnasında çeşitli faktörlerden etkilenirler. Bu faktörler optimum düzeyde olduklarında bitkiler sağlıklı bir şekilde gelişirler (Kudoyarova ve ark., 1990).

Tüm topraklar suda çözünebilir bazı tuzları içerirler. Bitkiler gerekli besinlerini çözünebilir tuz formunda alırlar. Ancak bu çözünebilir tuzların fazla birikimi toprak tuzluluğu olarak bilinir. Bu da bitki gelişimini baskılar. Tuzcul veya tuzdan etkilenen topraklar genellikle kurak yada yarı kurak bölgelerdir.

Toprak tuzluluğu besin üretimi için sınırlayıcı faktörlerden biridir. Çünkü tuzluluk tahıl alanlarının verimini sınırlandırır. Toprak tuzluluğundan dolayı oluşan doğal sınırlamalar aynı zamanda tarımsal ürünlerin besin potansiyellerini ve kalorilerini düşürmektedir. Ayrıca düzensiz ve yanlış sulama toprak tuzluluğunu artırmak suretiyle verim düşüşüne neden olmaktadır (Flowers ve Yeo, 1995).



Bitkiler tuzlu topraklarda klor ihtiva eden çok toksik maddeler meydana getirebilir. Bu maddeler öncelikle bitkinin alt boğumlarında, yapraklarında ve bitkinin toprak altı kısımlarında toplanır. Bitkinin gelişmesindeki duraklamaya da buna benzer maddeler sebep olur.

Tuzların birikmesinden dolayı halofitler hücre sularında düşük bir osmotik potansiyele sahiptirler. Bu da bu bitkilerin suyu tuzlu topraktan absorbe etmelerini sağlarlar. Bazı halofitlerde osmotik potansiyel organik maddenin birikmesiyle bazılarının da ise tuzlu topraklarda mineral tuzların absorpsiyonundan dolayı meydana gelir.

Obligat halofitler yüksek tuz yoğunluğuna karşı çok iyi adapte olmuşlardır. Böylece bu bitkiler tuz yokluğunda yavaş gelişirler. Biyolojik özelliklerinden dolayı bazı halofitler oldukça az miktarda tuz absorbe ederken, bazıları önemli miktarda absorbe ederler. Bitki dokularında toplanan tuzlar ve diğer araçları ile iç osmotik basınçlarını düzenlerler. Bu bitkiler tuz dengelerini düzenleyebilirler. Fazla tuz biriktiği zaman özel bezler yardımıyla tuzu dışarı atabilirler veya yaprak salgılarıyla tuz hareket eder, yapraklar tuzun tamamını çıkararak dışarı atarlar.

Tuza toleranslı bitkiler tuzlu topraklarda suyu emebilme kabiliyetine sahiptir. Tuza hassas olan bitkiler ise bu ayarlamalarda sınırlı kabiliyetlere sahip olduklarından düşük tuz konsantrasyonlarında bile hasar görürler.

Spesifik bitki toleransları iklim, toprak şartları, kültürel uygulamalar ve farklı cinslere bağlı olarak değişebilir. Tuz toleransındaki farklılık türden türe göre değişir. Tuz toleransı çimlenme ve ilk tomurcuk gelişimi boyunca olgun bitkilere göre genellikle daha düşüktür. Egan ve Ungar (1999), *Atriplex prostrata* ve *Salicornia europaea* üzerinde yaptıkları çalışmada tuz oranı düşürüldüğünde tohum çimlenmesinin arttığını tespit etmişlerdir. Bajji ve ark. (1998), *Atriplex halimus* üzerinde yaptıkları çalışmada düşük konsantrasyonlarda tuzun (150 mM) sürgün gelişimini teşvik ettiğini ortaya koymuşlardır. Aynı araştırmacılar osmotik potansiyel, mineral içerik ve prolin birikimi açısından da köklerin yapraklara göre daha az etkilendiğini tespit etmişlerdir.

Tuzluluktan dolayı gelişimde meydana gelen azalma bitkinin toleransını aşmadığı sürece sorun oluşturacak bir şart değildir. Bitkilerin toprak tuzluluğuna verdikleri tepkiler farklıdır. Tuza toleranslı bitkiler yüksek tuz konsantrasyonlarında osmotik etkileri ayarlayabilmede tuza hassas olan bitkilere göre çok daha iyi bir osmotik ayarlama etkilerine sahiptir.

Toprak tuzluluğu bitkinin toleransını aştığı zaman gelişimde azalmalar meydana gelir. Tuz konsantrasyonu arttığında suyun bitki tarafından emilmesinin güçlüğü artar. Toprakta tuz

konsantrasyonu yükselirse nemli toprakta bile bitki su stresinden ya da kuraklıktan ölebilir, bitkideki mineral dengesini bozabilir.

Bitkilerin topraktaki yüksek tuz içeriğine karşı toleransları birbirlerinden farklıdır. Bazı bitkiler topraktaki yüksek tuz içeriğinden ciddi şekilde etkilenirken, pancar ve ıspanak gibi daha fazla tolerans gösterebilen bitkiler daha az etkilenmektedirler. Tuz hasarlarının ilk ve en önemli ortak belirtisi bitkilerin gelişim oranlarındaki azalmadır. Tuzlu toprakta gelişen bitki normalinden daha küçüktür, daha koyu yapraklara sahiptir. Tuzluluğun giderek artmasıyla bitki gelişimi durma noktasına gelir; yapraklar yanar, uç kısım kurumaya doğru gider ve bitki yüksek tuz içeriğinden dolayı ölür. Toprak kuru iken, tuzlar bitkilere daha fazla zarar verir. Bu yüzden toprağın sürekli nemli kalması bitkilerdeki tuz zararlarını azaltır.

Tuzcul topraklarda gelişebilen ve adaptasyon gösteren tahıl çeşitlerinin mekanizmasının anlaşılması da tuzcul alanlarda bitki gelişimi açısından önemlidir. Halofit bitkiler su hasarları ve iyon toksiditesi açısından farklı fizyolojik ve anatomik yapılar geliştirirler. Çevrelerindeki sitotoksik iyonlar (tipik olarak  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ ) vakuol içerisinde bölümlere ayrılmış ve osmotik çözelti olarak kullanılmışlardır (Blumwald ve ark., 2000). Stres toleransı bileşenleri hakkında bilgiler arttıkça bitkilerin tuzluluğa karşı vermiş oldukları cevapların kaynağı, savunma mekanizması için oluşturdukları sinyal yolları, streste hayatta kalma veya elimine olma durumları ve tuzcul çevrelerde gelişimlerinin nasıl olduğu anlaşılacaktır. Bitki tuz toleransına faydalı olan iyon taşınım sisteminin anahtarı şu an bilinmemektedir (Flowers ve ark., 1986; Greenway ve Munns , 1980).

Çalışmamızda halofit bitkiler olarak bilinen; *Salicornia europaea* (Deniz börülcesi), *Puccinellia distans* (Çorak çim) ve *Atriplex olivieri* (Kaz ayağı) bitkileri kullanılmıştır. Bu bitkileri farklı tuz konsantrasyonlarında geliştirerek, tuz konsantrasyonuna karşı halofit bitkilerin geliştirdiği morfolojik, fizyolojik ve moleküler adaptasyonlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Böylece tuzcul alanlara adapte olmuş bitkilerin geliştirdiği değişik adaptasyonlar ortaya konulmak suretiyle kültür bitkilerinin tuzcul alanlara daha kolay adaptasyonlarını nasıl sağlayacağı hususunda önemli ipuçları elde edilmiştir.

## 2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

Tuzluluk dünyanın karasal alanının %7 olan 930 milyon hektarlık (MHa) alanını etkilemektedir. Kara parçalarındaki tuzlanma olayı her geçen gün artmaktadır. Tuzluluk bitkide suyun taşınmasını olumsuz etkiler ve buna bağlı olarak da hızlı bir şekilde büyüme oranında azalmaya neden olur (Katerji ve ark., 1998).

Normalde çoğu bitkiler tuza duyarlıdırlar. Ancak tuzcul bitkiler genetik yapıları morfolojik ve anatomik farklılaşmaları nedeniyle tuzcul alanlara adaptasyon sağlamışlardır (Yokoi ve ark., 2002). Bazı halofitler özel anatomik ve morfolojik adaptasyonlar ya da uzaklaşma mekanizmalarından dolayı ekstrem tuzluluğa uyum kapasitesine sahiptirler (Flowers ve ark., 1986).

Tuz stresine maruz kalan bitkiler bir takım mekanizmalar geliştirirler. Bunlar kısaca şöyle özetlenebilir; i) iyonların seçici birikimi ya da dışarıya verilmesi, ii) kökler tarafından iyon alınmasının ve yapraklara taşınmasının kontrolü, iii) hücrelerdeki ve bütün bitki yapraklarındaki iyonların ayarlanması (kısımlandırılması), iv) uygun katıların sentezi, v) fotosentetik yolda değişme, vi) membran yapısında değişiklik, vii) bitki hormon sentezinin ayarlanması, viii) antioksidant enzimlerin sentezinin ayarlanması. Ayrıca tuz stresi altındaki bitkiler sitozollerinde yüksek konsantrasyonda  $K^+$ , düşük konsantrasyonda  $Na^+$  bulundururlar (Parida ve Das, 2005).

Bitkiler yüksek tuz, su eksikliği (dehidrasyon), soğuk, sıcaklık ve aşırı osmotik basınç gibi abiyotik strese maruz kaldıkları zaman bazı adaptiv mekanizmalar geliştirirler. Bu adaptiv mekanizmalar bazı morfolojik değişikliklerle birlikte fizyolojik ve biyokimyasal proseslerdeki değişmeleri içerir (Wang ve ark., 1999). Stres faktörlerine cevap olarak belirli maddelerin üretimini başlatan genler, aynı zamanda bitki bünyesinde sentezlenen katı maddelerin üretimini de kontrol ederler. Bu üretilen katı maddeler iki guruba ayrılır: 1. Prolin ve diğer amino asitler, amonyumlu bileşikler ve poliaminlar gibi azot içeren bileşikler 2. Sukroz, polihidrik alkoller ve oligosakkaridler gibi hidroksi bileşiklerdir (McCue ve Hanson, 1990).

Bitkiler tuza tolerans göstermek amacıyla osmotik ayarlama için uygun katıları sitoplazmada biriktirirler. Organik osmotik katıların en büyük kategorisini basit şekerler (fruktoz ve glukoz), şeker alkoller (gliserol ve metilenmiş inositoller) ve kompleks şekerler (Trehalose, Rafinoz ve fruktanlar) oluştururlar (Bonhert ve Nelson, 1996).

Tuza tolerans mekanizmasının 2 esas şekli vardır: Bunlardan biri bitkiye tuzun girmesini azaltmak, diğeri ise sitoplazmadaki tuz miktarını en aza indirmektir (FAO, 2000).

*Atriplex halimus*, kurak ve tuzlu alanlara iyi adapte olmuş bir bitkidir ve diğeri *Atriplex* türlerinin tuzluluğa dayanıklılığı hakkında net bilgiler yoktur (Bajji ve ark., 1998; Benlloch ve ark., 2005). *Salicornia* türleri yüksek oranda tuza tolerans gösterirler. Ancak onların tuza cevapları değişiktir (Philipupillai ve Ungar, 1984).

Halofit bitkiler ekonomik değere sahip olup birçok alanda kullanılmaktadırlar. Bunlardan bazılarının içerdikleri besin değerleri ve kullanıldığı alanlar şöyledir. *Puccinellia* sp. ve *Atriplex* sp. belli oranda protein ve vitamin içermektedirler ve hayvan yemi ve yem katkısı olarak kullanılmaktadırlar. *Sueada salso* ve *Salicornia europeae* tüketilebilir yağ içermektedir (Kefu ve ark., 2002).

Toprak tuzluluğu toprağın bozulmasındaki en büyük faktörlerinden biridir. Tuzlu topraklar yaklaşık olarak sulanan alanların %19.5 una ulaşmaktadır (FAO, 2000). Bitki büyümesinin tuzluluk tarafından engellenmesi osmotik ve iyonik etkilerin sonucudur ve farklı bitki türleri bu etkilerin üstesinden gelebilmek için farklı mekanizmalar geliştirmektedirler (Munns, 2002). Katı birikimiyle hücrel osmotik potansiyelin azalması şeklindeki osmotik düzenlemenin bitkilerdeki tuz ve kuraklık toleransı için önemli bir mekanizma olduğu düşünülmektedir. Tuz stresine maruz bırakılan bitkilerin osmotik potansiyelindeki bu düşüş inorganik iyonların ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{K}^+$ ) ve organik katıların (çözünür karbohidratlar, amino asitler, prolin, betainler v.s) bir sonucu olabilir (Hasegawa ve ark., 2000).

Bitki hücrelerinin tuza toleransı üç farklı mekanizmanın birleşmesiyle başarılır: i) betain, prolin ve şeker alkoller gibi katıların birikimi ile sitoplazmanın osmotik basıncı ayarlaması. ii) plazma membranının bir noktasından bir diğeri noktasına  $\text{Na}^+ / \text{H}^+$  gibi iyon taşıyıcılarını kullanarak tuzun atılması ve iii)  $\text{Na}^+ / \text{H}^+$  yada  $\text{Cl}^-$  kanalları gibi tonoplast taşıyıcılarını kullanarak vakuolde tuz birikimi (Blumwald ve Pool, 1988; Garberino ve Dupon, 1988; Bonhert ve ark., 1995).

Topraktaki yüksek tuz miktarı çoğu bitki türünün gelişimini engeller ve verim kaybına neden olur. Bu davranışı sergileyen bitkiler glikofitler olarak adlandırılır. Bununla birlikte, yüksek oranda tuza toleranslı bitkiler tuzlu çevrelerde hayatlarını devam ettirebilirler. Halofitlerin bu türleri yüksek tuz konsantrasyonlarının varlığında iyon toksisitesinden kaçabilirler (Benlloch ve ark., 2005; Flowers ve ark., 1997; Munns, 2002).

Tuz stresine cevaplar iyon taşınımının düzenlenmesiyle ilgilidir ve bu  $\text{K}^+ / \text{Na}^+$  iyonik dengesizlikleri çok yönlü metabolik problemlere yol açar (Serrano ve Rodriguez, 2001; Maathus ve Amtmann, 1999; White ve Broadley, 2001).

Amor ve ark. (2005), lokal bir halofit olan *Crithmum maritimum* üzerinde yaptıkları araştırmada, 50 mM NaCl uygulamasının kuru ağırlık artışına yol açtığını, ancak 200 mM lık uygulamanın kuru ağırlıkta önemli azalmaya neden olduğunu da belirlemişlerdir. Kök uzunluğu ve yaprak miktarında da benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Dokulardaki su içeriğinin ise tuz konsantrasyonunun artışına bağılı olarak azaldığı gözlenmiştir. Antioksidant enzimlerden süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi köklerde hem 50 hem de 200 mM NaCl uygulamasında azalırken, sürgünlerde 50 mM uygulamalarında önemli düzeyde arttığı gözlenmiştir. Katalaz ve peroksidaz aktiviteleri ise hem köklerde hem de sürgünlerde 50 mM tuz uygulamalarında önemli düzeyde artarken 200 mM tuz uygulamalarında önemli düzeyde azalmıştır.

Qiu-Fang ve ark. (2005), *Sueada salsa* L. bitkisi üzerinde yapmış oldukları araştırmada farklı tuz konsantrasyonlarının hem taze ağırlık hem de süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi üzerine değişik etki yaptığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar taze ağırlığın kontrole göre 100, 200 ve 400 mM NaCl uygulamasında arttığını, ancak en yüksek artışın 200 mM uygulamasında olduğunu tespit etmişlerdir. Yapraklardaki SOD aktivitesinin ise 200 ve 400 mM uygulamalarında arttığını tespit etmişlerdir.

Dionisio-Sese ve Tobit (1998), pirinç fidelerinin tuz stresine karşı antioksidant tepkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar tuza dayanıklı olmayan çeşitlerde tuz oranı arttıkça süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin düştüğünü ancak tuza dayanıklı olan çeşitlerde ise tuz stresinin artışına paralel olarak SOD aktivitesinin arttığını, peroksidaz aktivitesinde ise tuzun artışının tersine bir durum gözlemişlerdir. SOD stres faktörlerine karşı bitkisel cevaplarda anahtar bir antioksidant enzim olarak düşünölmektedir (Qiu-Fang ve ark., 2005). Bu enzim oksijen radikalleri tarafından meydana gelen zararda savunmanın ilk aşamasını oluşturmaktadır. SOD aktivitesindeki artış uygun olamayan çevre faktörlerine karşı bitki toleransını arttıran bir faktör olabilir (Qiu-Fang ve ark., 2005).

Katalaz, bitki hücrelerinde aktif oksijen türlerini ortadan kaldıran önemli bir enzimdir. Bu enzim, hidrojen peroksidin birikimi ve toksiditesine karşı savunma sisteminin temel bir parçası olarak işlev görür ve hücrelerdeki H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> seviyesinin kontrolünde rol oynar. Peroksidaz bitkilerin büyüme, gelişme ve senesens olayları ile ilgili enzimler içerisinde yer alır. Bu enzimler lignin ve etilen sentezi ve IAA'nın bozunmasını etkilerler (Qiu-Fang ve ark., 2005).

Tuz stresi, osmotik stresin bitkilerin metabolik aktivitelerinin geniş bir varyetesi üzerinde osmotik etkilerin bir sonucu olarak su eksikliğine neden olur ve bu su eksikliği süperoksitler, hidroksi ve peroksi radikaller gibi reaktif oksijen türlerinin oluşumundan dolayı oksidatif strese neden olur. Hiperosmotik ve iyonik streslerin ürünleri olan reaktif oksijen türleri membran bozulmasına ve hücre ölümüne yol açarlar (Bohnert ve Nelson, 1996).

Bitkiler katalaz, peroksidaz, glutation reduktaz ve süperoksit dismutaz gibi belirli antioksidatif enzimlerin aktivitelerinin başlatılmasıyla savunma sistemi geliştirirler (Parida ve Das, 2005). Askorbat peroksidaz, glutation reduktaz, monodehidroaskorbat reduktaz (MDHAR), dehidroaskorbat reduktaz (DHAR) ve Mn-SOD gibi antioksidant enzimlerin aktivitelerinin buğday bitkisinde tuz stresi altında arttığı gözlenmiştir (Hernandez ve ark., 2000). Gosset ve ark. (1994), pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisinde NaCl stresinin SOD, guaicol peroksidaz ve glutation reduktaz aktivitelerini artırdığını ve katalaz ve askorbat peroksidaz aktivitelerini azalttığını rapor etmişlerdir. Lechno ve ark. (1997), NaCl'ye maruz bırakılan salatalık bitkisinde katalaz, glutation reduktaz gibi antioksidatif enzimlerin aktiviteleri ve antioksidant askorbik asit ve indirgenmiş glutationun miktarlarının arttığını fakat SOD'un aktivitesinin etkilenmediğini ortaya koymuşlardır. Sudhakar ve ark. (2001), NaCl tuzluluğu altında *Morus alba* L. bitkisinin iki genotipinde antioksidant enzimlerinin aktivitelerindeki değişiklikler üzerine araştırma yapmışlardır. Araştırmacılar, tuz konsantrasyonu arttıkça süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), peroksidaz (POD), glutation reduktaz (GR) ve glutation-s-transferaz (GST) enzimlerinin aktivitesinin de arttığını ortaya koymuşlardır. Panda ve Upadhyay (2003), *Lemna minor* köklerinde tuz stresinin antioksidanlar üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar enzimatik olmayan askorbat ile glutation ve enzimatik olan süperoksit dismutaz, guaicol peroksidaz ve glutation reduktaz antioksidantlarının aktivitelerinin arttığını ancak katalaz aktivitesinin azaldığını belirlemişlerdir.

Bajji ve ark. (1998), tuz stresinin *Atriplex halimus*'un yaprakları ve kökleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, tuz konsantrasyonu arttıkça kök ve sürgünlerin nispi büyüme oranlarının düştüğünü tespit etmişlerdir. Tuz konsantrasyonuna bağlı olarak osmotik potansiyelin özellikle yapraklarda düştüğünü, çözünen şeker miktarının yapraklarda büyük oranda, köklerde ise az da olsa belirgin bir oranda arttığını, 450 ve 600 mM konsantrasyonlarda tuza maruz kalan bitkilerin köklerindeki çözünür şeker miktarı kontrole göre önemli düzeyde düştüğünü rapor etmişlerdir. Prolin miktarı ise özellikle 450 ile 600 mM tuz ile muamele edilen bitkilerin yapraklarında önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir.

De Lacerda ve ark. (2001), tuzluluğa karşı farklı toleransları olan iki sorgum genotipinde, gövde uzunluğunun ve ilk internodun boyunun tuz stresinde diğer öğelerden daha hassas olarak etkilendiğini tespit etmişlerdir. Çalışmalarında hassas olan genotipte, tolerant olana göre gövde uzunluğunda daha fazla bir azalma gözlemişlerdir.

Martinez ve ark. (2004), *Atriplex halimus* bitkisi üzerinde yapmış oldukları araştırmada su stresinin etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar su stresine maruz kalan bitkilerin yaprak

miktarında ve sürgün uzunluğunda herhangi bir farklılık belirleyememişlerdir. Bununla birlikte su içeriğinin ve osmotik potansiyelin düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca su stresine maruz kalan bitkilerdeki prolin ve çözünen şeker miktarının arttığı da tespit edilmiştir.

Yüksek molekül ağırlığına sahip karbohidratlar büyüme amaçlı gerekli yerlere taşınabilmek için sukroz, glukoz ve fruktoz gibi çözünen şekerlere dönüştürülür (Mayer ve Poljakoff-Mavber, 1975). Çözünen karbohidratlar aynı zamanda çimlenme esnasında hücrelerin osmotik düzenlenmesinde önemli rol oynarlar (Gorham ve ark., 1981). Prado ve ark. (2000), NaCl'nin *Chenopodium quinoa*'nın tohumlarında çimlenme, büyüme ve çözünen şeker içerikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar zamana bağlı olarak belli bir dönemde çözünen şekerlerin geçici olarak arttığını ancak belli bir zaman sonra azaldığını belirlemişlerdir.

Niknam ve ark. (2004), NaCl'nin *Nicotiana tabacum* bitkisinde şekerler, prolin ve proteinler üzerindeki etkisini belirlemişlerdir. Araştırmacılar tuz konsantrasyonuna bağlı olarak prolin miktarının değişik oranlarda arttığını, total protein ve çözünmüş şeker seviyelerinin ise genel olarak azaldığını tespit etmişlerdir. Osmotik strese maruz bırakılan tatlı patates hücre süspansiyon kültürlerinde prolin miktarının kontrole göre 5 kat arttığı Wang ve ark. (1999) tarafından rapor edilmiştir. Al-Khayri ve Al-Bahrany (2004), kuraklık ve tuz stresi altında su miktarı ve prolin birikimini araştırmışlardır. Araştırmacılar tuz stresi altında prolin miktarı artarken, su seviyesinin düştüğünü belirlemişlerdir.

Schabes ve Sigstad (2005), *Chenopodium quinoa* ya ait; Sajama ve Robura, iki kültür formunu tuza maruz bırakarak tohum çimlenmesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar Sajama formunun tohumlarının, Robura formunun tohumlarına göre daha toleranslı olduğunu gözlemişlerdir.

Fernandes ve ark. (2004), tuz stresine maruz kalan bitkilerde sukroz metabolizmasını araştırmışlardır. Araştırmacılar tuz etkisi altındaki bitkilerde, kontrole göre glukozun azaldığını, sukrozun değişmediğini ve fruktozun arttığını tespit etmişlerdir.

Kheder ve ark. (2003), yaptıkları araştırmada tuz stresine maruz bırakılan *Pancretium maritimum* bitkisinde, taze ve kuru ağırlık miktarının tuz konsantrasyonuna paralel olarak azaldığını, protein miktarının 150 mM NaCl uygulanan bitkilerde arttığını, ancak daha yüksek konsantrasyonlarda azaldığını ve prolin miktarının ise bütün uygulamalarda artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca katalaz aktivitesinin tuz konsantrasyonunun artışıyla azaldığını, peroksidaz aktivitesinin arttığını belirlemişlerdir.

Warwick ve Bailey (1998), *Potamogeton* ve *Triglochin procer*'a bitkilerinin tuza karşı zamana bağlı olarak göstermiş oldukları tepkiyi belirlemişlerdir. Araştırmacılar tuza maruz

bırakılan bitkilerdeki yaprak kaybının ve yaprak senesensinin arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca sürgün başına düşen yaprak oluşumunun zamanla azalmasına karşın, yaprak sayısındaki artışa bağlı olarak yaprak kuru ağırlığında da azalmanın olduğunu gözlemişlerdir.

Tuz stresi bitkilerde stoma kapalılığına yol açmak suretiyle yapraklarda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ 'un birikmesine ve total klorofil miktarının azalmasına yol açmaktadır (Romero ve Syversten, 1996; Seemann ve Critichly, 1985; Katerji ve ark., 1998). Bitkiler yapraklarının kıvrılması ve stomalarını kapatmak suretiyle tuz stresine karşı koymaya çalışırlar (Ogbonnaya ve ark., 1998).

Sanchez ve ark. (1998), su stresinin çözünür şeker miktarını ve prolin miktarını artırdığını tespit etmişlerdir.

Tuzluluk osmotik ve iyonik etkiden dolayı bitki büyümesini engeller ve farklı bitki türleri bu etkilerin üstesinden gelmek için farklı mekanizmalar geliştirirler (Azavedo Neto ve ark., 2004). Azavedo Neto ve ark. (2004), tuz stresinin farklı mısır genotiplerinin büyümesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar tuz stresinin bazı genotiplerde çözünür amino asit ve karbohidrat miktarlarını artırdığını ve stomaların kapamasını teşvik ettiğini tespit etmişlerdir.

Yüksek tuz konsantrasyonu, ABA ve sitokinler gibi bitki hormonlarının seviyelerinde artışa neden olur (Thomas ve ark., 1992; Aldesuquy, 1998; Vaidyanathan ve ark., 1999). Cellier ve ark. (1998), kuraklığa toleransta DNA, RNA miktarında ve ABA seviyelerinde artış meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca kuraklığın, stomaların açılması üzerinde önemli etkiler meydana getirdiğini gözlemişlerdir. Genel olarak ABA'nın kuraklık adaptasyonunda önemli olduğu bilinmektedir (Zeevaart ve Creelman, 1988; Munns ve King, 1988). Tuz stresine maruz kalan bitkilerin dokularında ABA'nın konsantrasyonunda artış gözlemlendiği genelde bilinen bir durumdur (Thomas ve ark., 1992; Rhodes, 1987; Zang ve Davies, 1989; Chapin, 1991). Ilımlı su stresinde GA1/3 ve IAA seviyelerinin arttığı tespit edilmiştir (Koshita ve Takahara, 2004).

Tuz stresine maruz kalan bitkilerin hücrelerarası boşluklarda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonları birikir ve toksik etki yapar. Bu iyonlar toksik etkilerini enzim aktivitesini, protein sentezi ve mRNA oluşumunu inhibe ederek gösterirler (Zhu, 2001; Forment ve ark., 2002). Tuzcul bitkiler farklı anatomik ve morfolojik adaptasyonlar geliştirmişlerdir. Aynı cinse ait türlerde bile farklılıklar görülebilmektedir (Chater ve Cartier, 1976). Vicente ve ark. (2004), bir halofit bitki olan *Plantago crassifolia*'da tuz stresi karşısında meydana gelen değişiklikleri araştırmışlardır. Araştırmacılar tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme, taze ağırlık, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve kuru ağırlığın azaldığını, buna karşın  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{K}^+$  ve prolin (Aziz ve ark.,



1999) miktarının belli bir tuz konsantrasyonundan sonra büyük oranda arttığını gözlemişlerdir.

Hartzendorf ve Rolletschek (2001), *Phragmites australis* bitkisinde NaCl tuzluluğunun amino asit ve karbohidrat miktarı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar şeker ve prolin miktarları ile tuz konsantrasyonları arasında önemli ilişkilerin olduğunu belirlemişlerdir. Prolin miktarının tuz konsantrasyonuna bağlı olarak arttığı bir çok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir (Ghoulsm ve ark., 2002; Kumar ve ark., 2003)

Membran lipidlerinin temel bir komponenti olan yağ asitlerinin bitkiler ve mikroorganizmaların tuz toleransında önemli olduğu düşünülmektedir (Somervilla, 1995; Malkit ve ark., 2002). Membran lipitlerindeki doymamış yağ asitlerinin tuz stresi zararına karşı fotosentetik mekanizmayı koruduğu gösterilmiştir (Gong ve ark., 1999; Yu ve ark., 1999). Zhao ve Qin (2005), arpa fidelerinde tuz stresine karşı linoleik asidin tonoplastı koruyucu bir etki yaptığını gözlemişlerdir. Yerfıstığındaki (*A. hypogae* L.) lipid içeriğinin düşük tuz konsantrasyonlarında (45 mM'a kadar) arttığı, yüksek tuz konsantrasyonlarında ise azaldığı tespit edilmiştir (Hassenein, 1999). Wu ve ark. (1998), tuzcul bataklıklarda gelişen *Spartina patens* bitkisinin sterol miktarının artan tuzluluğa bağlı olarak arttığını rapor etmişlerdir. Flagella ve ark. (2004), tuz stresinin ayçiçeği bitkisinin (*Helianthus annuus* L.) yağ kalitesi ve yağ miktarı üzerine etkisini çalışmışlardır. Araştırmacılar tuz stresine maruz kalan bitkilerde oleik asit miktarının arttığını, linoleik asidin ise azaldığını tespit etmişlerdir. Elkahoui ve ark. (2004), *Catharanthus roseus*'un kültüre alınmış hücre süspansiyonlarında tuzla lipit değişimleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmacılar tuz uygulamasıyla birlikte palmitik asit (16:0) seviyesinin azaldığını ve linolenik asidin seviyesinin ise arttığını tespit etmişlerdir.

Osmotik ayarlamayla turgor durumunun korunması su eksikliğinin zararlı etkilerini azaltmak için önemli bir fizyolojik adaptasyondur (Morgan, 1984). Osmotik ayarlama ile turgor durumunun sürdürülmesi stres altında bitkinin büyümesine yardım edebilir (Lockhart, 1965). Osmotik ayarlama, hücreler içindeki inorganik katılar gibi organik maddelerin de birikimiyle osmotik potansiyelin azalmasıdır (Sanchez ve ark., 1998).

Hartzendorf ve Rolletstchek (2001), tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak prolin miktarının arttığını tespit etmişlerdir.

Yapraklardaki çözünür protein içeriği tuzluluğa tepki olarak azalmaktadır (Alamgir ve Ali, 1999; Gadallah, 1999; Wang ve Nil, 2000; Parida ve ark., 2002). Agastian ve ark. (2000), düşük tuzlulukta çözünür protein seviyelerinin arttığını, yüksek tuzlulukta ise azaldığını rapor etmişlerdir. *Rhizobium*'da 22, 38, 40, 42,62 ve 68 kDa moleküler ağırlığa sahip dış membran

proteinlerinin tuz varlığında azaldığı rapor edilmiştir (Unni ve Rao, 2001). Tuzluluğun arpa bitkisinin köklerinde molekül ağırlığı 24-27 kDa ağırlığında olan altı ve köklerin aksine molekül ağırlıkları 20-24 kDa arasında değişen daha düşük molekül ağırlıklı beş yeni sürgün proteininin sentezine neden olduğu ve bunlara ilaveten tuzluluğun daha büyük sürgün proteinlerinin sentezini engellediği belirlenmiştir (Ramagopal, 1987). Turp bitkisinde (*R. sativus* L.) tuz stresi 22 kDa ağırlığındaki proteinin birikimine yol açmıştır (Lopez ve ark., 1994). Yen ve ark. (1997), tuz stresi altındaki *Mesembryanthemum crystallinum*'da 40, 34, 32, 29 ve 14 kDa ağırlığında beş polipeptit tespit etmişlerdir. NaCl'nin mısır bitkisinin köklerinde 61, 51, 39 ve 29 kDa ağırlığındaki proteinlerin birikimine neden olduğu belirlenmiştir (Tamas ve ark., 2001). Parida ve ark. (2004), tuzluluğun *Bruguiera parviflora* bitkisinde 17, 23, 32, 33 ve 34 kDa proteinlerin bant yoğunluklarında bir azalmanın olduğunu ve bu bant yoğunluklarındaki azalmanın tuz konsantrasyonundaki artışa paralel olduğunu tespit etmişlerdir.

Tuz stresine maruz bırakılan bitkilerde klorofil ve total karotenoid miktarları azalmaktadır (Hernandez ve ark., 1995; 1999; Gadallah, 1999; Agastian ve ark., 2000).

Parida ve ark. (2004), *Aegiceros corniculatum* bitkisinde tuzluluğun biyokimyasal olaylar üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar tuz konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlı olarak klorofil a, b ve karotenoid miktarlarında belirli oranlarda azalma tespit etmişlerdir. Obligat halofit olan bu bitkide tuz konsantrasyonu arttıkça prolin miktarının azaldığını tespit etmişlerdir. Santos (2004), ayçiçeği bitkisinde tuz stresiyile klorofil biyosentez ve bozulması üzerine bir araştırma yapmışlardır. Araştırmacılar tuz konsantrasyonu arttıkça klorofil miktarının düştüğünü ortaya koymuşlardır. NaCl stresi klorofil içeriğini ve net fotosentetik oranı azaltır (Khavarinejad ve Chaparzadeh, 1998). Bununla birlikte Wang ve Nil (2000), tuz stresine maruz bırakılan *Amaranthus*'ta klorofil içeriğinin arttığını rapor etmişlerdir. *Grevilea*'da tuz stresi altında protoklorofil, klorofiller ve karotenoidlerin önemli düzeyde azaldığı ortaya konulmuştur (Kennedy ve De Fillippis, 1999). Lu ve Vonshak (1999), siyanobakteri olan *Spirulina platensis*'de karotenoid/klorofil oranlarında önemli bir değişikliğin olmadığını gözlemişlerdir. *Bruguiera parviflora* bitkisinin yapraklarında tuzluluğun klorofil a, klorofil b ve karotenoid seviyelerinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir (Parida ve ark., 2002; Zörp ve ark., 2004).

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

Çalışmamızda deney materyali olarak doğal ortam bitkilerinden *Atriplex olivieri* Moq. (Kaz ayağı), *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. (Çorak çim) ve *Salicornia europaea* L. (Deniz börülcesi) tohumları kullanıldı. Bu tohumlar arazi çalışmalarıyla doğal ortamlarından toplandı.

#### **3.1. Toprak Ortamının Hazırlanması**

Çalışmamızda kullanılan toprak ve kum Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümünden temin edildi. Üç birim toprak bir birim kum ile karıştırılarak, topraklar hazırlandı. Hazırlanan karışım elekten geçirildi.

#### **3.2. Saksıların Hazırlanması**

Çalışmamızda 120x90 mm çapındaki saksılar kullanıldı. Her uygulama için üçer adet saksı hazırlandı. Her bitki için kontrol, 200 mM NaCl, 400 mM NaCl, 600 mM NaCl, 800 mM NaCl olmak üzere beş grup oluşturuldu.

#### **3.3. Bitkilerin Dikilmesi**

Çalışmada bölüm 3.1'de hazırlanan toprak kullanıldı. Toprak, üstten 5 cm kalacak şekilde saksılara dolduruldu. Tohumların aynı büyüklükte ve dolgun görünümlü olanı seçildi. Ekim yapılacak tohumlar petri kaplarında ıslatılarak SANYO marka iklim dolabında çimlenmeye bırakıldı. İki gün arayla düzenli olarak sulandı. Bir hafta sonra çimlenen tohumlar petri kaplarından saksılara alındı. Her grup için hazırlanan üçer saksının her birine 20'şer adet petride çimlendirilen fideler dikildi. Saksılar bitkilerin yetişmesi için iklim dolabına alındı.

### 3.4. Bitki Yetiştirme Yöntemi

Bitkilerin yetişmesi için iklim dolabının sıcaklığı 28 C<sup>0</sup>'ye ayarlandı. Gün boyu 28 C<sup>0</sup>'de sabit tutulan bitkilere 10 saat gün ışığı, günün geri kalan saatlerinde de ay ışığı uygulandı. Kontrol bitkileri saf su ile, diğer bitkiler ise 200 mM, 400 mM, 600mM ve 800 mM'lık tuz çözeltileriyle sulandı. Sulama iki günde bir 150 ml olarak yapıldı. Bitkilerin boyları 2 cm olunca dipleri toprakla dolduruldu. Bitkilerin geliştirilmesine 2 ay süreyle devam edildi.

Gelişim süresince bitkiler gözlemlendi. Bitkilerin gövde uzunlukları, yaprak uzunlukları, yaprak sayıları, yaprak sararmaları gibi morfolojik özellikleri rapor edildi.

### 3.5. Örnek Alma İşlemleri

Bitki boyları 10-15 cm olduğu zaman bitkiler hasat edildi. Bitkiler hasat edilmeden önce osmotik potansiyelin ölçülmesi için her bitki grubundan aynı seviyede birer yaprak alındı. Yine hasattan önce gündüz saatlerinde, stoma incelemesi için yaprak ve gövdeden örnekler alınarak FAA içine konuldu. Hasat edilen bitkilerden her bir uygulamadan iyi gelişmiş üçer örnek alındı. Bu örnekler kök, gövde, yaprak total uzunlukları ile yaş ve kuru ağırlıklarının hesaplanması için kullanıldı. Ayrıca yine her bir gruptan klorofil ve protein analizleri için yapraklardan, hormon, yağ asitleri ve şeker analizleri için ise gövdelerden birer gram örnek alındı. Alınan örnekler ekstrakte edildikten sonra kullanılıncaya kadar derin dondurucuda (-80 °C) saklandı. Geriye kalan diğer bitki kısımları ise 250 g'lık naylon poşetlere konularak derin dondurucuya alındı.

### 3.6. Hormonların Ekstraksiyon, Saflaştırma ve Analiz İşlemleri

#### 3. 6.1. Ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri

Ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri Kuraishi ve ark. (1991) ile Battal ve Tileklioğlu (2001), metotlarına göre yapıldı. Ekstraksiyon işlemleri üç tekrarlı olarak yapıldı.

Ekstraksiyon işlemlerinde aşağıdaki sıra takip edildi.

Derin dondurucudan çıkarılan küçük parçalar halindeki örnekler sıvı azot içerisinde bir havan yardımıyla toz haline getirildi.

Toz haline getirilen örnekler üzerine  $-40^{\circ}\text{C}$ 'de bekletilen % 80'lik metanol ilave edildi (Davies, 1995) ve 10 dakika ultra doku parçalayıcıda (Ultrasonic Processor, Jencons LTD.) homojenize edildikten sonra,  $4^{\circ}\text{C}$ 'de ve karanlıkta 24 saat homojenize işlemine devam edildi. Örnekler Whatman No:1 filtre kâğıdından süzülür ve supernatant alındıktan sonra kalan parçalar tekrar aynı işlemlere tabii tutuldu ve sonra her iki supernatant birleştirildi. Birleştirilen supernatantlar tekrar  $0,45\ \mu\text{ml}$ 'lik PTFE filtrelerinden (Cutting, 1991) geçirildi ve bir evaporator pompası yardımıyla  $35^{\circ}\text{C}$ 'de kurutuldu. Kurutulan ekstraktlar  $0.1\ \text{M}$ 'lık  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (pH 8) tamponunda tekrar çözüldü. Çözünen ekstraktlarda bulunan yağ asitlerini ayırmak için örnekler 1 saat  $4^{\circ}\text{C}$ 'de  $5.000\ \text{rpm}$ 'de sanrifüj (Hermle, Z 320 K ) edildi. (Palni ve ark., 1983). Supernatant otomatik pipetle tüplerden alındı ve bir beher içerisine bırakıldı. Fenolik bileşikleri ve renk maddelerini ayırmak için (Qamaruddin, 1996; Chen, 1991; Kovac ve Zel, 1994), her örneğe ait 1'er gramlık çözünmeyen Polivinilpolipirolidon (PVPP, sigma ) hazırlandı ve süpernatantın bulunduğu beher içerisine bırakılarak, iyice karıştırıldı (Money ve Staden, 1984; Hernandez-Miana, 1991).

**PVPP (Polivinilpolipirolidon)'nin hazırlanması:** 1 gram çözünmeyen PVPP bir beher içerisine bırakıldı. Ve üzerine 30 mM asetik asit konarak süspansiyon şeklinde iyice karıştırıldıktan sonra süzülür. Tekrar üç kat hacimdeki asetik asitle yıkanıp süzülürken sonra kullanıldı.

PVPP ile karıştırılan süpernatant Whatman no:1 filtre kâğıdından süzülerek PVPP'den ayrıldı. Ekstrakt alınarak ya hemen kullanıldı ya da daha sonra kullanılmak üzere  $-40^{\circ}\text{C}$  de saklandı ( Cheikh ve Jones, 1994). Daha spesifik ayırma yapabilmek için Sep-Pak C18 (Waters ) kartüjleri kullanıldı (Machackova ve ark., 1993). Kartüjler kullanılmadan önce aşağıdaki açıklandığı şekilde şartlandırıldı.

**Şartlandırma işlemi:** Kartüjler önce 5 ml % 80'lik metanolden geçirildikten sonra, 5 ml saf suyla yıkanmak suretiyle kullanıma hazırlandı. Süpernatantlar (dondurulmuşsa çözünmesi beklendikten sonra) 5 ml'lik şırıngalarla şartlandırılmış Sep-Pak C18 kartüjlerinden (1 ml/dak) geçirildi.

Kartüjler tarafından adsorbe edilen hormonlar % 80'lik metanolde (1 g'lık taze örnekler için 3 ml ) çözülmek suretiyle küçük şişelere alındı. Küçük şişelere alınan numuneler HPLC analizleri için kullanıldı (Qamaruddin ve ark., 1990).

### 3.6.2. Hormonların analizi

Hormon analiz yönteminde yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanıldı. Gibberellinlerin analizleri için GA<sub>3</sub> standart olarak kullanıldı. GA hormon çeşitleri bitkilerde fazla olduğu için, hepsini ayrı ayrı isokratik sistemle belirlemek oldukça güç olduğundan dolayı, gibberellinler için GA benzeri hormonlar (GAs) ifadesi kullanılacaktır.

### 3.6.3. IAA'nın analiz yöntemi

Derin dondurucuya alınmış olan taze bitki materyallerinden 1 g alınarak, sıvı azotta toz haline getirildi ve %80'lik metanolde homojenize edilerek süzüldü. Önce rotary evaporatorda metanol uçuruldu ve 10 ml bidistile suyla alınan ekstrakt PVPP den geçirildi. Sulu fazın pH'sı daha sonra 2.7'ye ayarlandı ve C18 kartüjünden geçirildi, sonra kartüj bünyesinde kalan hormon %80'lik metanolla çözülerek küçük viallere alındı ve HPLC'ye enjekte edildi.

### 3.6.4. Sıvı kromatografi (HPLC) ile analiz işlemleri

Çalışmamızda *giberellik asit*, *trans zeatin*, *indol asetik asit* ve *absisik asit* analizlerinde HPLC kullanıldı (Horgan ve Kramers, 1979; Koshimizo ve Iwamura, 1986; Morris ve ark., 1990). HPLC analizleri aşağıdaki sistemler kullanılarak yapıldı.

**a) Pompa:** Araştırmamızda basıncı 5000 psi'ye kadar çıkabilen Waters marka (Waters 6000 A ) pompa kullanıldı (Robyt ve White, 1990).

**b) Dedektör:** Çalışmamızda PYE Unicam marka ve PU 4020 model UV dedektörü kullanıldı (Roberts ve Hooley, 1988; Horgan, 1988). Dedektörün en uygun dalga boyunun ise 265 nm olduğu tespit edildi (Fetonby-Smith ve Van Staden, 1984; Banowetz, 1994).

**c) Kolon:** Çalışmamızda  $\mu$  Bondapak C18 (Waters; 30\*0,2 cm ) kolon kullanıldı (Horgan ve Kramer, 1979; Brenner, 1981; Palni ve ark., 1983; Hernandez –Miana ve ark., 1989; Chen, 1991 ).

**d) İzokratik sistem:** Bu sistemde, sabit konsantrasyondaki mobil fazın dakikadaki akış hızı ile beraber maddelerin kolonlardaki alıkonma zamanına bağlı olarak birbirlerinden

ayrılabilmesi temeline dayanmaktadır. Çalışmamızda izokratik sistem kullanıldı (Turnbull ve Hanke, 1985; Taylor ve ark., 1990).

**e) Kaydedici:** (Integrator): Dedektörün gönderdiği uyarılar Shimadzu marka ve C-R6A Chromatopac model integratör tarafından kaydedildi.

**f) Mobil faz:** Çalışmamızda % 13'lük asetonitrile (HPLC'ye özgü, Merc ) tampon olarak 40 mM trietil amonyum asetat (TEAA) ilave edildi ve pH'sı 4,98'e ayarlanan mobil faz kullanıldı (Hansen ve ark., 1984; Soejima ve ark., 1992; Kovac ve Zel, 1994; Chamberlain, 1995).

TEAA'nın hazırlanması: Belli bir miktarda trietilamin ( Merc ) alınarak bir mezür içerisine bırakıldı. Üzerine trietilamin miktarından biraz daha az olacak şekilde asetik asit yavaş yavaş ilave edildi ( Fritz ve ark., 1978 ). Daha sonra buz dolabına bırakıldı ve soğuduktan sonra kullanıldı.

**g) Degaze işlemi:** Millipore marka vakum pompası kullanılarak pH'sı ayarlanan mobil fazda oluşan gazlar uzaklaştırıldı.

### 3.6.5. Ayırdetme (rezolusyon ) kabiliyeti

Rezolusyon değeri şekil 3.1'deki değerler aşağıdaki förmülde yerine konularak hesaplandı (Mant ve Hodges, 1991 ).

$$R_s = \frac{t_{r,2} - t_{r,1}}{1/2(t_{w,1} + t_{w,2})} \text{ ya da } R_s = \frac{2\Delta t}{t_{w,1} + t_{w,2}}$$

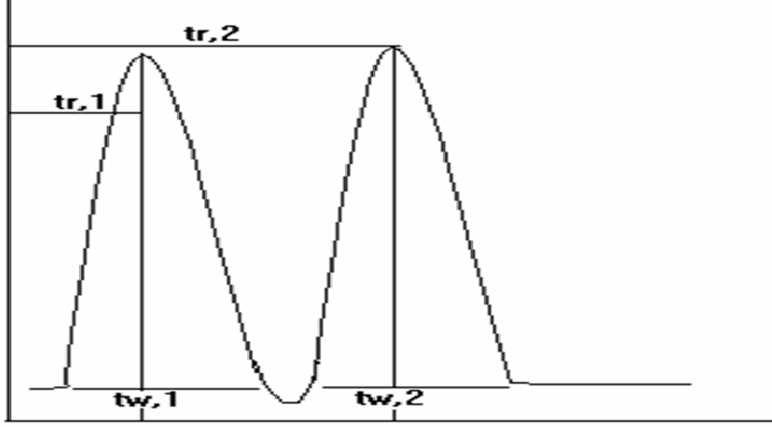
$T_{r,1}$ = Birinci bileşiğin kolonda tutulma zamanı (dakika)

$T_{r,2}$ = İkinci bileşiğin kolonda tutulma zamanı (dakika)

$T_{w,1}$ = Birinci bileşiğe ait pikin taban genişliği (mm)

$T_{w,2}$ =İkinci bileşiğe ait pikin taban genişliği (mm)

$R_s$  = Rezolusyon değeri



Şekil 3.1. Piklere ait rezolusyon kabiliyetinin hesaplanmasında kullanılan pik ve parametrelerin gösterilişi.

### 3.7. Klorofil ve Karotenoid Tayini

#### 3.7.1. Klorofil tayini

Bitkilerin hasat edilme zamanında her gruptan alınan 0,1 gram yeşil yaprak örnekleri klorofil analizleri için kullanıldı. Bu örnekler % 80'lik aseton içerisinde iyice ezildi. Ezilen örnekler bir mezür yardımıyla filtre kağıdından süzülerek 10 ml'ye tamamlandı. Elde edilen pigment ekstraktlarının 645 ve 663 nm'lerdeki absorbans değerleri spektrofotometrede okundu. Okunan bu absorbans değerleri aşağıdaki formüllerde yerine konarak klo. a, klo. b ve total klorofil değerleri bulundu.

$$\text{Klorofil a} = 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}$$

$$\text{Klorofil b} = 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}$$

$$\text{Tot. Klorofil} = 20,2 \times A_{645} + 8,02 \times A_{663}$$

#### 3.7.2. Karotenoid tayini

Yukarıdaki uygulamada olduğu gibi, ekstraktın 450 nm'deki absorbans değeri spektrofotometrede okundu. Okunan bu değer aşağıdaki formülde yerine konarak toplam karotenoid miktarı hesaplandı.



$$\text{Top. Karotenoid} = 4,07 \times A(450) - (0,0435 \times \text{klo.a miktarı} + 0,367 \times \text{klo.b miktarı})$$

### 3.8. Stoma Örneklerinin İncelenmesi

Bitkilerin hasat edildiği dönemde gündüz saatlerinde stoma yapılarının incelenmesi için her gruptan birer örnek alınarak gövde ve yaprakları tüplere bırakıldı. Tüplerin içine FAA çözeltisi boşaltıldı. FAA içerisinde bekletilen yaprak örneklerinin uç kısımlarından kesitler alınarak stoma yapıları incelendi. Her gruptan ayrı alınan bu örnekler gliserin ile kapatıldı. Farklılık gösteren örnekler ayrı ayrı mikroskopta dijital kamera ile fotoğrafları çekildi.

#### 3.8.1. FAA saklama çözeltisinin hazırlanması

*400 ml FAA hazırlamak için :*

- 200 ml etil alkol
- 20 ml asetik asit
- 40 ml Formaldehit
- 80 ml saf su karışımı hazırlandı

### 3.9. Yaş, Kuru Ağırlık Oranlarının Hesaplanması

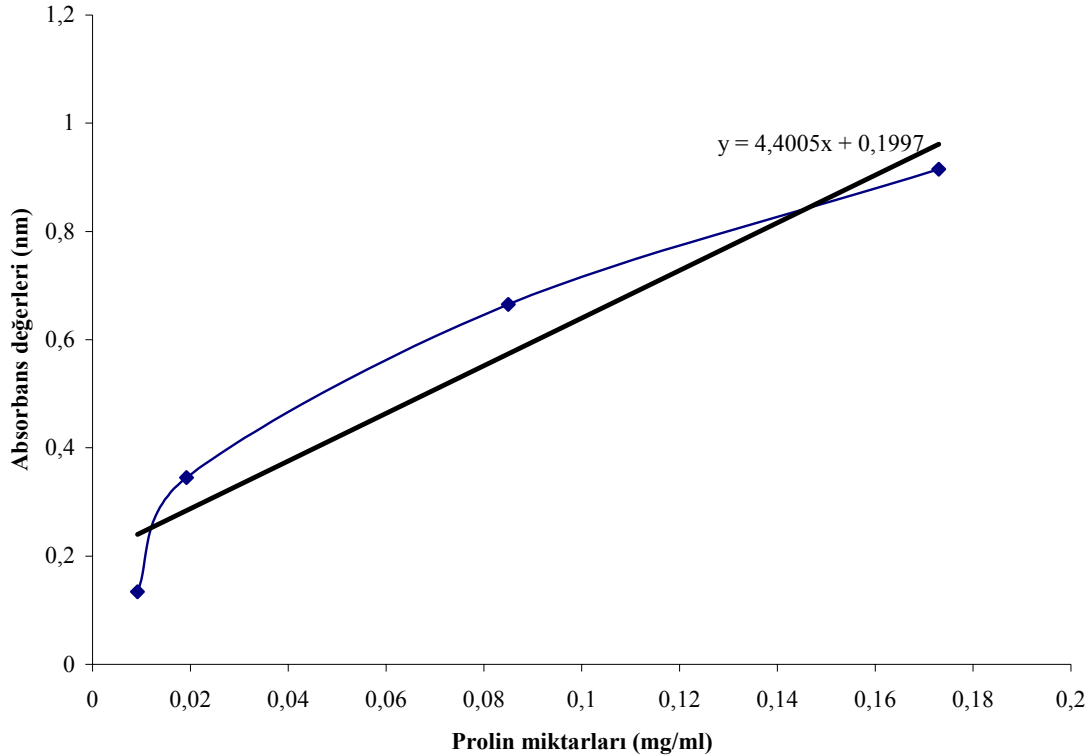
Bitkiler hasat edildikten sonra her bir grup bitkiden ikişer örnek alındı. Her bitkinin ayrı yaş ağırlıkları tartıldı. 68 °C'de etüvde bekletilen örnekler kurutulularak kuru ağırlıkları alındı. Kuru ağırlık ölçümleri sabitlenene kadar bitkiler etüvde bekletildi. Daha sonra analiz işlemleri için % kuru ağırlıkları hesaplandı.

$$\% \text{ Kuru Ağırlık} = \frac{\text{Kuru ağırlık}}{\text{Yaş ağırlık}} \times 100$$

### 3.10. Prolin Seviyesinin Belirlenmesi

Prolin analiz işlemleri, Bates ve ark. (1973) ile Gholuşm ve ark. (2002)'nin yöntemleri modifiye edilerek yapılmıştır.

100 mg'lık taze yapraklardan %40'lık 2 ml metanolla ekstarkte edildi. 1 ml ekstrakt, glasiyel asetik asit ve ortofosforik asit (6 M) (3:2 V/V)'in 1 ml'siyle ve 25 mg ninhidrin ile karıştırıldı. 1 saat 100 °C'de inkübe edildi. Sonra tüpler soğutuldu ve 5 ml toluen ilave edildi. İyice karıştırıldıktan sonra, en üstteki fazın absorbansı spektrofotometrik olarak 528 nm dalga boyunda okundu. Prolin miktarları EasyPlot (Eplot) programı kullanılarak, standart regresyon eğrisi oluşturuldu (Şekil 3.2) ve bu standart eğrilerden EasyPlot programı yardımıyla, spektrofotmetrede absorbansı belirlenen örneklerin miktar tayini yapıldı.

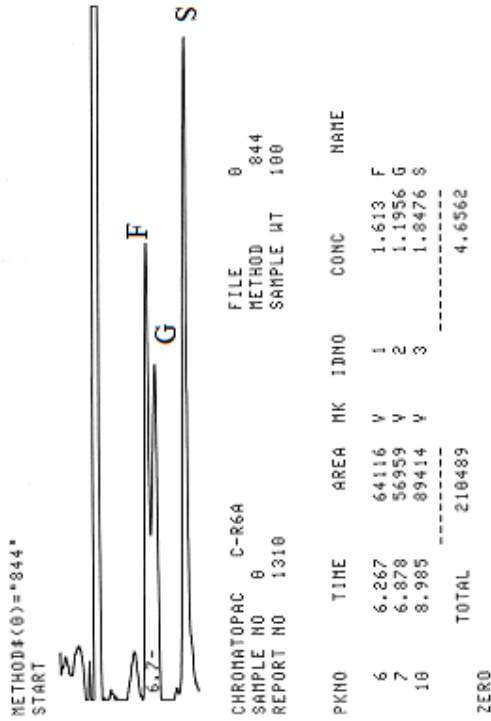


Şekil 3.2. Standart prolin miktarlarına ait absorbans değerleri ve kalibrasyon eğrisi.

### 3.11. Serbest Şekerlerin Analizi

Serbest şekerlerin analizleri Torije ve ark. (1998) ile Karkacier ve ark. (2003)'ün metodları modifiye edilerek yapılmıştır.

10 gram örnek havan yardımıyla sıvı azot ile birlikte toz haline getirildi, üzerine 40 ml metanol ilave edildi. Son karışım magnetik karıştırıcı ile 20 dk homojenize edildi. 300 rpm'de 20 dk, uygun sıcaklıkta santrifüj yapıldı. Supernatantların hacmi metanolle 50 ml'ye tamamlandı. Bu ekstraktın metanolu rotary evaporatörde uçuruldu. Arta kalan resudie metanolle 50 ml'ye tamamlandı. Bu ekstraktlar Sep-Pak C18 kartüjlerinden geçirildi. Filtratın 2.5 ml'si, 7.5 ml asetonitrille karıştırıldı ve 0.45 µm membran filtreden geçirildi ve HPLC'ye enjekte edildi. Standart fruktoz, sakkaroz ve glukoz çözeltileri kullanılarak HPLC kalibre edildi. Standart çözeltilere ait kromatogramlar ve HPLC şartları şekil 3.3'de gösterilmiştir.

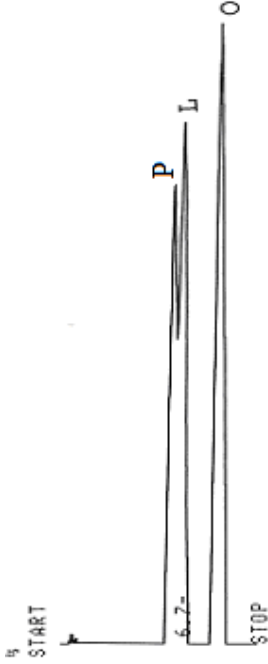


Şekil 3.3. Şekerlere ait HPLC kromatogramı. Alıkonma zamanları: Fruktoz 6.26 dak., Glukoz 6.87 dak., Sakkaroz 8.98 dak. Kolon: Waters Spherisorb 5µm NH<sub>2</sub>; Dedektör: Refraktif İndeks; Mobil faz: %74'lük asetonitril; Akış hızı: 1.5 ml/dak.

### 3.12. Yağların Analizi

Çalışma konumuzu teşkil eden bitkilerde palmitik asit, linoleik asit ve oleik asit miktarları kantitatif olarak tayin edildi. Yağ asitlerinin analizinde Christie, 1997; Hamrouni ve ark., 2001; Selçuk, 1996'un metodları değiştirilerek uygulandı. 2 gram taze bitki materyali

alınarak 10 ml 2:1 oranında kloroform-metanol karışımında homojenize edildi. Hacminin 0.2 katı kadar su ilave edildi. Son karışım iki faz halinde ayrıldı. Total lipid içerdiği için üstteki faz alınarak HPLC'ye enjekte edildi. Yağ asitleri standartlarına ait kromatogramlar şekil 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Yağ asitlerine ait HPLC kromatogramı. Alıkonma süreleri: Palmitik asit (P): 5.6 dak; linoleik asit (L) 6.4 dak. oleik asit (O) 8.8 dak. Kolon:  $\mu$ Bondapack C18; Dedektör: Refractive İndex, Mobil Faz: %83 asetonitril; Akış hızı: 1.4 ml/dak.

### 3.13. Osmotik Potansiyelin Belirlenmesi

Yaprak özsuyu ve toprağın osmotik potansiyelleri, buhar basınçlı osmometre (Wescor 5500, Logan, UT) yardımıyla ölçüldü. Yaprak öz suyunun osmotik potansiyelinin ölçümü Hernandez-Sebastia ve ark., (1999)'nın metotları modifiye edilerek uygulandı. 1 gram taze yaprak örnekleri (sapsız) alındı ve şırıngaya yerleştirildi. Şırıngayla sıkıştırılarak özsu çıkarıldı. Çıkarılan özsuyun osmotik değeri hemen okundu, bir kısmı da daha sonra okunmak üzere 1 ml'lik küçük tüplere alındı ve sıvı azotta dondurularak derin dondurucuya (-75 °C) alındı. Küçük partikülleri uzaklaştırmak için tüpler 17 000 rpm'de 5 dakika 4 °C'de santrifüj yapıldı. Buradan elde edilen süpernatantların 10  $\mu$ l'si osmotik potansiyeli belirlemek için

kullanıldı. Değerler  $\text{mmol kg}^{-1}$  cinsinden elde edildi. Bu değerleri MPa'ya dönüştürmek için Van't Hoff'un eşitliği ( $\psi_{\pi}=CiRT$ ) kullanıldı. Buradaki  $C$  molalite cinsinden çözeltinin konsantrasyonu,  $i$  iyonlaşma sabiti (1 olarak alınır),  $R$  gaz sabiti ( $0.00831 \text{ kg MPa mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ) ve  $T$  sıcaklık ( $\text{K}=\text{°C}+273$ ).

### 3.14. Protein Analiz İşlemleri

#### 3.14.1. Protein elektroforezi için örneklerin hazırlanışı

Derin dondurucuda ( $-70\text{°C}$ ) bekletilen her bitkisel doku örneğinden 1 gram tartılarak temiz porselen krozelere konuldu. Örnekler üzerine belirli hacimde sıvı azot ilave edildikten sonra ezilerek toz haline getirildi. Toz haline getirilen her bir doku örneğinden 0,1 gram tartılarak steril ependorflara alındı. Daha sonra içerisinde doku örneği bulunan her bir ependorfa SDS-PAGE örnek tamponundan (0.06 M Tris-HCl, % 2,5 gliserol, % 0,5 SDS, % 1,25 B-merkaptolan ve Bromofenolblue) 30–40  $\mu\text{l}$  ilave edilerek iyice karıştırılıp su banyosunda 5 dakika kaynatılarak çözümlü proteinler ekstrakte edildi.

#### 3.14.2. SDS-PAGE'nin yapılışı

Bitkisel dokulardan ekstrakte edilen çözümlü proteinler 1 mm kalınlığında, 3,5 cm % 4 'lük koşturma ve 16,5 cm % 10'luk ayırma jel uzunluğuna sahip denatüre-PAGE'de koşturuldu (Laemmli, 1970). Koşturma işlemi 30–40 mA'da yaklaşık 400–450 voltta 4–6 saatlik bir sürede gerçekleştirildi. Elektroforez bitiminde jeller Coomassie Brilliant Blue (R-250) protein boyası ile hazırlanan boyama çözeltisinde 1 gece bekletildi. Daha sonra jeller boya çıkarma çözeltisinde bırakılarak protein bantları görünür hale getirildi. Bu aşamadan sonra jellerin fotoğrafları dijital fotoğraf makinesi ile çekilerek bilgisayara aktarıldı.

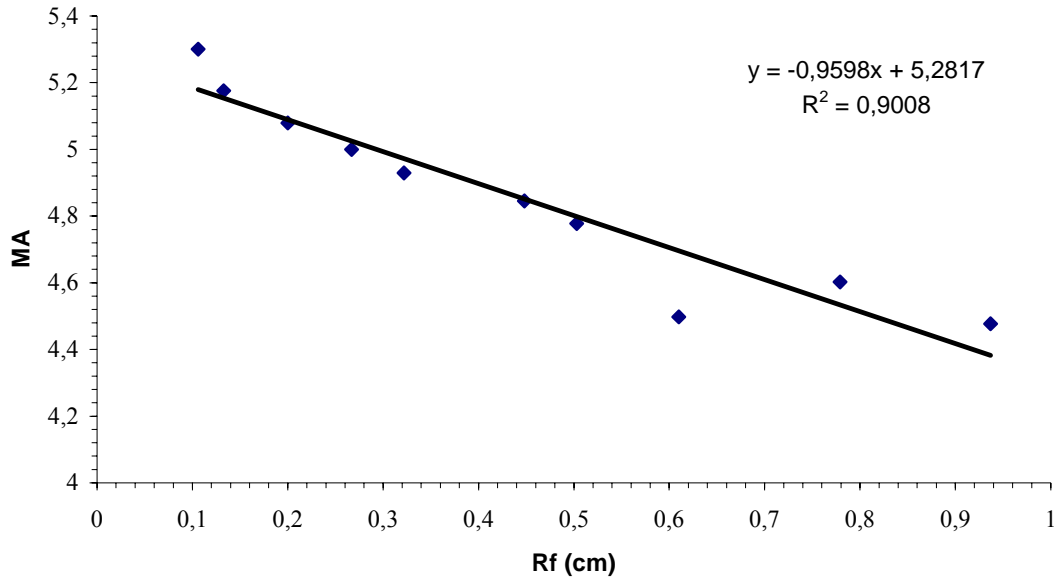
### 3.14.3. Jel elektroforezinde marker'lerin ve proteinlerin Rf değerlerinin hesaplanması

Standart bantların molekül ağırlıkları dalton (Da) cinsinden hesaplandı. Bu verilerin logaritmik değerleri alındı. Standart bantların Rf değerleri aşağıdaki formül kullanılarak bulundu.

$$R_f = \frac{\text{Bandın gittiği uzaklık}}{\text{Jelin gittiği son uzaklık}}$$

Standart bantların molekül ağırlıkları ve Rf değerleri kullanılarak regresyon grafiği oluşturuldu (Şekil 3.5).

Bitkilerin sentezlemiş oldukları proteinlerin, aynı formül kullanılarak Rf değerleri hesaplandı. Bu Rf değerleri regresyon grafiğinde oluşturulan formülde yerine konularak bitki proteinlerinin molekül ağırlıkları bulundu.



Şekil 3.5. SDS-PAGE jeline ait standart eğri.

### 3.15. İstatistiksel Analizler

Verilerin istatistiksel analizleri SPSS istatistik programı kullanılarak yapıldı. SPSS programında Duncan ve Post-hock testleri kullanılarak anlamlandırmalar gerçekleştirildi. Anlamlandırılan verilerin standart sapmaları ve AOF değerleri hesaplanarak tablo ve grafikler oluşturuldu.

#### 3.15.1. Verilerin anlamlandırılması

Verilerin error mean square (standart hata oranlarının ) ve n (birey sayısı) değerlerinden  $S_x$  değerleri hesaplandı

$$S_x = \frac{Errormeansquare}{n}$$

Bu  $S_x$  değerinden AOF değerleri hesaplanarak veriler arasındaki anlamlandırma farkları bulundu.

$$AOF = t_{18,005} \times \sqrt{2} \times \sqrt{S_x}$$

Formülü ile hesaplanan AOF değerleri anlamlandırmalar için verilere uygulandı. Her bir özellik için ayrı bulunan AOF değerleri yatay düzlemde büyük harfler ile, dikey düzlemde ise küçük harfler ile anlamlandırılmıştır. Ayrıca kontrol grupları ile de karşılaştırılmıştır.



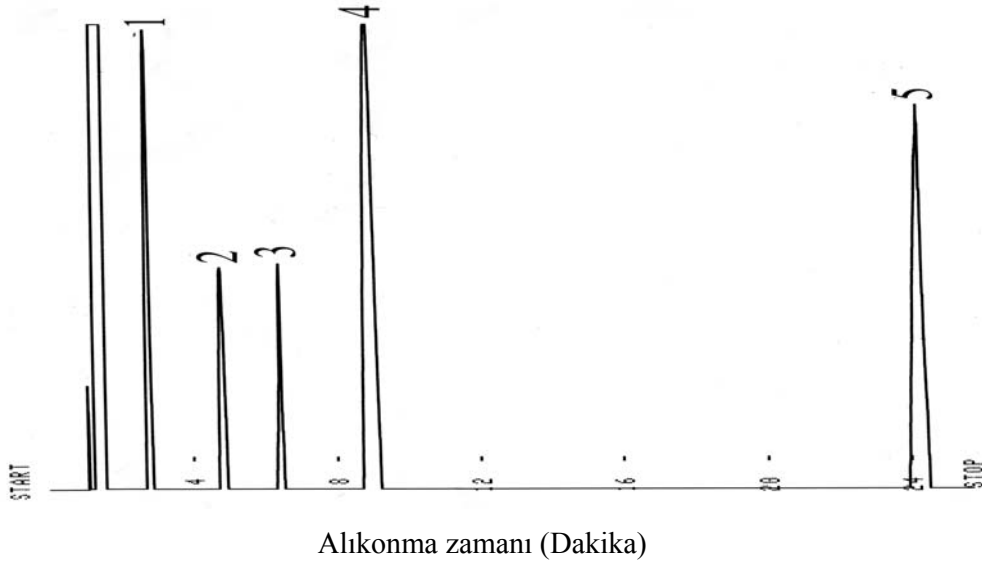


## 4. BULGULAR

### 4.1. Sıvı Kromatografi (HPLC) ile Yapılan Analiz sonuçları

#### 4.1.1 Rezolusyon (ayırtetme) kabiliyeti

Çalışmamızda standart zeatin, zeatin ribositi, giberellik asit, indol asetik asit, absisik asit çözeltileri ayrı ayrı, sonra hepsi belirli oranlarda karıştırılarak karışım HPLC'ye enjekte edildi. Bu piklere ait veriler değerlendirildi ve rezolusyon değerlerinin 1.5'dan büyük olduğu tespit edildi (Şekil 4.1). Dolayısıyla iyi bir ayırım sağlanmış oldu.



Şekil 4.1. Standart zeatin, zeatin ribositi, giberellik asit, indol asetik asit, absisik çözeltilerine ait HPLC kromatogramları. Kolon:  $\mu$ Bondapak C18, Mobil faz: % 13'lük asetonitril, Tampon: 40 mM TEAA (Trietilamonyum asetat), pH: 4.98 , Akış hızı: 1.5 ml/dak, Dalga boyu: 265 nm. 1: Giberellik asit, 2:Zeatin, 3:Zeatin ribositi, 4:İndol asetik asit, 5: Absisik asit.

#### 4.1.2. Geri kazanım (Recover)

Geri kazanım oranını tespit edebilmek için sentetik hormon olan kinetin kullanıldı. Ekstraksiyon ortamına 50  $\mu$ g/ml seviyesinde kinetin katıldı. Yapılan ekstraksiyon, saflaştırma ve HPLC analiz işlemleri sonucunda geri kazanımın % 88-90 arasında olduğu tespit edildi.

## **4.2. Farklı Tuz konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan *Atriplex olivieri* (Kaz ayağı) Bitkisindeki Morfolojik Gözlemler**

### **4.2.1. Kontrol bitkisindeki morfolojik gözlemler**

Kontrol grubundaki bitkilerin gelişimi normal bir seyir izledi. Bu gruptaki bitki boylarının diğer gruplardan daha uzun olduğu gözlemlendi. Yapraklarda sararma ve nekrotik tabakalar görülmezken, yaprak renginin diğer gruptaki bitkilere göre daha açık renkli olduğu görüldü. Gövde normal kalınlıkta ve uzunlukta olup yapraklar sağlıklı bir görünümdeydi (Şekil 4.2).

### **4.2.2. 200 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler**

Bu grubun gelişiminin kontrole yakın olduğu görüldü. Ancak kontrolden farklı olarak bitki boyunda kısalma ve yaprak renginde koyulaşma gözlemlendi. Toprak yüzeyinde tuz birikimi fark edildi (Şekil 4.2).

### **4.2.3. 400 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler**

Bu gruptaki bitkilerin boylarının kontrol ve 200 mM tuz gruplarına göre daha kısa, yaprak renklerinin ise daha koyu olduğu görüldü. Köke yakın kısımlardaki yaprakların kuruduğu, üst kısımdaki yapraklarda ise hafif sararmaların başladığı ve bazı yapraklarda da kıvrılmaların olduğu gözlemlendi. Toprak yüzeyinde tuz birikiminin olduğu fark edildi (Şekil 4.2).

### **4.2.4. 600 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler**

Tuz konsantrasyonuna bağlı olarak bitki boylarındaki kısalma artmaktadır. Bu gruptaki bitkilerin 400 mM tuz uygulanan bitkilere göre daha kısa boylu olduğu ve yaprak renklerinin daha koyu olduğu gözlemlendi. Alt kısımdaki yaprakların kuruduğu, üst kısımdaki yaprakların ise sarardığı tespit edildi (Şekil 4.2).

#### 4.2.5. 800 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler

Bu gruptaki bitkilerde gelişimin en az olduğu, boylarının kontrol bitkilerine göre çok kısaldığı, genel görünümünde belirgin bir sararma olduğu ve bitkilerin kurumaya başladığı tespit edildi. Toprak yüzeyindeki tuz birikiminin beyaz bir tabaka oluşturduğu gözlemlendi (Şekil 4.2).



Şekil4.2. Farklı tuz konsantrasyonuna maruz bırakılan *Atriplex olivieri* bitkilerinin genel görünüşü.

### 4.3. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan *Puccinellia distans* (Çorak Çim) Bitkisindeki Morfolojik Gözlemler

#### 4.3.1. Kontrol bitkilerindeki morfolojik gözlemler

Bitkilerin gelişimi normal bir seyir izledi. Yapraklar sağlıklı bir görünüm sergiledi. Bu gruptaki bitki boylarının en uzun, renklerinin ise diğer gruplara göre çok açık olduğu gözlemlendi. Kökler iyi gelişti ve sağlıklı bir gelişim gösterdi. Kök gelişimi kontrolden diğer gruplara doğru azalma gösterdi (Şekil 4.3).

#### 4.3.2. 200 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler

Bu gruptaki bitkilerin kontrole yakın gelişim gösterdiği saptandı. Fakat bu bitkilerin boylarının kontrole göre daha kısa ve renklerinin de koyu olduğu gözlemlendi (Şekil 4.3).

#### 4.3.3. 400 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler

400 mM tuz uygulanan bitkilerin boylarında belirgin oranda kısalmalar gözlemlendi. Bitki renginde koyulaşma ve köke yakın kısımlarda sararma olduğu görüldü. Toprak yüzeyinde tuz birikiminin olduğu fark edildi (Şekil 4.3).

#### 4.3.4. 600 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler

Tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak bitki gelişimi de yavaşladı. Bu gruptaki bitkilerin 400 mM tuz grubuna göre az geliştiği, boylarının daha kısa olduğu, bitkilerin daha koyu renkli görüldüğü ve sararmaların arttığı gözlemlendi. Bazı bitkilerde ölümler tespit edildi. Ayrıca toprak yüzeyinde ve saksı kenarlarında tuz birikiminin arttığı görüldü (Şekil 4.3).

#### 4.3.5. 800 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler

Bu gruptaki bitkilerle kontrol bitkileri arasında belirgin farklar görüldü. Bitkilerin çoğunun öldüğü kalan kısımların ise sarardığı gözlemlendi. Toprak yüzeyindeki tuz birikiminin çok fazla olduğu tespit edildi (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Farklı tuz konsantrasyonuna maruz bırakılan *Puccinellia distans* bitkilerinin genel görünüşü.

#### 4.4. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan *Salicornia europaea* (Deniz börülcesi) Bitkisindeki Morfolojik Gözlemler

##### 4.4.1. Kontrol bitkilerindeki morfolojik gözlemler

Bu gruptaki bitkiler diğer bitkilerin tersi bir gelişim gösterdi. Kontrol grubu 200 ve 400 mM tuz uygulanan gruplara göre zayıf bir gelişim gösterdi. Kontrol bitkilerinin suyu daha çok tükettiği fark edildi. Bu bitkinin farklı grupları arasında kök ve gövde gelişiminde çok büyük farklar olmadığı belirlendi. *Salicornia europaea* bitkisinde bazı halofitlerde görülen sukulensi (etli) yapı gözlemlendi (Şekil 4.4).

##### 4.4.2. 200 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler

*S. europaea*'nın grupları içerisinde en iyi gelişimi bu grup gösterdi. Su tüketiminin kontrol bitkilerine göre az olduğu gözlemlendi (Şekil 4.4).

##### 4.4.3. 400 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler

400 mM tuz konsantrasyonuna maruz bırakılan bitkiler 200 mM tuz uygulanan gruptaki bitkilere benzer gelişim gösterdiler. Bu bitkilerin canlı bir görünüm sergiledikleri tespit edildi. Bu grup bitkilerin fazla tuzu bünyelerinde tutamayıp dışarı salgıladıkları gözlemlendi (Şekil 4.4).

##### 4.4.4. 600 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler

600 mM tuz grubunun gelişimi kontrole göre azalma gösterdi. Bitkilerde pörsümeler ve köke yakın kısımlarda sararmalar gözlemlendi. Bu grup bitkilerin de fazla tuzu gövde yüzeylerine salgıladıkları belirlendi. Toprak yüzeyinde ise tuz birikimi fark edildi (Şekil 4.4).

##### 4.4.5. 800 mM tuz uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler

Bu gruptaki bitkiler başlangıçta çok iyi bir gelişim sergiledi. Gelişim ilerleyen zamanlarda yavaşladı. Bitkilerde pörsümeler ve sararmalar gözlemlendi. Bu grubun su tüketiminin diğer gruplardan az olduğu tespit edildi. 800 mM tuz grubunun bitkilerinin de

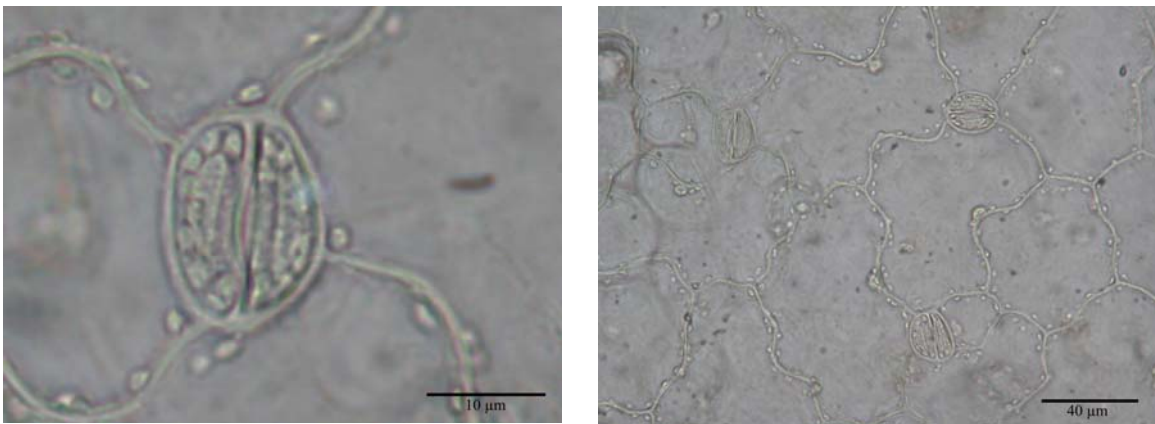
gövdelerinde tuz kristalleri görüldü. Toprak yüzeyinde ise belirgin miktarda tuz birikimi gözlemlendi (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Farklı tuz konsantrasyonuna maruz bırakılan *Salicornia europaea* bitkilerinin genel görünüşü.

#### 4.5. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerde Stoma Durumları

##### 4.5.1. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Atriplex olivieri* bitkisinin stoma durumları

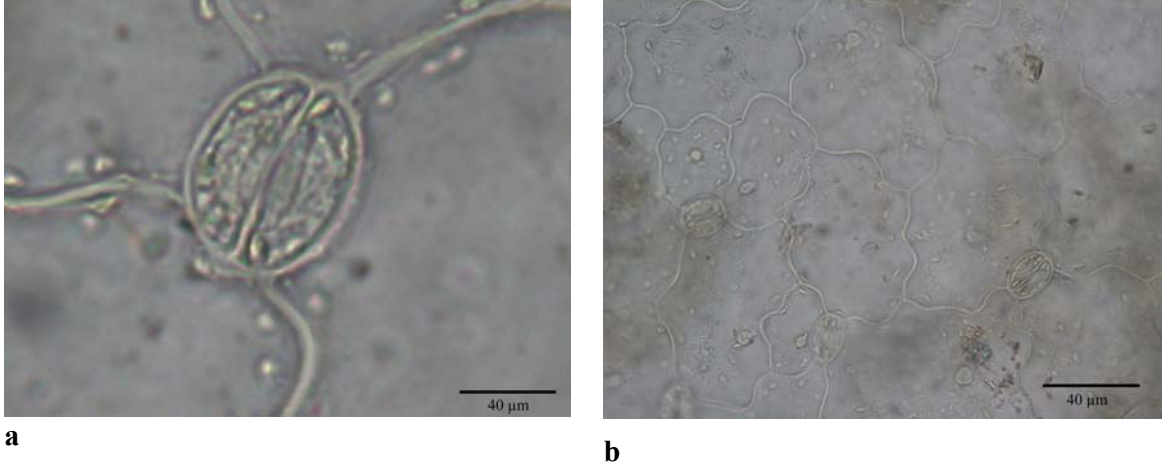


**a**

**b**

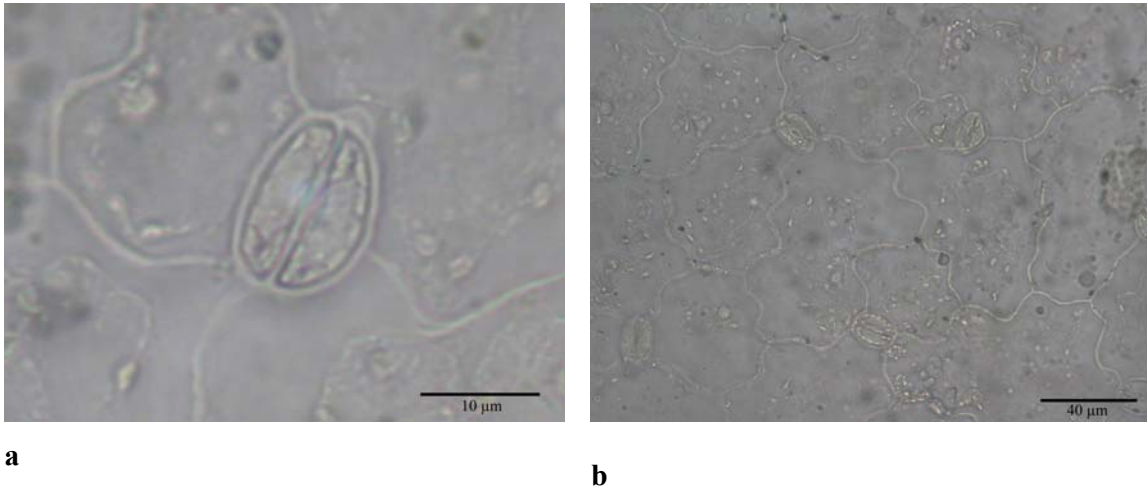
Şekil.4.5. *A. olivieri*'nin kontrol grubuna ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**: birim alandaki stoma sayısı.

Kontrol bitkisinde birim alandaki ( $38532 \mu\text{m}^2$ ) stoma sayısının 3-4, stoma eninin  $13,33 \mu\text{m}$ , boyunun  $20 \mu\text{m}$  ve stomaların açık olduğu belirlendi.



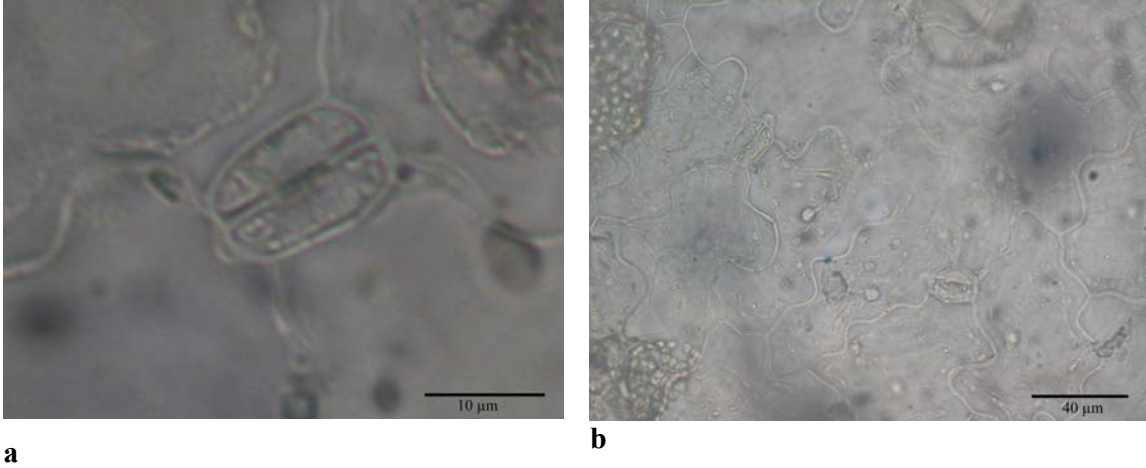
Şekil 4.6. *A. olivieri*'nin 200 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**: birim alandaki stoma sayısı.

200 mM tuz uygulanan gruplarda birim alandaki ( $38532 \mu\text{m}^2$ ) stoma sayısının 4, stoma eninin  $66,66 \mu\text{m}$ , stoma boyunun  $100 \mu\text{m}$  ve stomaların büyük oranda kapalı olduğu tespit edildi (Şekil 4.6).



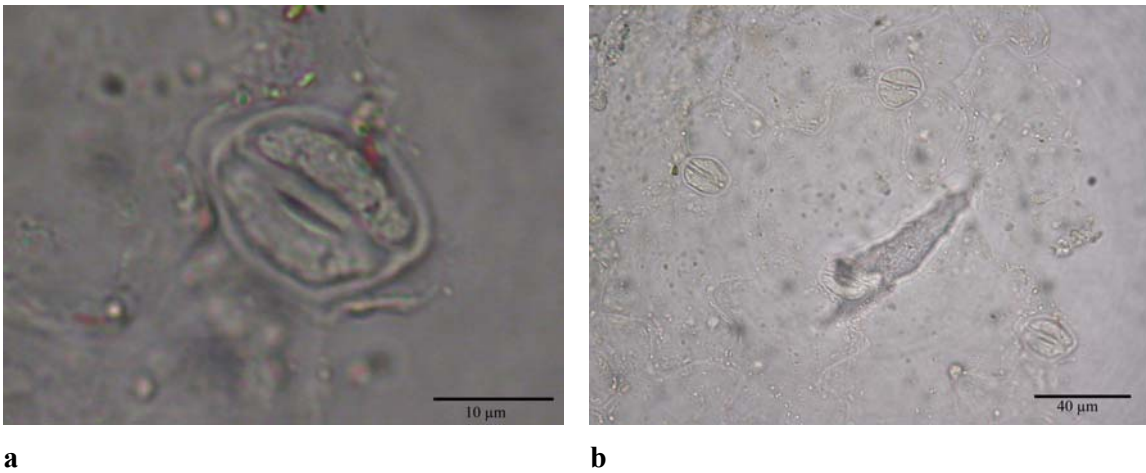
Şekil 4.7. *A. olivieri*'nin 400 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**: birim alandaki stoma sayısı.

400 mM tuz uygulanan gruplarda birim alandaki ( $38532 \mu\text{m}^2$ ) stoma sayısının 6, stoma eninin  $11,33 \mu\text{m}$ , stoma boyunun  $16,66 \mu\text{m}$  ve stomaların kapalı olduğu belirlendi (Şekil 4.7).



Şekil 4.8. *A. olivieri*'nin 600 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**: birim alandaki stoma sayısı.

600 mM tuz uygulanan gruplarda birim alandaki ( $38532 \mu\text{m}^2$ ) stoma sayısının 2, stoma eninin  $11,33 \mu\text{m}$ , stoma boyunun  $16,66 \mu\text{m}$  ve stomaların kapalı olduğu tespit edildi (Şekil 4.8).

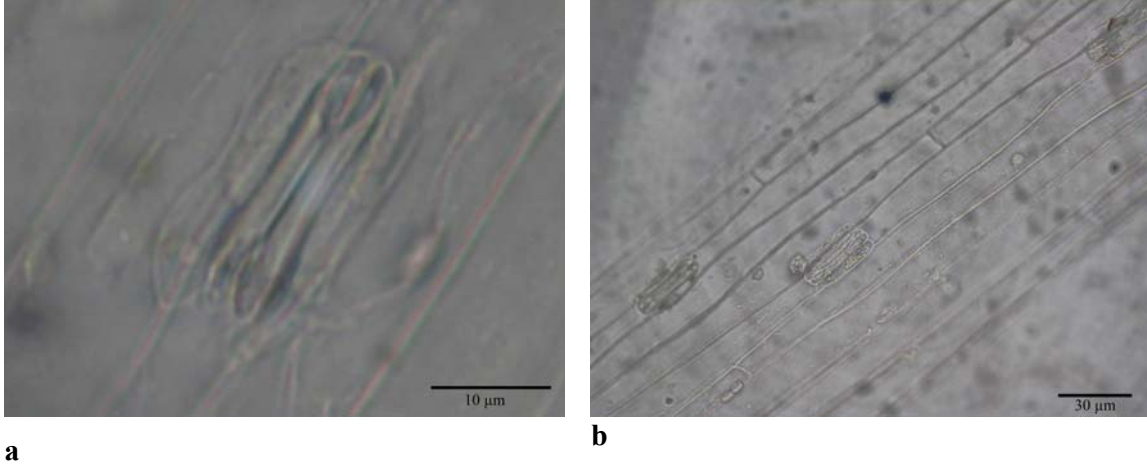


Şekil 4.9. *A. olivieri*'nin 800 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**: birim alandaki stoma sayısı.

800 mM tuz uygulanan gruplarda birim alandaki ( $38532 \mu\text{m}^2$ ) stoma sayısının 3, stoma eninin  $15,33 \mu\text{m}$ , stoma boyunun  $18 \mu\text{m}$  ve stomaların kapalı olduğu tespit edildi (Şekil 4.9).

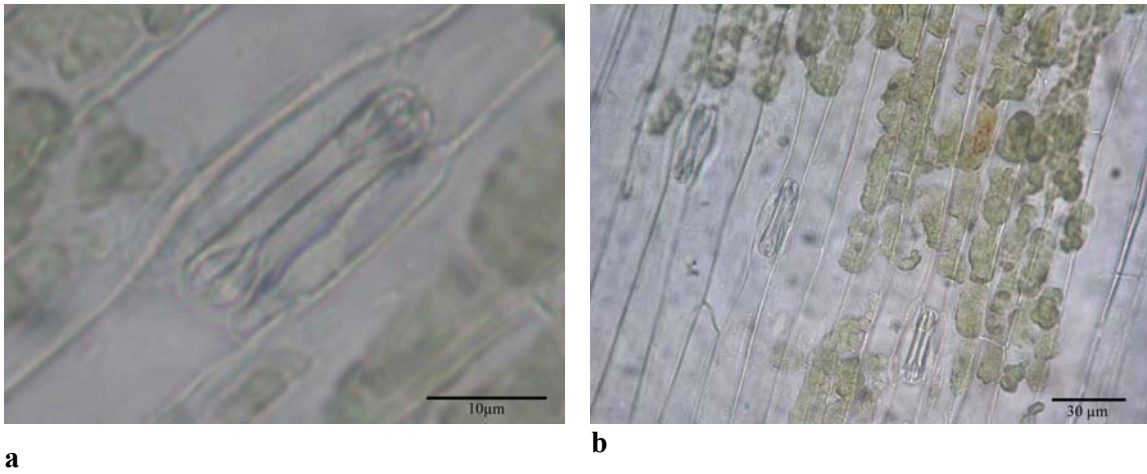


#### 4.5.2. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Puccinellia distans* bitkisinin stoma durumları



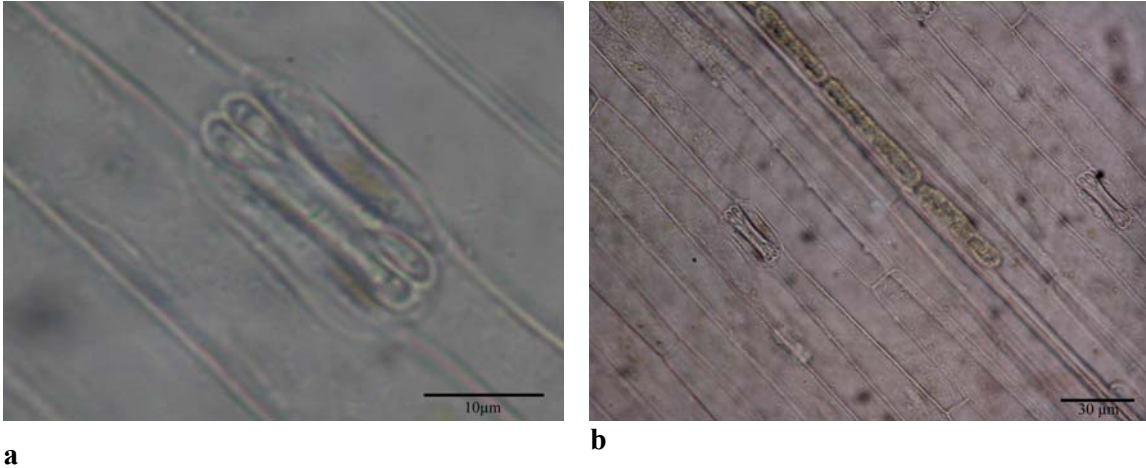
Şekil 4.10. *P. distans*'ın kontrol bitkisine ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**: birim alandaki stoma sayısı.

Kontrol bitkisinde birim alandaki (38532) stoma sayısının 3, stoma eninin 5,33 µm, boyunun 24µm ve stomaların açık olduğu belirlendi (Şekil 4.10).



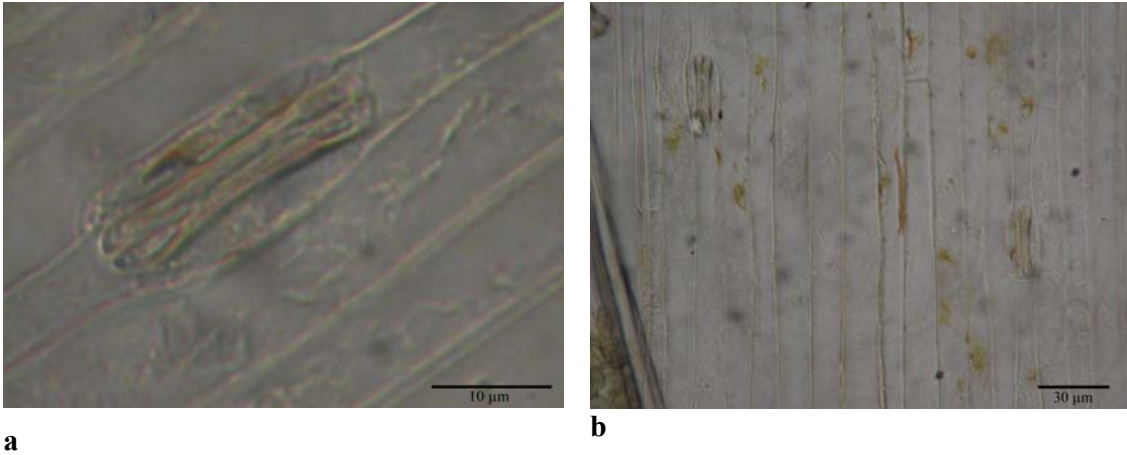
Şekil 4.11. *P. distans*'ın 200 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**: birim alandaki stoma sayısı.

200 mM tuz uygulanan gruplarda birim alandaki (38532) stoma sayısının 3, stoma eninin 6 µm, stoma boyunun 26 µm ve stomaların kontrole göre daha az açık olduğu tespit edildi (Şekil 4.11).



Şekil 4.12. *P. distans*'ın 400 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**: birim alandaki stoma sayısı.

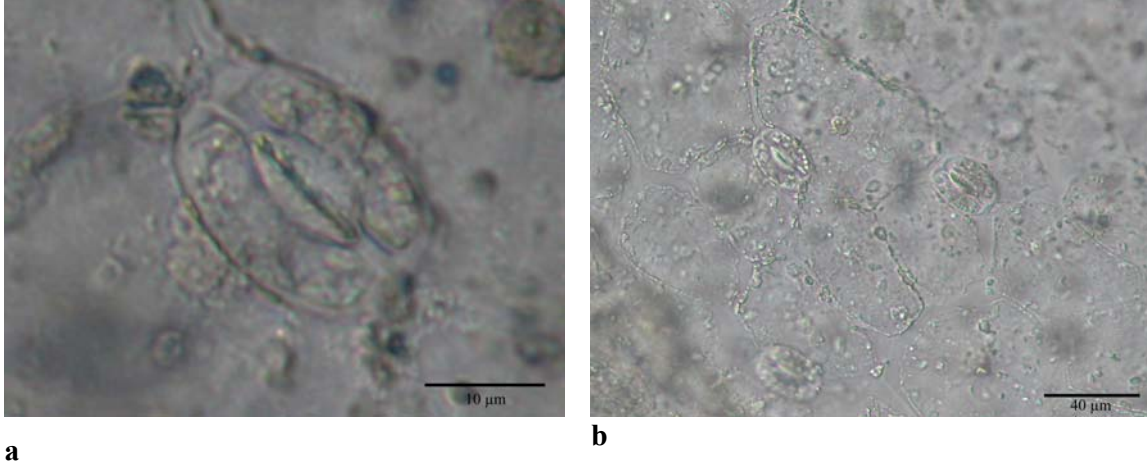
400 mM tuz uygulanan gruplarda birim alandaki ( $38532 \mu\text{m}^2$ ) stoma sayısı 3, stoma eni  $5,33 \mu\text{m}$ , stoma boyu  $23,33 \mu\text{m}$  olarak bulundu ve stomaların kapalı olduğu görüldü (Şekil 4.12).



Şekil 4.13. *P. distans*'ın 600 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**: birim alandaki stoma sayısı.

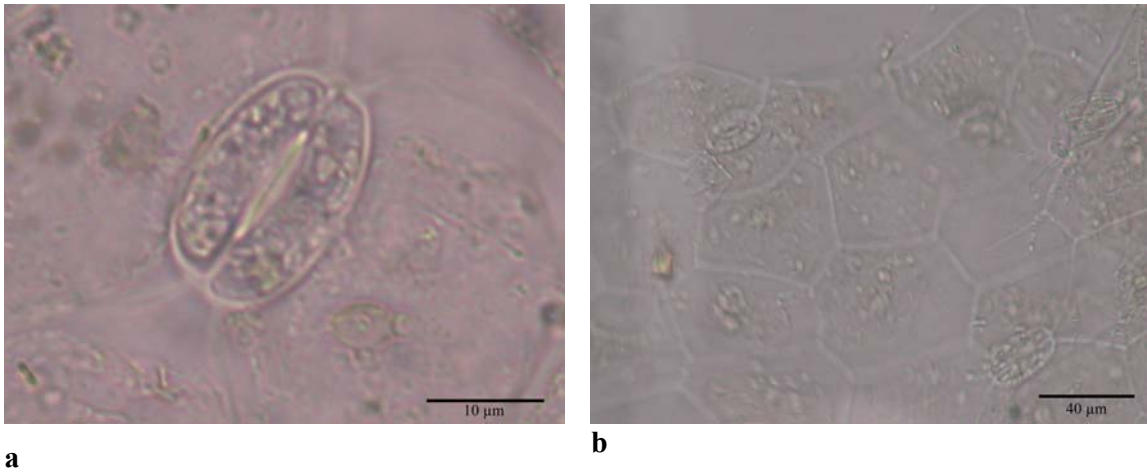
600 mM tuz uygulanan gruplarda birim alandaki ( $38532$ ) stoma sayısının 2, stoma eninin  $4,66 \mu\text{m}$ , stoma boyunun  $26 \mu\text{m}$  ve stomaların kapalı olduğu tespit edildi (Şekil 4.13).

#### 4.5.3. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Salicornia europaea* bitkisinin stoma durumları



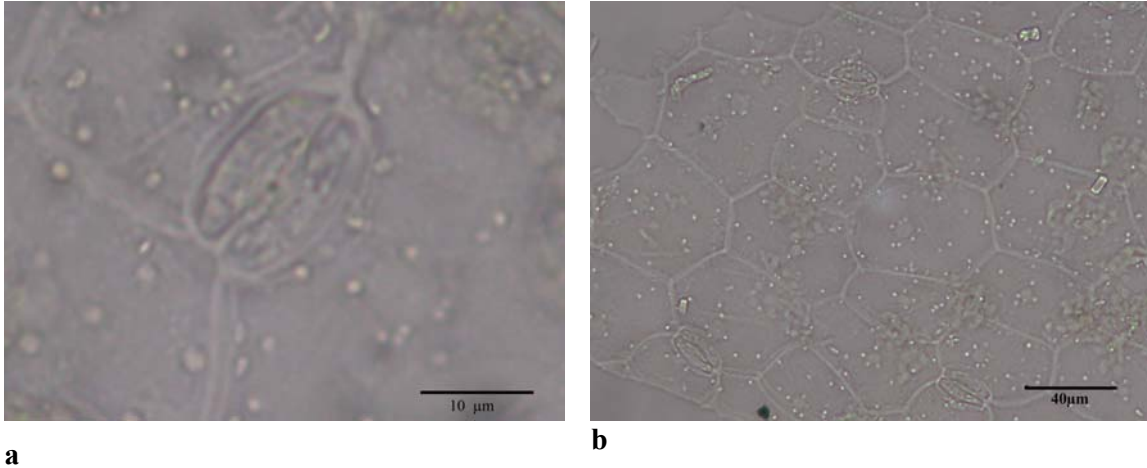
Şekil 4.14. *S. europaea*'nın kontrol bitkisine ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**: birim alandaki stoma sayısı.

Kontrol bitkisinde birim alandaki ( $38532 \mu\text{m}^2$ ) stoma sayısı 3, stoma eni  $17,33 \mu\text{m}$ , boyu  $24,66 \mu\text{m}$  olarak bulundu ve stomaların açık olduğu görüldü (Şekil 4.14).



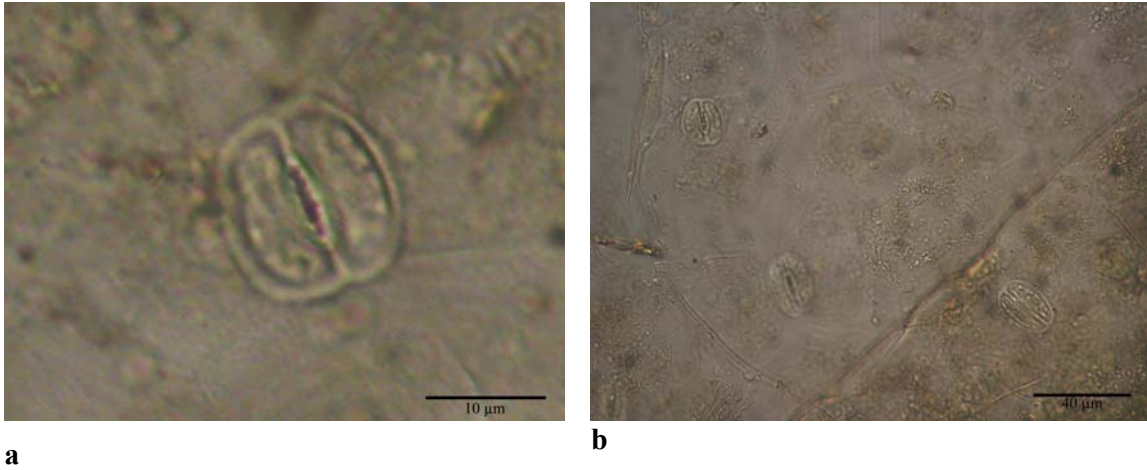
Şekil 4.15. *S. europaea*'nın 200 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**: birim alandaki stoma sayısı.

200 mM tuz uygulanan gruplarda birim alandaki ( $38532 \mu\text{m}^2$ ) stoma sayısının 3, stoma eninin  $13,33 \mu\text{m}$ , stoma boyunun  $20,66 \mu\text{m}$  ve stomaların açık olduğu belirlendi (Şekil 4.15).



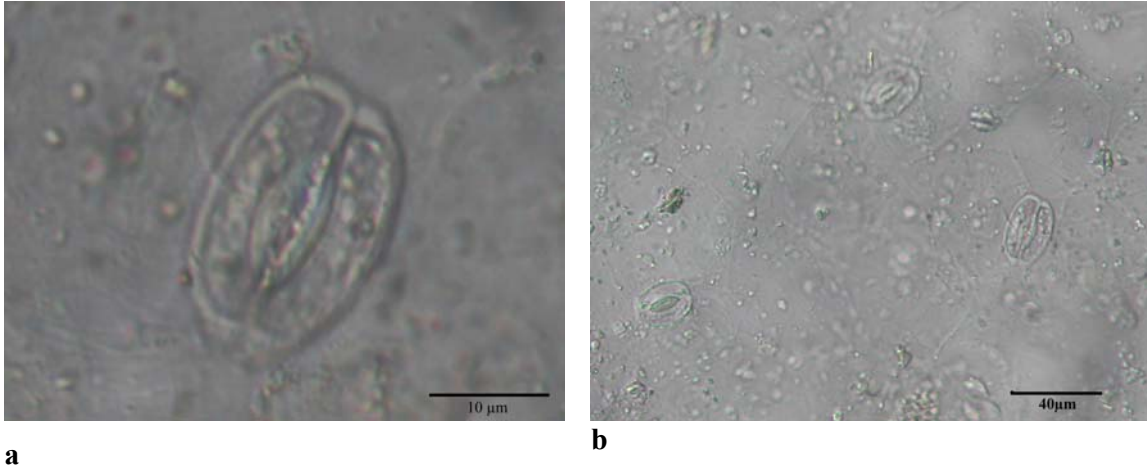
Şekil 4.16. *S. europaea*'nın 400 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**: birim alandaki stoma sayısı.

400 mM tuz uygulanan gruplarda birim alandaki ( $38532\mu\text{m}^2$ ) stoma sayısının 4, stoma eninin  $13,33\ \mu\text{m}$ , stoma boyunun  $17,33\ \mu\text{m}$  ve stomaların kontrole göre daha az açık olduğu tespit edildi (Şekil 4.16).



Şekil 4.17. *S. europaea*'nın 600 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**: birim alandaki stoma sayısı.

600 mM tuz uygulanan gruplarda birim alandaki ( $38532\mu\text{m}^2$ ) stoma sayısının 3, stoma eninin  $14,66\ \mu\text{m}$ , stoma boyunun  $16\ \mu\text{m}$  ve stomaların açık olduğu tespit edildi (Şekil 4.17).



Şekil 4.18. *S. europaea*'nın 800 mM tuz uygulamasına ait stomaların genel görünümü **a**: stoma büyüklüğü ve genel görünüşü, **b**:birim alandaki stoma sayısı.

800 mM tuz uygulanan gruplarda birim alandaki ( $38532\mu\text{m}^2$ ) stoma sayısının 3, stoma eninin 16 µm, stoma boyunun 23,33 µm ve stomaların açık olduğu belirlendi (Şekil 4.18).

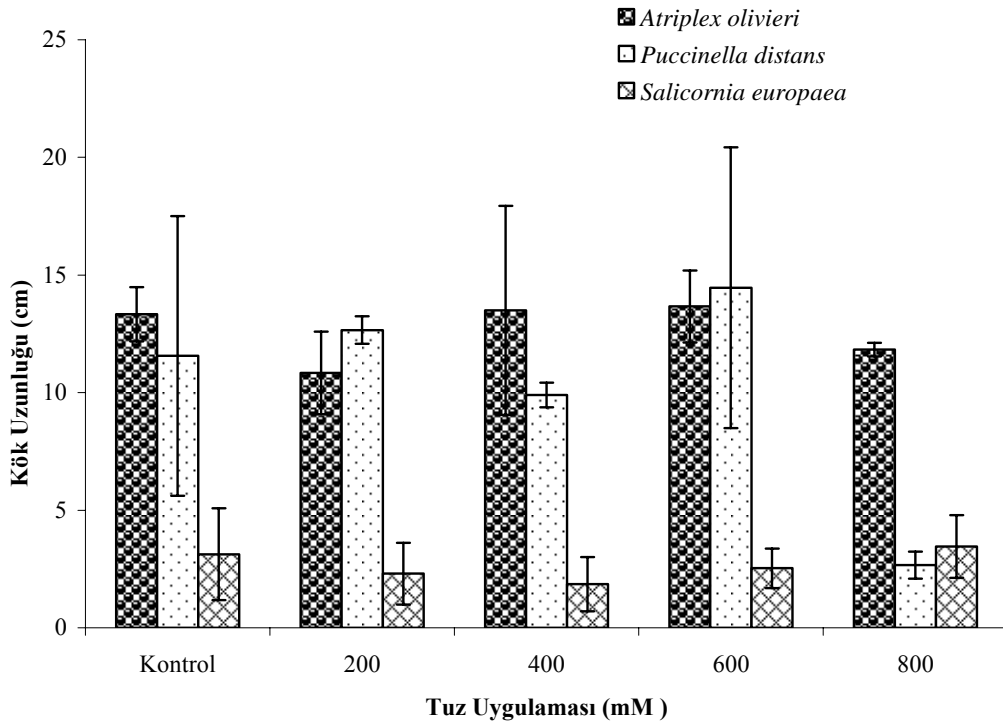
#### 4.6. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerde (*Salicornia europaea* L., *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. ve *Atriplex olivieri* Moq.) Kök, Gövde ve Yaprak Uzunlukları

##### 4.6.1. Kök uzunlukları

Yapılan kök uzunluğu analizinde farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan *A. olivieri* bitkisinin kök uzunluklarında belirgin farklar görülmemiştir. *P. distans* bitkisinin 800 mM tuz konsantrasyonu uygulanan grubun kök uzunluklarında büyük bir azalma dikkati çekmiştir. *S. europaea* bitkisinin kök uzunluklarında kendi aralarında büyük farklar görülmezken, diğer iki grubun kök uzunluklarına göre belirgin oranda bir düşüş fark edilmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.19).

Çizelge 4.1. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin kök uzunlukları (cm)

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	13.33±1.15	11.56±5.94	3.13±1.95
200 mM Tuz	10.83±1.75	12.66±0.57	2.30±1.31
400 mM Tuz	13.50±4.44	9.90±0.52	1.86±1.15
600 mM Tuz	13.66±1.52	14.46±5.96	2.53±0.83
800 mM Tuz	11.83±0.28	2.66±0.57	3.46±1.33



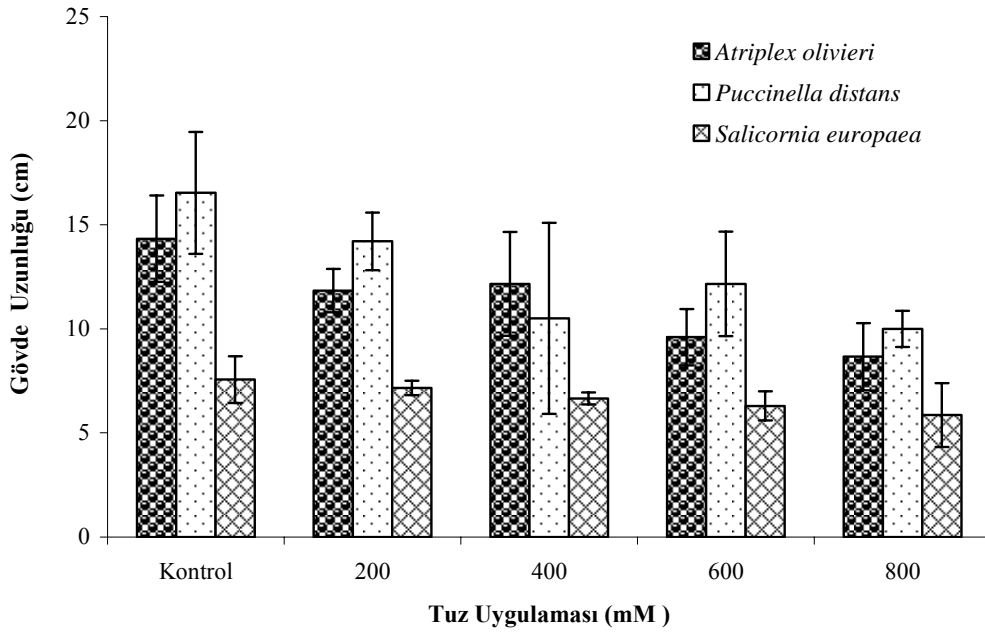
Şekil 4.19. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin kök uzunlukları.

#### 4.6.2. Gövde uzunlukları

Yapılan gövde ölçümleri sonucunda *A. olivieri* ve *P. distans* bitkilerinin gövde uzunlukları kontrolden diğer gruplara doğru azalmıştır. Bu iki bitkinin gövde uzunluklarının birbirinden fazla farklı olmadığı görülmüştür. *S. europaea* bitkisinin gövde uzunlukları kendi grupları içinde belirgin farklar göstermemiştir. Fakat diğer bitki gruplarına göre büyük bir azalma göstermiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.20).

Çizelge 4.2. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin gövde uzunlukları (cm)

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	14.33±2.08	16.53±2.92	7.56±1.11
200 mM Tuz	11.83±1.04	14.20±1.37	7.16±0.35
400 mM Tuz	12.16±2.49	10.50±4.58	6.66±0.28
600 mM Tuz	9.60±1.35	12.16±2.51	6.30±0.70
800 mM Tuz	8.66±1.60	10.00±0.86	5.86±1.53



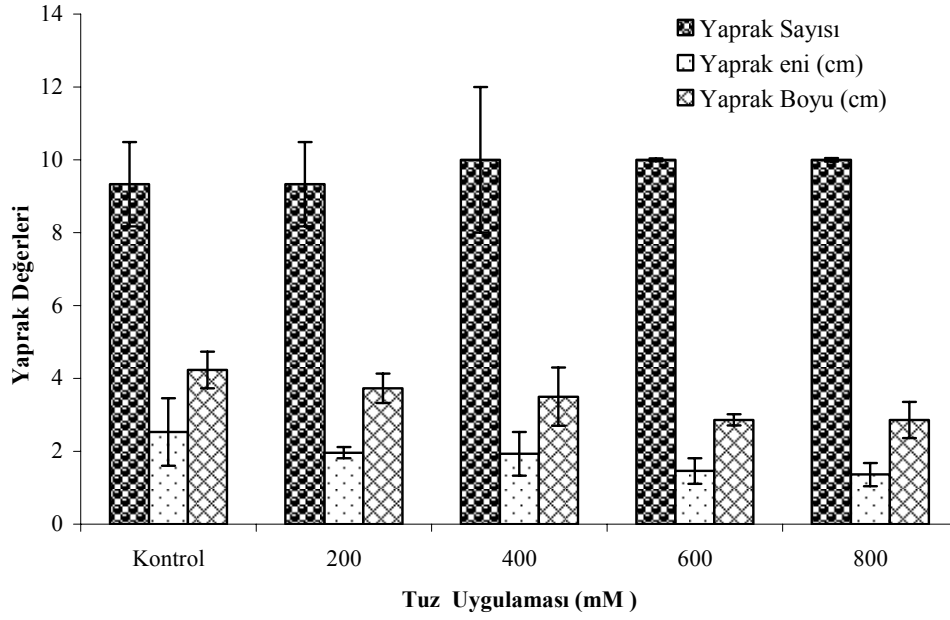
Şekil 4.20. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin gövde uzunlukları.

#### 4.6.3. Yaprak uzunlukları

*A. olivieri* bitkisinin yaprak analizinde yaprak uzunlukları arasında belirgin farklar görülmemiştir. Yaprak eni ve yaprak boyunun ise kontrolden diğer gruplara doğru azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.3, Şekil 4.21).

Çizelge 4.3. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Atriplex olivieri* bitkisinin yaprak değerleri

Gruplar	Yaprak Sayısı	Yaprak Eni (cm)	Yaprak Boyu (cm)
Kontrol	9.33±1.15	2.53±0.92	4.23±0.50
200 mM Tuz	9.33±1.15	1.96±0.15	3.73±0.40
400 mM Tuz	10.00±2.00	1.93±0.60	3.50±0.80
600 mM Tuz	10.00±0.01	1.46±0.35	2.86±0.15
800 mM Tuz	10.00±0.01	1.36±0.32	2.86±0.49



Şekil 4.21. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Atriplex olivieri* bitkisinin yaprak değerleri.

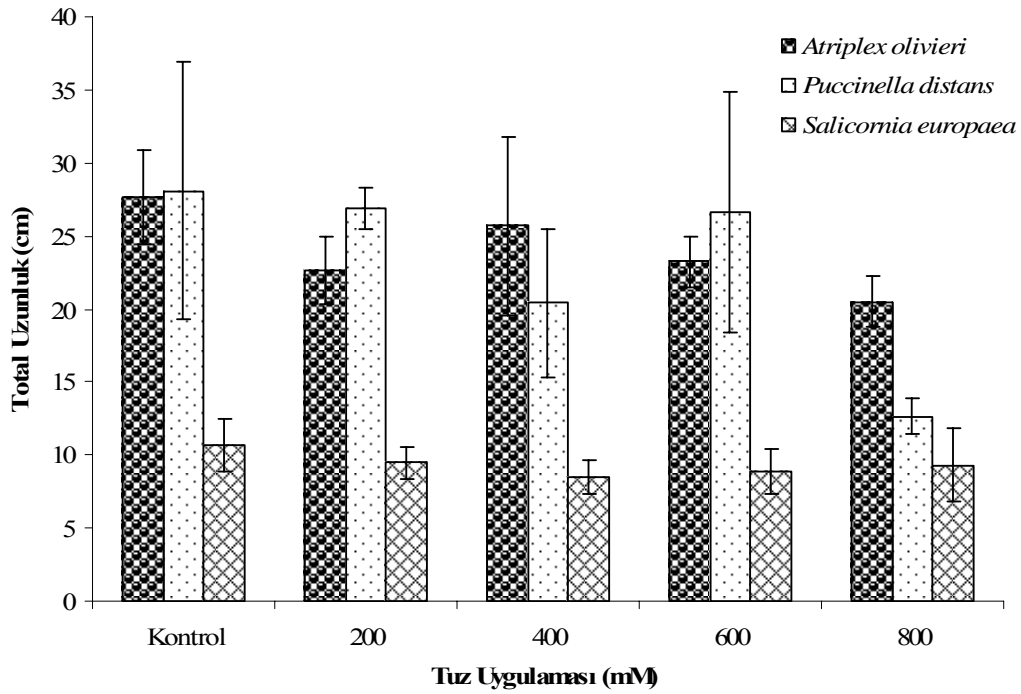
#### 4.6.4. Gruplara ait total uzunluklar

Total uzunluklara bakıldığında kök ve gövde uzunluklarındaki korelasyonun devam ettiği görülmüştür. *A. olivieri* ve *P. distans* bitkileri arasında belirgin farklar görülmezken *S. europaea* bitkisinin total uzunluklarının diğer iki bitkiye göre büyük oranda azaldığı belirlendi (Çizelge 4.4, Şekil 4.22).



Çizelge 4.4. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin total uzunlukları (cm)

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	27.66±3.21	28.09±8.84	10.69±1.75
200 mM Tuz	22.66±2.30	26.86±1.38	9.46±1.10
400 mM Tuz	25.66±6.15	20.40±5.04	8.52±1.16
600 mM Tuz	23.26±1.70	26.62±8.20	8.83±1.53
800 mM Tuz	20.49±1.73	12.66±1.25	9.32±2.47



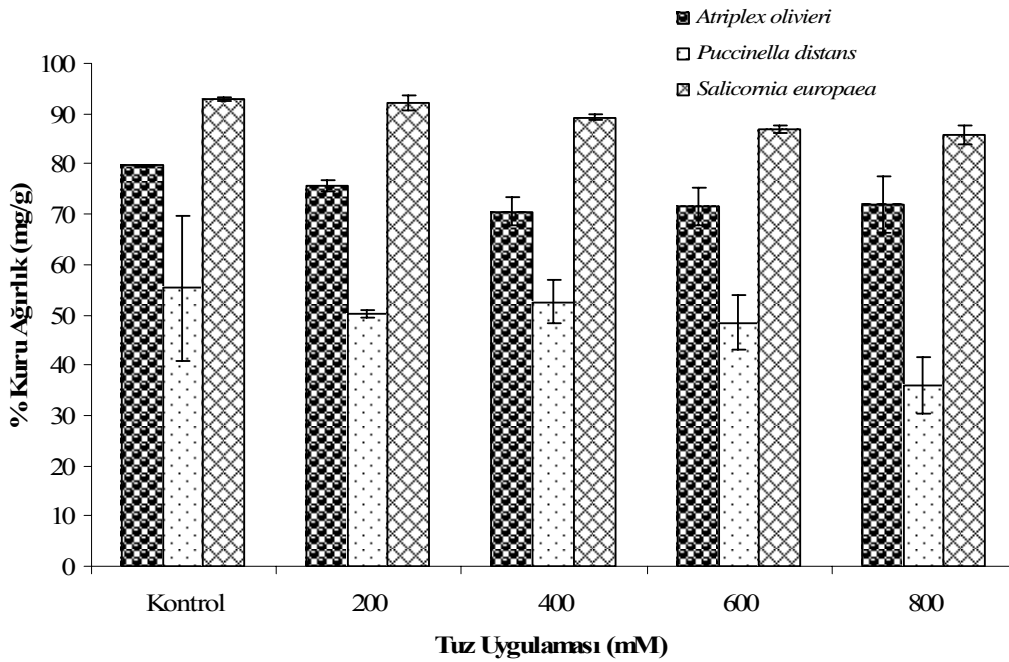
Şekil 4.22. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin total uzunlukları.

#### 4.7. Farklı Tuz konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Bitkilerin (*Salicornia europaea* L., *Puccinellia distans* ( Jacq.) Parl. ve *Atriplex olivieri* Moq.) % Kuru Ağırlık Oranları

Bitkilerin kendi grupları arasında kuru ağırlık miktarı açısından belirgin farklar görülmezken *S. europaea* bitkisinin en yüksek değerlere sahip olduğu görüldü. *P. distans* bitkisinde ise en düşük değerler gözlemlendi. Her üç bitkide de kuru ağırlığın, tuz uygulanan gruplarda kontrole göre azalma gösterdiği belirlendi (Çizelge 4.5, Şekil 4.23).

Çizelge 4.5. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin % kuru ağırlık oranları (mg/g)

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	79.71±0.19	55.26±14.58	92.96±0.31
200 mM Tuz	75.60±1.16	50.18±0.77	92.28±1.48
400 mM Tuz	70.58±2.66	52.61±4.29	89.28±0.69
600 mM Tuz	71.62±3.74	48.46±5.43	86.75±0.73
800 mM Tuz	71.76±5.59	36.00±5.65	85.80±1.97



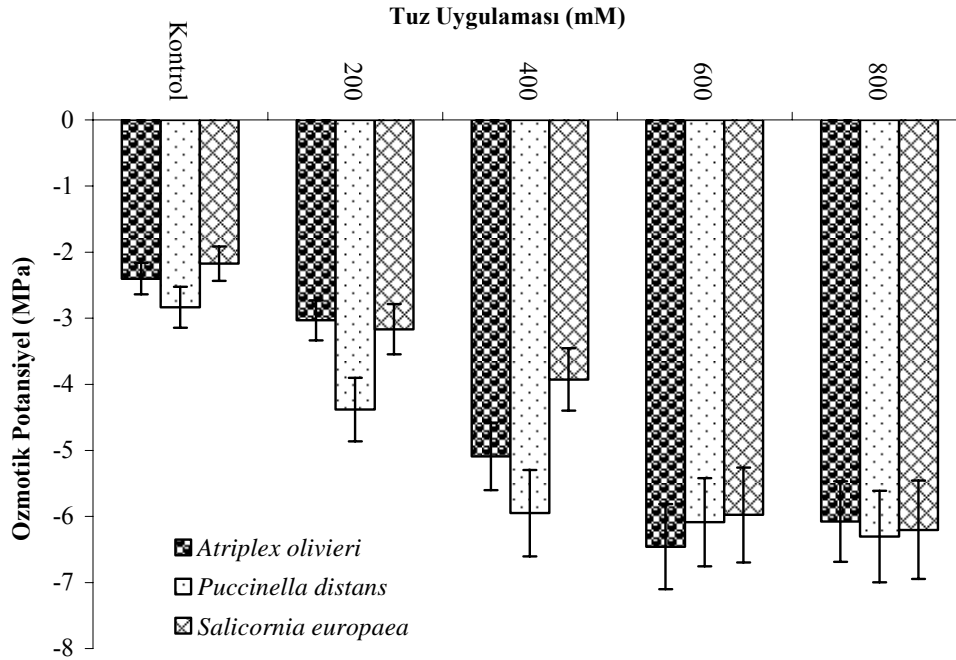
Şekil 4.23. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin % kuru ağırlık oranları.

#### 4.8. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerde Osmotik Potansiyel Değerleri

Osmotik potansiyel değerleri incelendiğinde üç bitki türünde de kontrolden diğer gruplara doğru gidildikçe belirgin bir azalmanın olduğu tespit edildi. Farklı bitkilerin aynı gruplarında değerlerin birbirine yakın olduğu fark edildi. En düşük değer ise *A. olivieri* bitkisinin 600 mM tuz uygulanan grubunda görüldü (Çizelge 4.6, Şekil 4.24).

Çizelge 4.6. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerde osmotik potansiyel değerleri (MPa)

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	-2.40±0.24	-2.83±0.31	-2.17±0.20
200 mM Tuz	-3.03±0.30	-4.38±0.48	-3.16±0.38
400 mM Tuz	-5.09±0.50	-5.95±0.65	-3.92±0.47
600 mM Tuz	-6.45±0.64	-6.08±0.66	-5.97±0.71
800 mM Tuz	-6.07±0.60	-6.30±0.69	-6.20±0.74



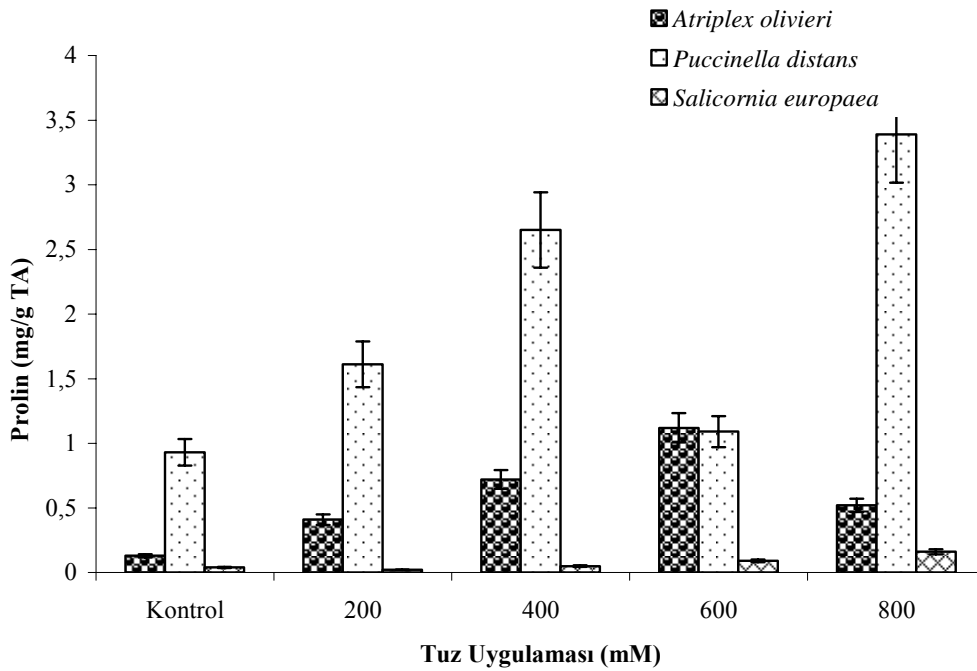
Şekil 4.24. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan bitkilerde osmotik potansiyel değerleri.

#### 4.9. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerde Prolin Seviyeleri

Prolin analizine bakıldığında en yüksek değerlerin *P. distans* bitkisinde olduğu tespit edildi. Bu bitkide kontrolden diğer gruplara gidildikçe belirgin bir artış olduğu fakat 600 mM tuz uygulanan grubun bu düzene uymadığı ve azaldığı görüldü. *A. olivieri* bitkisinde prolin miktarı tuz uygulamasına paralel olarak artış göstermiştir. Fakat 800 mM tuz grubunda azalma tespit edildi. *S. europaea* bitkisinde ise en düşük prolin değerleri gözlemlendi (Çizelge 4.7, Şekil 4.25).

Çizelge 4.7. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin prolin seviyeleri (mg/g TA)

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	0.13±0.01	0.93±0.10	0.04±0.004
200 mM Tuz	0.41±0.04	1.61±0.17	0.02±0.002
400 mM Tuz	0.72±0.07	2.65±0.29	0.05±0.006
600 mM Tuz	1.12±0.11	1.09±0.11	0.09±0.010
800 mM Tuz	0.52±0.05	3.39±0.37	0.16±0.019



Şekil 4.25. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerde prolin seviyeleri.

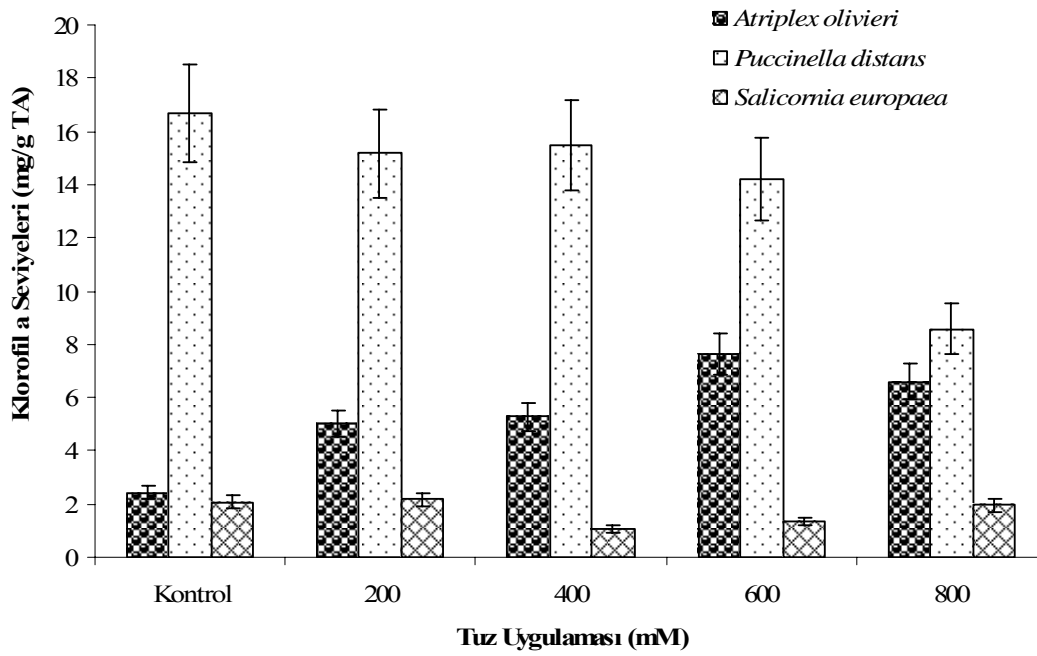
#### 4.10. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerin Klorofil ve Karotenoid Seviyeleri

##### 4.10.1. Klorofil a seviyeleri

Klorofil a değerlerine bakıldığında en fazla değer *P. distans* bitkisinde olduğu tespit edildi. Bu bitkide de kontrolden diğer gruplara doğru bir azalmanın olduğu fark edildi. *A. olivieri* bitkisinde kontrolden diğer gruplara doğru bir artışın olduğu ve en belirgin artışın 600 mM tuz uygulamasında görüldüğü tespit edildi. *S. europaea* bitkisinde ise en düşük değerler gözlenmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.26).

Çizelge 4.8. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin klorofil a seviyeleri (mg/g TA)

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	2.43±0.24	16.65±1.83	2.08±0.24
200 mM Tuz	5.01±0.50	15.18±1.66	2.16±0.25
400 mM Tuz	5.29±0.52	15.48±1.70	1.07±0.12
600 mM Tuz	7.63±0.76	14.19±1.56	1.35±0.16
800 mM Tuz	6.60±0.66	8.57±0.94	1.96±0.23



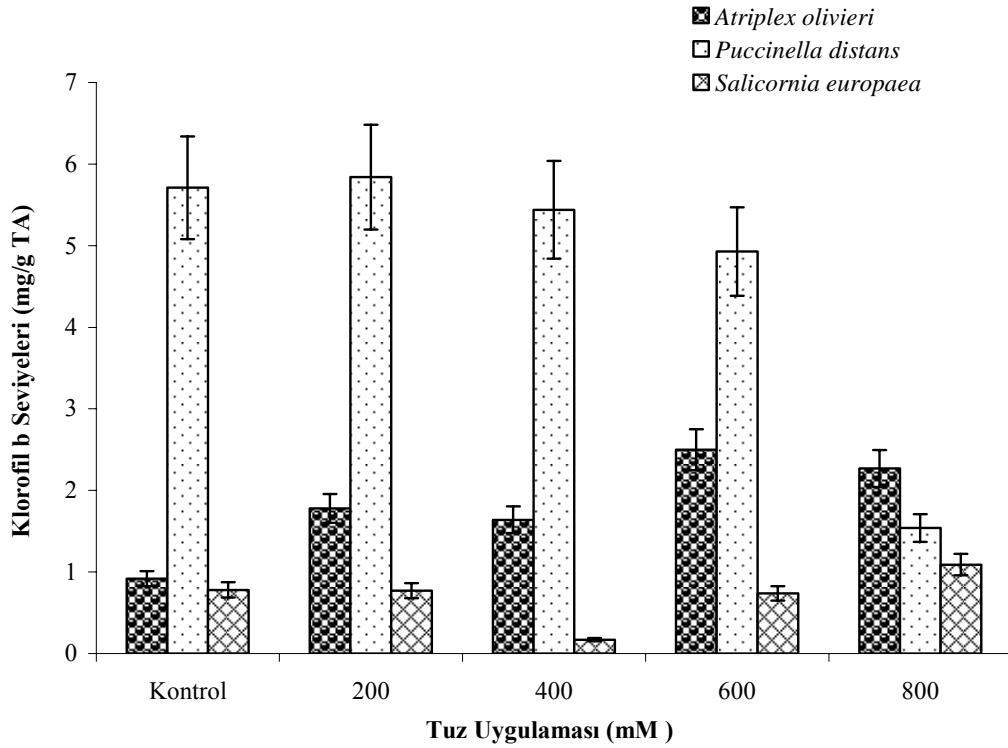
Şekil 4.26. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin klorofil a seviyeleri.

#### 4.10.2. Klorofil b seviyeleri

Klorofil b miktarlarında en yüksek değerler *P. distans* bitkisinde gözlemlendi. Bu bitkinin 800 mM tuz uygulamasında kontrole göre belirgin bir azalma tespit edildi. *A. olivieri* bitkisinde kontrolden diğer gruplara doğru bir artışın olduğu fark edildi. *S. europaea* bitkisinde ise en düşük değerler görüldü. Bu bitkinin 400 mM tuz uygulamasında kontrole göre anlamlı bir düşüş kaydedildi (Çizelge 4.9, Şekil 4.27).

Çizelge 4.9. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan haofit bitkilerin klorofil b seviyeleri (mg/g TA)

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	0.92±0.09	5.71±0.62	0.78±0.09
200 mM Tuz	1.78±0.17	5.84±0.64	0.77±0.09
400 mM Tuz	1.64±0.16	5.44±0.59	0.17±0.02
600 mM Tuz	2.50±0.25	4.93±0.54	0.74±0.08
800 mM Tuz	2.27±0.22	1.54±0.16	1.09±0.13



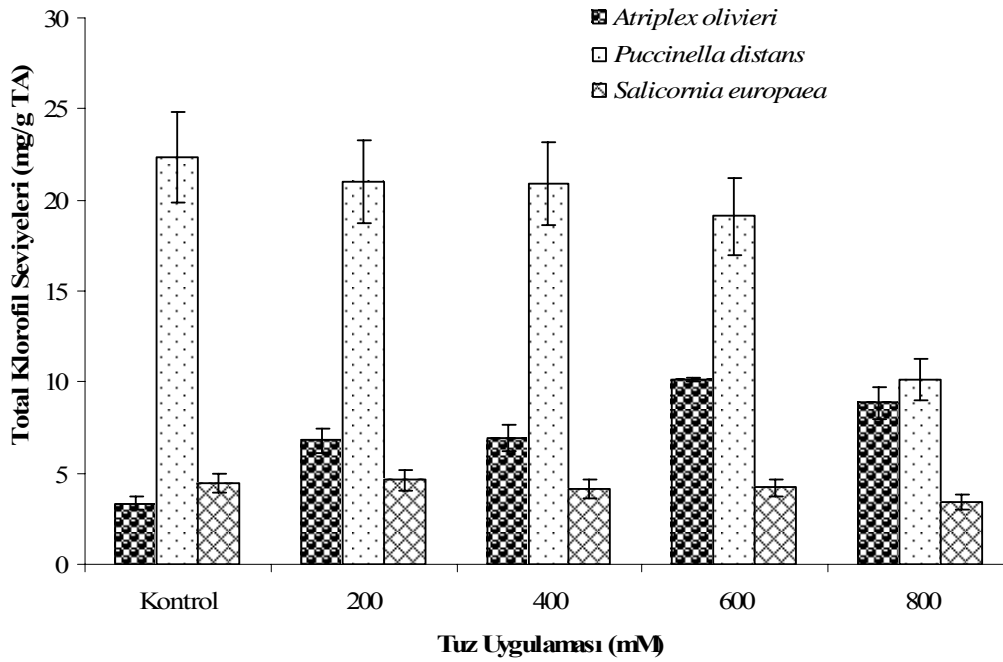
Şekil 4.27. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin klorofil b seviyeleri.

#### 4.10.3. Total klorofil seviyeleri

Total klorofil değerleri incelendiğinde en yüksek değere *P. distans* bitkisinin sahip olduğu görülmüştür. Bu bitkide 800 mM tuz uygulamasında kontrole göre belirgin bir azalma tespit edildi. *A. olivieri* bitkisinde kontrolden diğer gruplara doğru bir artış fark edildi. *S. europaea* bitkisinde ise tuz uygulanan gruplarda kontrole göre düşük değerler görüldü (Çizelge 4.10, Şekil 4.28).

Çizelge 4.10. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin total klorofil seviyeleri (mg/g TA)

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	3.35±0.33	22.36±2.45	4.44±0.53
200 mM Tuz	6.80±0.68	21.01±2.31	4.62±0.55
400 mM Tuz	6.93±0.69	20.92±2.30	4.15±0.49
600 mM Tuz	10.14±0.10	19.12±2.10	4.20±0.50
800 mM Tuz	8.88±0.88	10.12±1.11	3.43±0.41



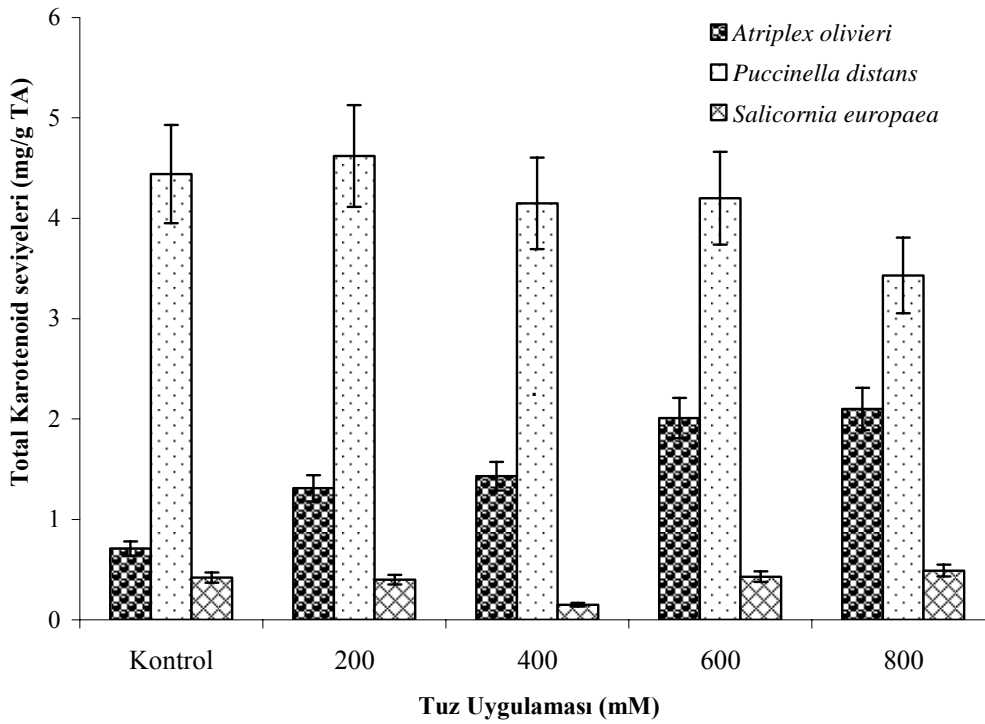
Şekil 4.28. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin total klorofil seviyeleri.

#### 4.10.4. Total karotenoid seviyeleri

Total karotenoid miktarı en fazla olan bitkinin *P. distans* olduğu görüldü. Bu bitkinin grupları arasında belirgin farklar tespit edilmedi. *A. olivieri* bitkisinde tuz uygulamasına paralel olarak karotenoid miktarında artış olduğu saptandı. *S. europaea* bitkisinde ise en düşük değerler gözlemlendi (Çizelge 4.11, Şekil 4.29).

Çizelge 4.11. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin total karotenoid seviyeleri (mg/g TA)

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	0.71±0.07	4.44±0.48	0.42±0.05
200 mM Tuz	1.31±0.1	4.62±0.50	0.40±0.04
400 mM Tuz	1.43±0.14	4.15±0.45	0.15±0.01
600 mM Tuz	2.01±0.20	4.20±0.46	0.43±0.05
800 mM Tuz	2.10±0.21	3.43±0.37	0.49±0.05



Şekil 4.29. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin total karotenoid seviyeleri.

#### 4.11. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerin Hormon Seviyeleri

##### 4.11.1. Giberillik asit (GA) seviyeleri

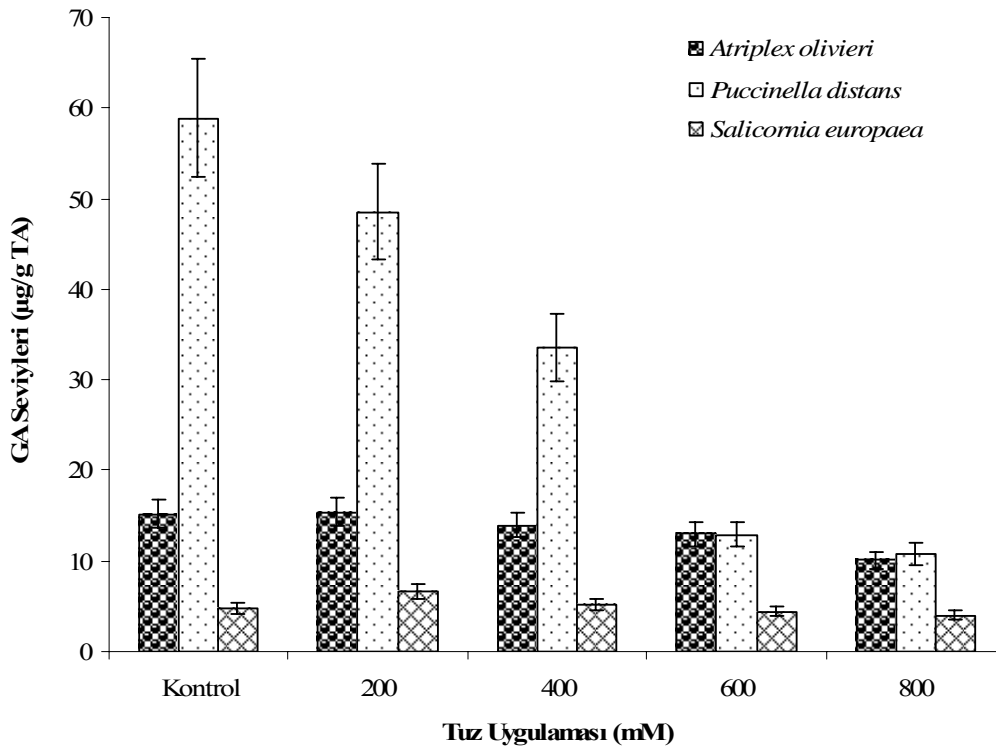
Bütün bitki gruplarının GA seviyelerinde tuz artışıyla birlikte bir azalma kaydedilmiştir. *P. distans* bitkisinin kontrol grubunda belirgin bir artış görülmüştür. Bu bitkinin diğer gruplarına doğru azalmalar gözlemlendi. *A. olivieri* bitkisinin grupları arasında



belirgin farklar kaydedilmemiştir. *S. europaea* bitkisinde ise en düşük değerler tespit edilmiştir (Çizelge 4.12, Şekil 4.30).

Çizelge 4.12. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin GA seviyeleri ( $\mu\text{g/g TA}$ )

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	15.19 $\pm$ 1.51	58.89 $\pm$ 6.47	4.75 $\pm$ 0.57
200 mM Tuz	15.36 $\pm$ 1.53	48.52 $\pm$ 5.33	6.63 $\pm$ 0.79
400 mM Tuz	13.97 $\pm$ 1.39	33.56 $\pm$ 3.69	5.17 $\pm$ 0.62
600 mM Tuz	12.97 $\pm$ 1.29	12.94 $\pm$ 1.42	4.37 $\pm$ 0.52
800 mM Tuz	10.06 $\pm$ 1.006	10.78 $\pm$ 1.18	3.99 $\pm$ 0.47



Şekil 4.30. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin GA seviyeleri.

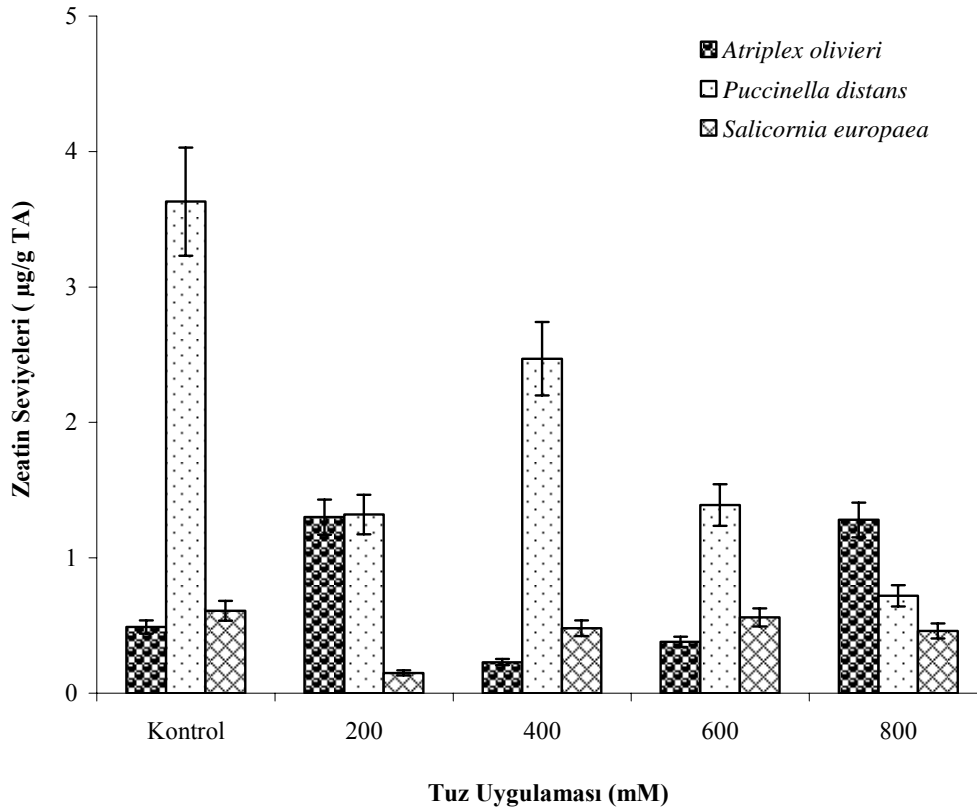
#### 4.11.2. *Trans*-zeatin seviyeleri

Zeatin seviyelerine bakıldığında en yüksek değer *P. distans* bitkisinin kontrol grubunda tespit edilmiştir. *A. olivieri* bitkisinin 200 ve 800 mM tuz uygulamasında diğer

gruplara göre belirgin bir artış kaydedilmiştir. *S. europaea* bitkisinin 200 mM tuz uygulamasında is en düşük değer fark edildi (Çizelge 4.13, Şekil 31).

Çizelge 4.13. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin zeatin seviyeleri ( $\mu\text{g/g TA}$ )

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	0.49±0.04	3.63±0.39	0.61±0.07
200 mM Tuz	1.30±0.13	1.32±0.14	0.15±0.01
400 mM Tuz	0.23±0.02	2.47±0.27	0.48±0.05
600 mM Tuz	0.38±0.03	1.39±0.15	0.56±0.06
800 mM Tuz	1.28±0.12	0.72±0.07	0.46±0.05



Şekil 4.31. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin zeatin seviyeleri.

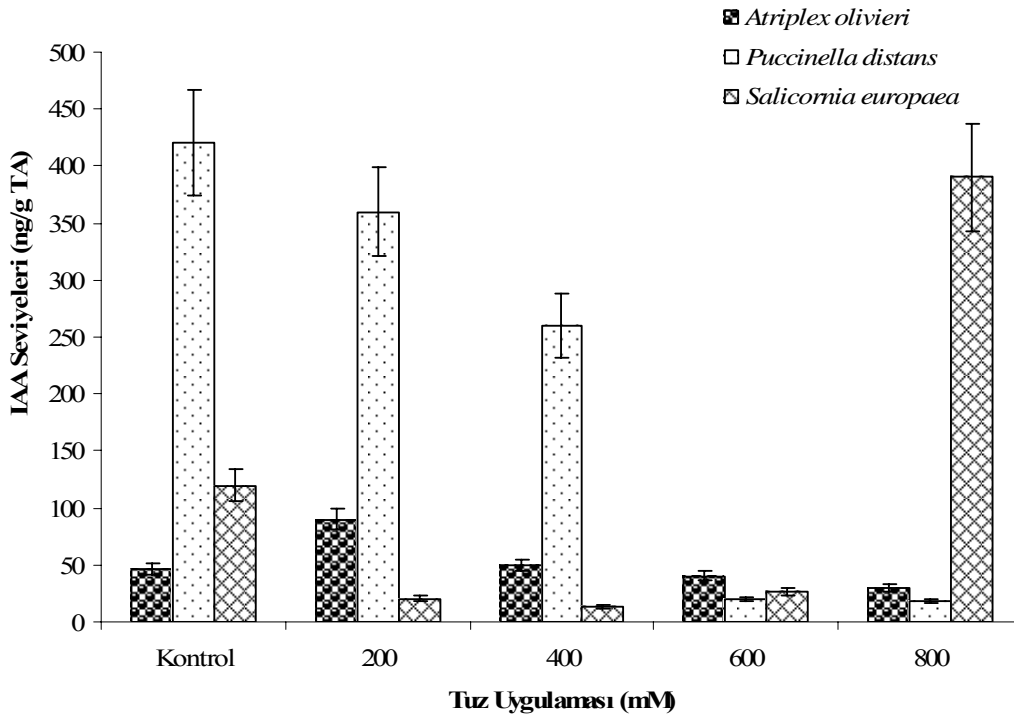
#### 4.11.3. İndol asetik asit (IAA) seviyeleri

IAA oranı üzerine yapılan analizde *P. distans* bitkisinin kontrol grubunda en yüksek değer tespit edildi. Bu bitkinin diğer gruplarında kontrole göre büyük bir azalmalar fark

edildi. *A. olivieri* bitkisinde ise en yüksek değer 200 ve 800 mM tuz uygulanan gruplarda görüldü. *S. europaea*'da düşük değerler kaydedilirken, en az IAA miktarı 200 mM tuz grubunda belirlendi (Çizelge 14, Şekil 32).

Çizelge 4.14. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin IAA seviyeleri (ng/g TA)

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	46.00±4.60	420.0±46.20	120.0±14.40
200 mM Tuz	90.00±9.00	360.0±39.60	20.00±2.40
400 mM Tuz	50.00±5.00	260.0±28.60	13.00±1.56
600 mM Tuz	40.00±4.00	20.00±2.20	26.00±3.12
800 mM Tuz	30.00±3.00	18.00±1.98	390.0±46.8



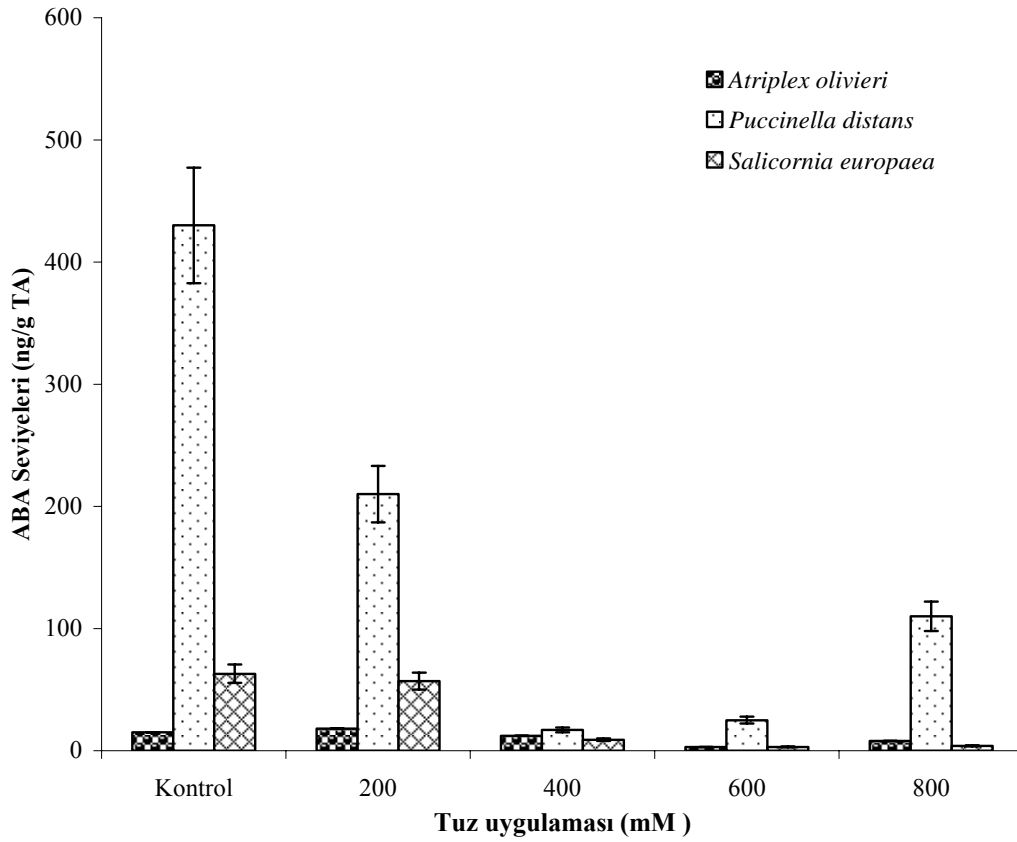
Şekil 4.32. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin IAA seviyeleri.

#### 4.11.4. Absisik asit (ABA) seviyeleri

ABA miktarının *P. distans* bitkisinin kontrol grubunda en yüksek olduğu görüldü. Diğer bitkilerin gruplarından elde edilen değerlerin düşük olduğu fark edildi (Çizelge 4.15, Şekil 4.33).

Çizelge 4.15. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin ABA seviyeleri (ng/g TA)

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinella distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	15.00±1.50	430.0±47.30	63.00±7.56
200 mM Tuz	18.00±1.80	210.0±23.10	57.00±6.84
400 mM Tuz	12.00±1.20	17.00±1.87	9.00±1.08
600 mM Tuz	3.00±0.30	25.00±2.75	3.00±0.36
800 mM Tuz	8.00±0.80	110.0±12.10	4.00±0.48



Şekil 4.33. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin ABA seviyeleri.

## 4.12. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerin Şeker Seviyeleri

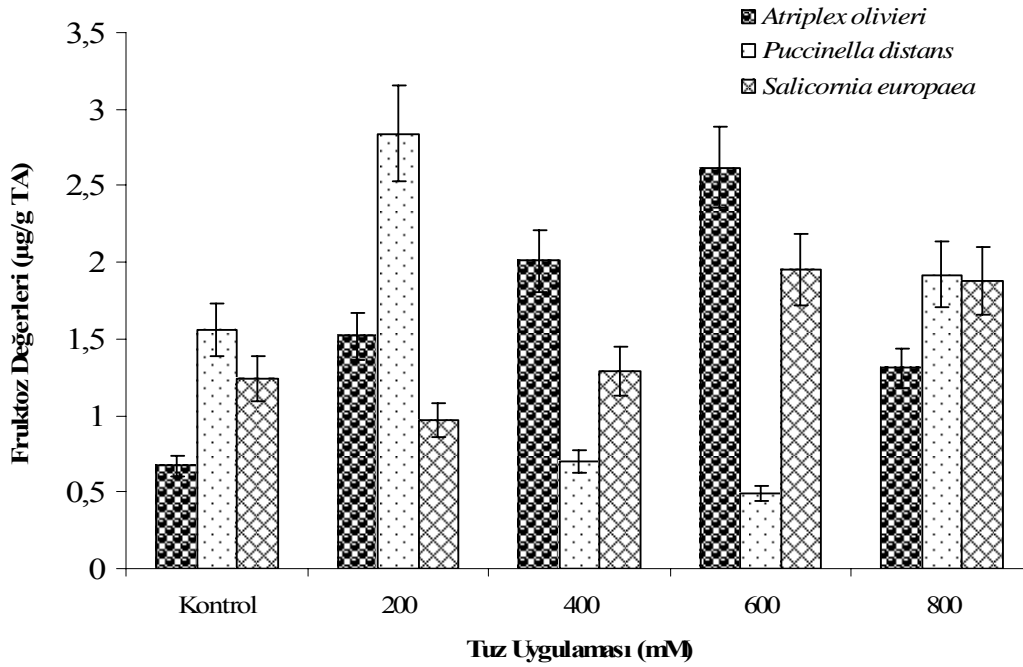
### 4.12.1. Fruktoz seviyeleri

Fruktoz miktarı, *A. olivieri* bitkisinde kontrole göre tuz uygulanan gruplarda bir artış göstermiştir. *P. distans* bitkisinde en yüksek değer 200 mM tuz uygulamasında görüldü. *S.*

*europaea* bitkisinin 600 ve 800 mM tuz uygulamasında diğer gruplara kıyasla belirgin bir artış fark edildi (Çizelge 4.16, Şekil 4.34).

Çizelge 4.16. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin fruktoz değerleri ( $\mu\text{g/g TA}$ )

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	0.67±0.06	1.56±0.17	1.24±0.14
200 mM Tuz	1.52±0.15	2.84±0.31	0.97±0.11
400 mM Tuz	2.01±0.20	0.70±0.07	1.29±0.15
600 mM Tuz	2.62±0.26	0.49±0.05	1.95±0.23
800 mM Tuz	1.31±0.13	1.92±0.21	1.88±0.22



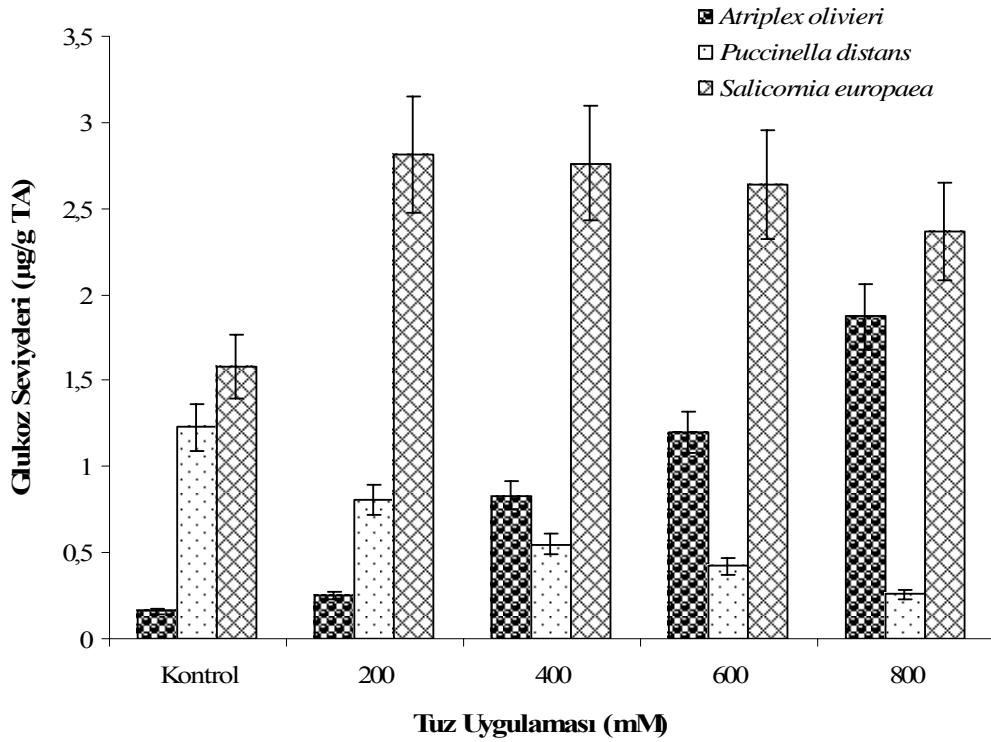
Şekil 4.34. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin fruktoz değerleri.

#### 4.12.2. Glukoz seviyeleri

Glukoz miktarı, *A. olivieri* bitkisinde tuz uygulamasına bağlı olarak artış gösterirken, *P. distans* bitkisinde azalmıştır. *S. europaea* bitkisinde ise en yüksek değerler tespit edilmiştir. Glukoz miktarı kontrole göre tuz uygulanan gruplarda artış göstermiştir (Çizelge 4.17, Şekil 4.35).

Çizelge 4.17. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin glukoz seviyeleri ( $\mu\text{g/g TA}$ )

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinella distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	0.16±0.01	1.23±0.13	1.58±0.18
200 mM Tuz	0.25±0.02	0.81±0.08	2.81±0.33
400 mM Tuz	0.83±0.08	0.55±0.06	2.76±0.33
600 mM Tuz	1.20±0.12	0.42±0.04	2.64±0.31
800 mM Tuz	1.87±0.18	0.26±0.02	2.37±0.28



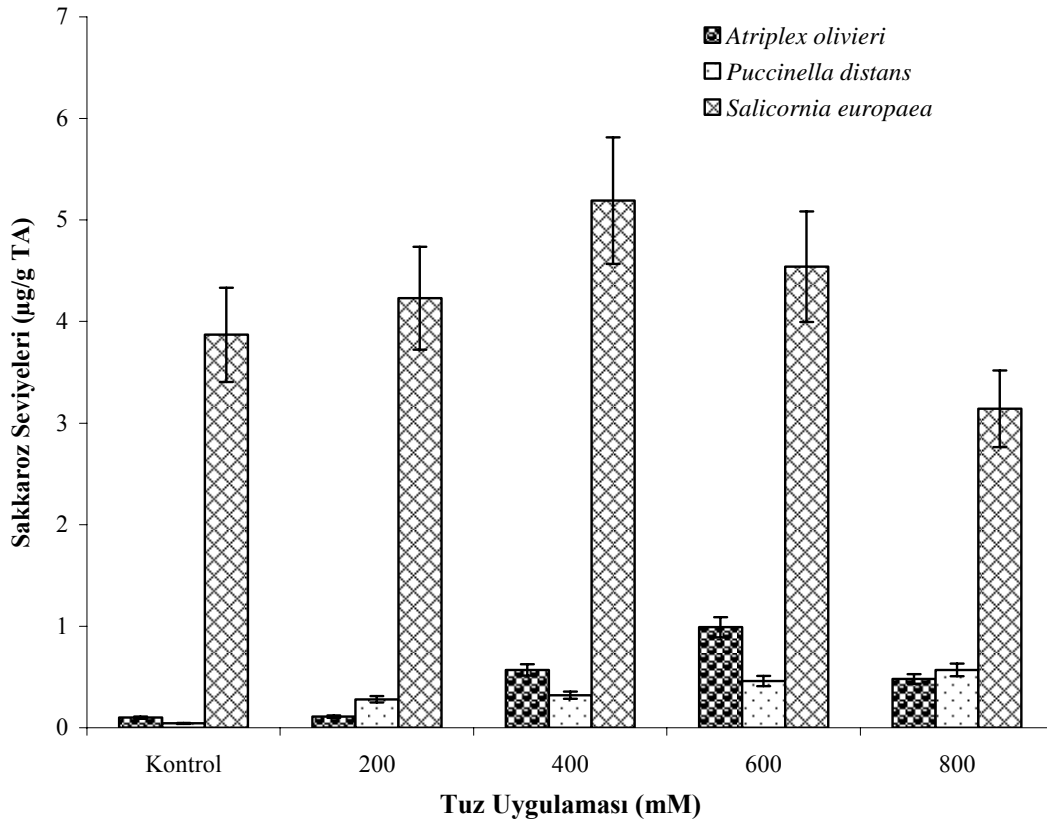
Şekil 4.35. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin glukoz seviyeleri.

#### 4.12.3. Sakkaroz seviyeleri

Sakkaroz değerlerine bakıldığında *S. europaea* bitkisinin bütün gruplarında yüksek değerler görüldü. Diğer bitki gruplarından elde edilen değerlerin ise düşük olduğu gözlemlendi (Çizelge 4.18, Şekil 4.36).

Çizelge 4.18. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin sakkaroz seviyeleri ( $\mu\text{g/g TA}$ )

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	0.10 $\pm$ 0.01	0.04 $\pm$ 0.004	3.87 $\pm$ 0.46
200 mM Tuz	0.11 $\pm$ 0.01	0.28 $\pm$ 0.03	4.23 $\pm$ 0.50
400 mM Tuz	0.57 $\pm$ 0.05	0.32 $\pm$ 0.03	5.19 $\pm$ 0.62
600 mM Tuz	0.99 $\pm$ 0.09	0.46 $\pm$ 0.05	4.54 $\pm$ 0.54
800 mM Tuz	0.48 $\pm$ 0.04	0.57 $\pm$ 0.06	3.14 $\pm$ 0.37



Şekil 4.36. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin sakkaroz seviyeleri.

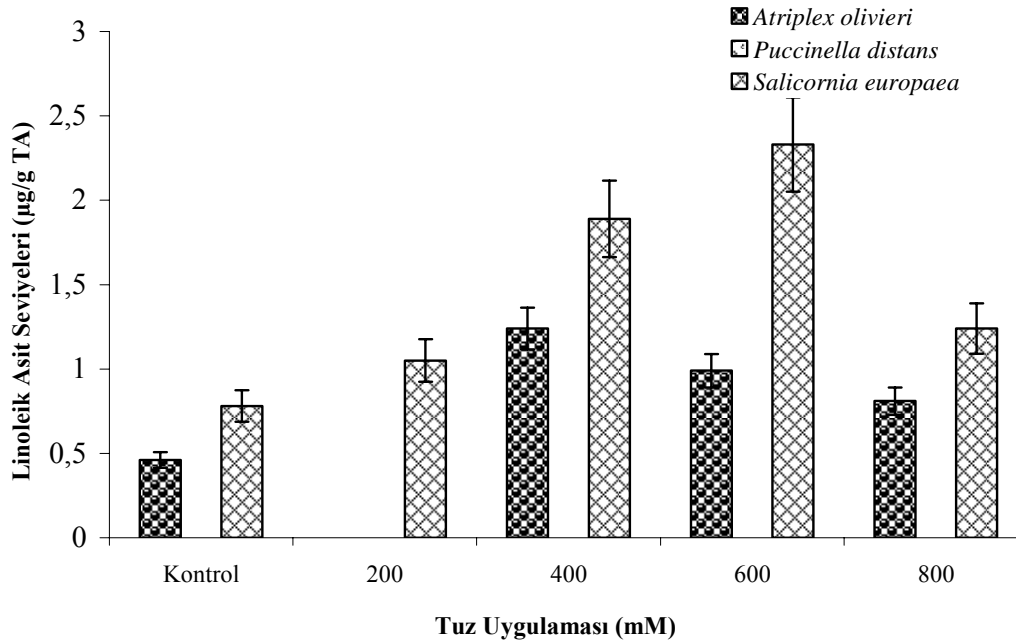
#### 4.14. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Halofit Bitkilerin Yağ Asidi Seviyeleri

##### 4.14.1. Linoleik asit seviyeleri

Linoleik asit analizlerinde *P. distans* sıfır değer gösterirken, *A. olivieri* ve *S. europaea* bitkilerinde belirgin artışlar tespit edildi. Her iki bitkide de 400 ve 600 mM tuz uygulamasında en yüksek değerler kaydedilmiştir (Çizelge 4.19, Şekil 4.37).

Çizelge 4.19. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin linoleik asit seviyeleri ( $\mu\text{g/g TA}$ )

Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	0.46 $\pm$ 0.04	-	0.78 $\pm$ 0.09
200 mM Tuz	-	-	1.05 $\pm$ 0.12
400 mM Tuz	1.24 $\pm$ 0.12	-	1.89 $\pm$ 0.22
600 mM Tuz	0.99 $\pm$ 0.09	-	2.33 $\pm$ 0.27
800 mM Tuz	0.81 $\pm$ 0.08	-	1.24 $\pm$ 0.14



Şekil 4.37. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin linoleik asit seviyeleri.



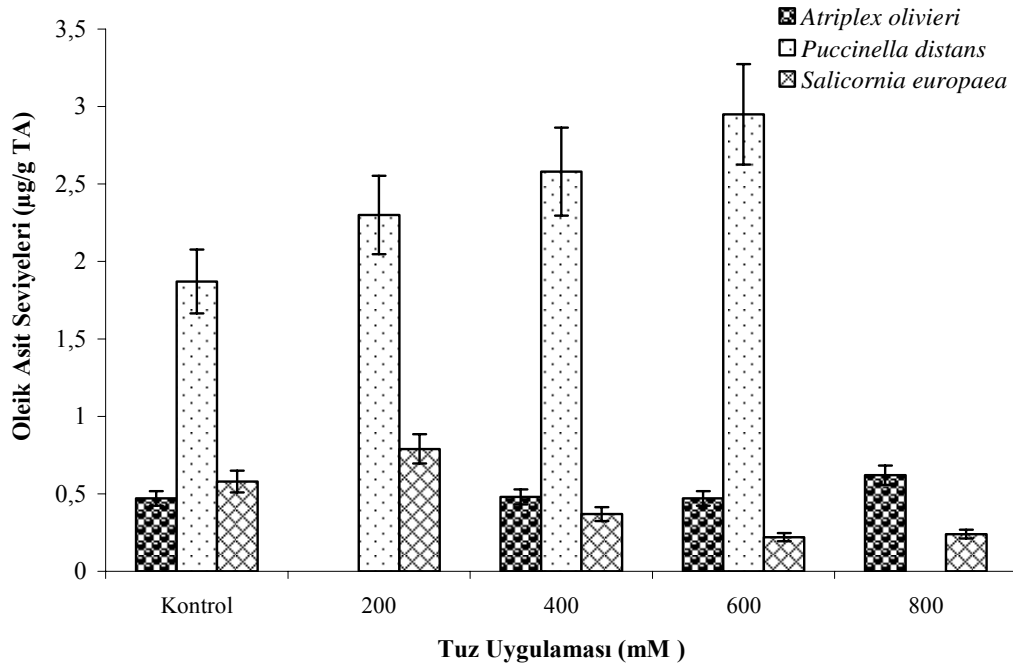
#### 4.14.2. Oleik asit seviyeleri

Oleik asit miktarı *P. distans* bitkisinde yüksek değerler göstermiştir. Bu bitkide kontrolden diğer gruplara doğru oleik asit miktarlarında artış görüldü. Fakat 800 mM tuz uygulamasında oleik asit kaydedilmemiştir.

*A. olivieri* bitkisinin 200 mM tuz uygulamasında oleik asit gözlenmezken diğer gruplardaki oleik asit miktarlarının birbirine yakın olduğu fark edildi. En yüksek değer ise 800 mM tuz grubunda görüldü. *S. europaea* bitkisinde ise en yüksek değer 200 mM tuz uygulanan grupta tespit edildi. 400, 600 ve 800 mM tuz uygulanan gruplarda da kontrole göre azalmalar görüldü (Çizelge 4.20, Şekil 4.38).

Çizelge 4.20. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin oleik asit seviyeleri ( $\mu\text{g/g TA}$ )

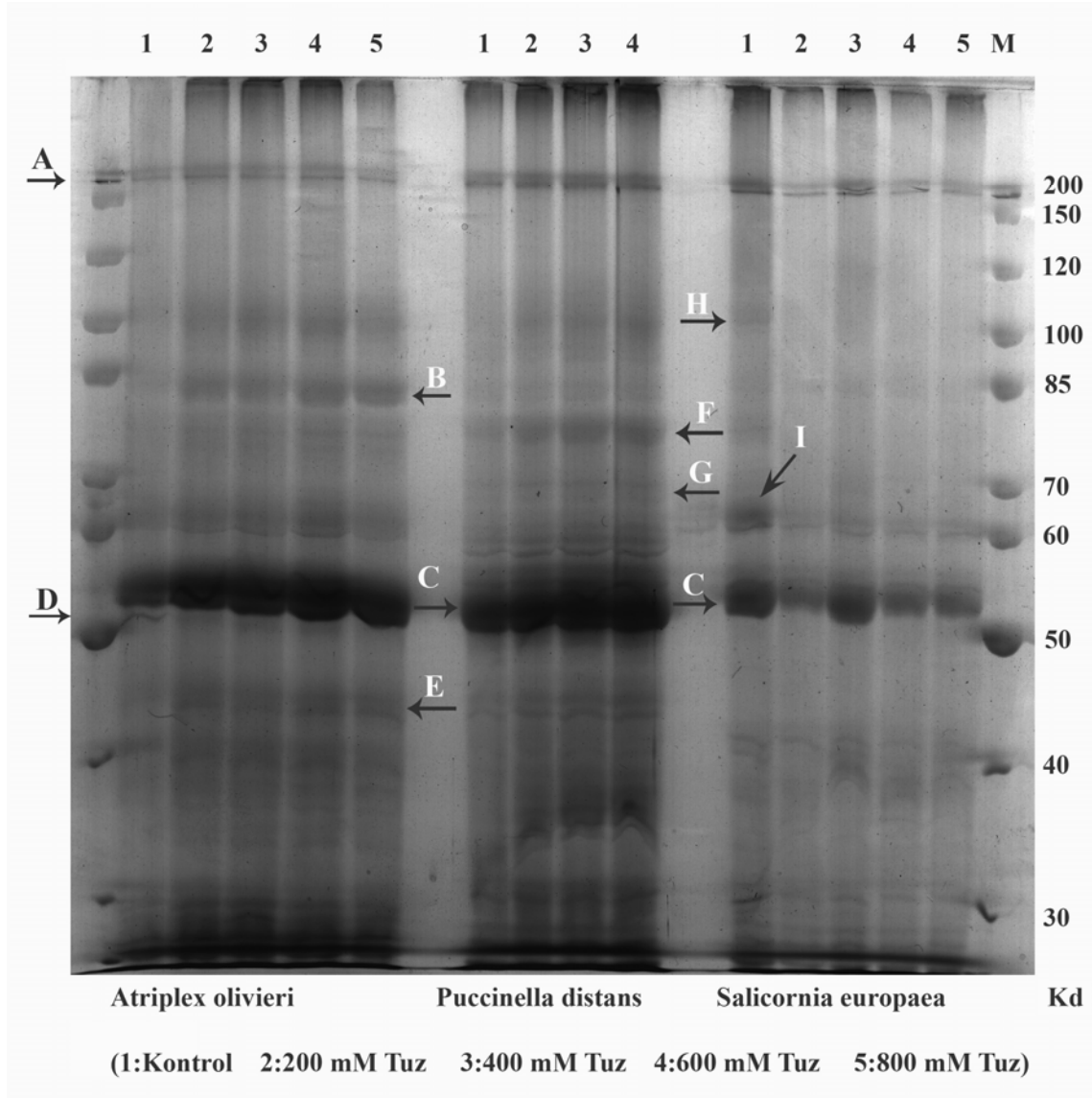
Gruplar	<i>Atriplex olivieri</i>	<i>Puccinellia distans</i>	<i>Salicornia europaea</i>
Kontrol	0.47±0.04	1.87±0.20	0.58±0.06
200 mM Tuz	-	2.30±0.25	0.79±0.09
400 mM Tuz	0.48±0.04	2.58±0.28	0.37±0.04
600 mM Tuz	0.47±0.04	2.95±0.32	0.22±0.02
800 mM Tuz	0.62±0.06	-	0.24±0.02



Şekil 4.38. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerin oleik asit seviyeleri.

#### 4.15. Protein Bantları

151,3 kDa molekül ağırlığına sahip, A olarak işaretlenmiş ikili protein bandı üç bitki türünde de görüldü ve bu bandın miktarının bitki türüne yada tuz uygulamasına bağlı olarak değişmediği saptanmıştır. Ayrıca, *A. olivieri*'de B olarak işaretlenen 84,4 kDa molekül ağırlıklı protein bandı kontrolde görülmemiştir. Bu bandın, tuz uygulanan gruplarda tuz konsantrasyonuna bağlı olarak değişiklik göstermediği belirlenmiştir. Diğer taraftan, C ile



Şekil 4.39. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan halofit bitkilerde protein bantları.

işaretlenmiş 53,8 kDa molekül ağırlığına sahip koyu protein bandı yapısal bir protein olmakla birlikte her üç bitkide de bulunmaktadır. Ancak, bu protein *S. europaea*'da diğer türlere göre

daha az sentezlendiği bulunmuştur. Yine de bu tür için C olarak işaretlenmiş proteinin sentezinde kontrole kıyasla bir azalma olduğu da belirlenmiştir. Molekül ağırlığı 53,8 kDa olan ve D olarak işaretlenmiş protein bandının miktarının *A. olivieri*'de tuz uygulamasına bağlı olarak azalma gösterdiği gözlemlendi. Yine *A. olivieri*'de, E olarak işaretlenen ve 40,6 kDa molekül ağırlıklı protein bandının miktarı, tuz uygulanan gruplarda tuz konsantrasyonuna paralel olarak artmıştır.

*P. distans* bitkisinde F ve G olarak işaretlenen ve molekül ağırlıkları 81,6 ve 69,8 kDa olan protein bantlarının miktarının tuz uygulanan gruplarda kontrole oranla arttığı görülmüştür. Tuz uygulaması bu proteinlerin sentezini arttırmıştır. Bununla beraber, *S. europaea* bitkisinde H olarak işaretlenen ve 107,9 kDa molekül ağırlığa sahip protein bandı kontrolde görülmesine rağmen tuz uygulanan gruplarda bu proteinin sentezinin baskılandığı gözlemlenmiştir. Yine bu bitkide görülen 66,2 kDa molekül ağırlıklı, I olarak işaretlenen protein bandı kontrolde yoğun bir şekilde görülmesine karşın tuz uygulamasına paralel olarak azalma göstermiştir (Şekil 4.39).



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

### 5.1. Morfolojik Gözlemler

Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Atriplex olivieri* (Kaz ayağı) ve *Puccinella distans* (Çorak çim) bitkileri kontrol bitkilerine göre daha yavaş bir gelişim gösterdi. En az gelişimin 800 mM tuz uygulamasında olduğu gözlemlendi. Tuz konsantrasyonu arttıkça bitki büyümesinin yavaşladığı görülmüştür. Bu gözlemler, Katerji ve ark. (1998)'nin tuzluluğun bitki su içeriğindeki azalmadan dolayı olumsuz etkilediği ve buna bağlı olarak da hızlı bir şekilde büyüme oranında azalmaya neden olduğu sonucuyla benzemektedir. Bitkiler tuzluluğa karşı bazı morfolojik değişiklikler gösterirler. Bizim çalışmamızda da kontrolden diğer gruplara doğru bitki boylarında kısalma, renklerinde koyulaşma, yapraklarda sararma ve kıvrılmaların olduğu görüldü. Bu değişiklikler metabolizmadaki değişikliklerden kaynaklanmış olabilir.

*Salicornia europaea* (Deniz börülcesi) bitkisinde diğer bitkilere göre farklı bir gelişim gözlemlendi. Obligat halofit olan bu bitkide etli bir yapı görüldü. Dolayısıyla sukkulent organlarda fazla su birikimi olmakta ve tuzlu topraklarda daha iyi gelişim göstermektedirler. 200 mM ve 400 mM tuz uygulanan gruplarda gelişimin kontrolden çok iyi olduğu görüldü. Bu, Flowers ve ark. (1986); Yokoi ve ark. (2002)'nin bazı halofitlerin özel anatomik ve morfolojik farklılıklar ile tuzcul alanlara adaptasyon sağlamaları bulgusuyla benzerlik göstermektedir. Ancak 600 mM ve 800 mM tuz uygulamasındaki gelişim Flowers ve ark.(1986); Yokoi ve ark. (2002)'nin bulgularıyla çelişmektedir. Bu da uygulanan tuz konsantrasyonların bitkinin tolerans sınırını aşmış olmasından kaynaklanabilir.

### 5.2. Stomalar

Her üç bitkinin gruplarında, stomaların sayısı ve büyüklüğü bakımından belirgin farklar görülmemiştir.

*A. olivieri* ve *P. distans* bitkilerinin kontrol uygulamasında gündüz saatlerinde stomalar açık iken tuz uygulanan gruplarda stomaların kapalı olduğu gözlemlendi. Bu durum, Azavedo Neto ve ark. (2004)'nin tuz stresinin bazı genotiplerde çözünür amino asit ve karbohidrat miktarlarını artırdığı ve stomaların kapanmasını teşvik ettiği görüşleriyle benzemektedir. Bununla birlikte *S. europaea* bitkisinin bütün gruplarında gündüz saatlerinde stomaların açık

olduğu görüldü. Bu sonuç literatürle çelişmektedir. Bu bitkide stomaların farklı bir durum sergilemesi, ya iyon birikiminden ya da obligat halofit olan bu bitkinin bulunduğu ortama uyum sağlamasıyla fazla su kaybetmemesinden kaynaklanabilir.

### 5.3. Kök Uzunlukları

Bajji ve ark. (1998), tuz stresinin *Atriplex halimus*'un yaprakları ve kökleri üzerine etkileri ile ilgili çalışmada, tuz konsantrasyonu arttıkça kök ve sürgünlerin nispi büyüme oranlarının düştüğüne ilişkin bulgularıyla, bizim elde ettiğimiz *A. olivieri* bitkisinin 200 ve 800, *P. distans*'ın ise 400 ve 800 mM tuz uygulanan gruplarında kök uzunluklarının kontrolden kısa olduğuyula ilgili bulgularımızla uygunluk göstermektedir. *A. olivieri*'nin 400 ve 600, *P. distans*'ın 200 ve 600 mM tuz uygulamalarında kök uzunluklarının kontrole göre fazla olması ise Bajji ve ark.(1998)'nin çalışmalarına ters düşmektedir.

*S. europaea* bitkisinde kök uzunlukları kontrolden diğer gruplara doğru azalmaktadır. Bu durum Bajji ve ark.(1998)'nin çalışmalarıyla örtüşmektedir. Ancak 800 mM tuz uygulanan grubun köklerinin kontrole göre fazla olduğu belirlendi. Bu durum ise Bajji ve ark.(1998)'nin çalışmalarıyla çelişmektedir.

Tuzlu topraklarda yetişen bitkilerde kökler kısılır. Bizim çalışmamızda bazı bitki gruplarında köklerin kontrolden uzun olduğu gözlemlendi. Tuzlu topraklarda osmotik potansiyelin düşmesiyle su alabilme sorunu ortaya çıkar. Dolayısıyla bitkiler de topraktan yeterli suyu alabilmek için köklerini uzatmış olabilir.

### 5.4. Gövde Uzunlukları

Gövde uzunlukları ölçümlerinde üç bitkinin de tuz uygulanan gruplarında gövde uzunluklarının kontrole göre kısaldığı tespit edilmiştir. Bu durum, Lacerda ve ark.(2001)'nin iki sorghum genotipinde, tuz stresinde gövde uzunluğunun diğer ögelerden daha çok etkilendiği ve hassas olan genotipin gövde uzunluğunun tolerant olana göre daha çok azaldığı çalışmalarıyla paraleldir. *A. olivieri* bitkisinin 400 mM tuz grubunda 200 mM tuz grubuna göre, *P. distans* bitkisinin de 600 mM tuz grubunda 400 mM tuz grubuna göre bir artış fark edildi.

Tuz stresinde gövde uzunluğunun azalmasına, gövdede iyon toksisitesinden dolayı hücre bölünmesinin azalması sebep olabilir. Gövde uzunluğu artan bitkiler ise bu iyon toksisitesinden etkilenmemiş olabilir.

### 5.5. Yaprak Değerleri

*A. olivieri* bitkisinin yaprak miktarında belirgin değişikliklerin olmaması, Martinez ve ark. (2004)'nin *Atriplex halimus* bitkisinde yaprak ve sürgün miktarında değişiklik olmaması sonuçlarıyla paraleldir.

Bu bitkinin yaprak eninde ve boyunda tuz uygulamasına paralel olarak bir azalma (Vicente ve ark., 2004) meydana gelmiştir. Yapraklardaki bu küçülme, bitkilerin daha az ışığa maruz kalarak daha az su kaybetmek kaydıyla yapılmış bir savunma mekanizması olabilir.

### 5.6. Yaş-Kuru Ağırlık Oranları

*A. olivieri* ve *P. distans* bitkisinde kuru ağırlığın tuz uygulanan gruplarda kontrolden az olduğu tespit edildi. Bu, Kheder ve ark.(2003); Warwick ve Bailey (1998)'in tuz konsantrasyonuna paralel olarak kuru ağırlığın azaldığı yönündeki çalışmasıyla uyum göstermektedir. Fakat *A. olivieri*'nin 400 mM tuz grubundan 600 mM tuz grubuna geçişte ve 600 mM tuz grubundan 800 mM tuz grubuna geçişte, *P. distans*'ta ise 200 mM tuz grubundan 400 mM tuz grubuna geçişte bir artış fark edildi. Bu durum, Kheder ve ark., (2003); Warwick ve Bailey (1998)'in sonuçlarına ters düşmektedir. Bu durum ya organik maddelerin su yokluğunda taşınamamasından ve gövde de birikmiş olmasından ya da bitkinin bünyesinde katı madde biriktirilmesinden kaynaklanmış olabilir. Bu da kuru ağırlığın artmasına sebep olur.

*Salicornia europaea* bitkisinin kuru ağırlık sonuçları, literatürle tamamen örtüşmektedir. Kuru ağırlık tuz konsantrasyonuna paralel olarak azalma göstermiştir.

### 5.7. Osmotik Potansiyel

Katı birikimiyle hücrel osmotik potansiyelin düşürülmesi şeklindeki osmotik düzenlemenin bitkilerdeki tuz ve kuraklık toleransı için önemli bir mekanizma olduğu düşünülmektedir. Tuz stresine maruz bırakılan bitkilerin osmotik potansiyelindeki bu düşüş inorganik iyonların ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{K}^+$ ) ve organik katıların (çözünür karbohidratlar, amino asitler, prolin, betainler v.s) bir sonucu olabilir (Hasegawa ve ark., 2000).

Bizim çalışmamızda da *P. distans* ve *S. europaea* bitkilerinde tuz konsantrasyonunun artışıyla ters orantılı olarak osmotik potansiyel düşüş göstermiştir.

*A. olivieri* bitkisinin bütün gruplarında kontrole göre bir düşüş belirlenmiştir. Fakat 600 mM tuz uygulamasından 800 mM tuz uygulamasına geçişte bir artış olmuştur. Bu sonuç, literatürle çelişmektedir. Bu gruptaki bitkiler tuz yoğunluğundan dolayı metabolik faaliyetlerini önemli düzeyde yitirdikleri için osmotik potansiyeli ayarlamakta sorun yaşamış olabilir.

### 5.8. Prolin

Çalışma bitkilerimizden *A. olivieri* ve *P. distans* bitkilerinde prolin miktarının tuz uygulanan gruplarda kontrole göre arttığı tespit edildi. Bu durum Bonhert ve ark., 1995; Hartzendorf ve Rolletstchek, (2001)'in çalışmalarından elde ettikleri tuzluluğa hücre sel düzeyde adaptasyonda glisin-betain ve prolin gibi osmoprotektanların birikimi ve tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak prolin miktarının arttığı sonuçlarıyla benzerdir. Bitkiler bu sayede osmotik potansiyellerini düşürerek sınırlı su şartlarından daha iyi yararlanma yoluna gideceklerdir. *A. olivieri*'nin 600 mM tuz uygulamasından 800 mM tuz uygulamasına geçişte ve *P. distans*'in 400 mM tuz grubundan 600 mM tuz grubuna geçişte bir azalma olmuştur. Bu sonuç, literatürle çelişmektedir.

*S. europaea* bitkisinde 200 mM tuz uygulamasında kontrole göre bir azalma fark edildi. Diğer gruplarda tuz uygulamasına paralel olarak prolin birikimi artmıştır. Bu sonuç Bonhert ve ark.,1995; Hartzendorf ve Rolletstchek, (2001)'in çalışmalarıyla paraleldir.

Prolinin azaldığı durumlarda, bitkiler osmotik potansiyellerini ayarlama da başka organik maddeleri biriktirmiş olabilir.

### 5.9. Klorofil a

Klorofil a miktarlarına bakıldığında çalışma bitkilerimizde değişik sonuçlar görülmüştür. *A. olivieri* bitkisinde klorofil a değerleri tuz uygulaması yapılan gruplarda kontrole göre artış göstermiştir. Bu tespit Wang ve Nil, (2000)'in tuz stresine maruz bırakılan *Amaranthus*' ta klorofil içeriğinin arttığı sonuçlarıyla paraleldir. Bu bitkinin 800 mM tuz uygulamasında 600 mM tuz uygulamasına göre bir azalma görülmüştür. Bu sonuç ise literatüre uymamaktadır.

*P. distans* ve *S. europaea* bitkisinde ise birinci bitkiyle ters bir durum gözlenmiştir. Tuz uygulanan gruplarda kontrole göre bir azalma söz konusudur. Tuz stresine maruz bırakılan bitkilerde klorofil ve total karotenoid miktarları azalmaktadır (Hernandez ve ark., 1995; 1999;



Gadallah, 1999; Agastian ve ark., 2000). *P. distans* bitkisinde 400 mM tuz uygulanan grubun 200 mM tuz uygulanan gruba göre, *S. europaea*'da ise 200 mM tuz grubunun kontrole göre artış gösterdiği tespit edildi. *S. europaea* bitkisinin 400,600 ve 800 mM tuz gruplarında tuz konsantrasyonuna paralel olarak artış fark edildi. Bu durumlar Hernandez ve ark., 1995; 1999; Gadallah, 1999; Agastian ve ark., (2000)'nın sonuçlarıyla çelişmektedir.

Tuzluluğun gelişimi etkilemesi sonucu yaprakların gelişimi etkilenir, fotosentez aktivitesi ve fotosentez ürünleri azalır. Dolayısıyla klorofil miktarı da azalır.

Bitki klorofillerini parçalayarak yapısındaki magnezyum gibi gelişimi için yararlı olan elementleri kullanmak için klorofil miktarını arttırmış olabilir.

### 5.10. Klorofil b

*A. olivieri* bitkisinin klorofil b miktarı tuz uygulanan gruplarda kontrole göre artış göstermiştir. Bu sonuç Wang ve Nil, (2000)'in tuz stresine maruz bırakılan *Amaranthus*' ta klorofil içeriğinin arttığı çalışmasıyla paraleldir. 200 mM tuz uygulamasından 400 mM tuz uygulamasına geçişte bir azalma, 600 mM tuz uygulamasında bir artış, 800 mM tuz uygulamasında tekrar azalma görülmüştür.

*P. distans* bitkisinde 200 mM tuz uygulanan grup kontrole göre artış göstermiştir. Tuz uygulanan diğer gruplarda ise kontrole göre azalma görülmüştür. Bu bitkiyle ilgili bulgular tuz stresine maruz bırakılan bitkilerde klorofil ve total karotenoid miktarlarının azalması önceki araştırmalarla benzerlik göstermiştir (Hernandez ve ark., 1995; 1999; Gadallah, 1999)

*S. europaea* bitkisinin 800mM tuz uygulanan grubunda klorofil b miktarı en yüksek değeri göstermiştir. Diğer tuz uygulanan gruplarda kontrole göre bir azalma fark edildi. Bu tespitlerimiz de literatürle benzerdir (Agastian ve ark., 2000).

### 5.10. Total Klorofil

*A. olivieri* bitkisinde total klorofil miktarları tuz uygulanan gruplarda kontrole göre artmıştır. En yüksek değer 600 mM tuz uygulamasında görülmüştür. Bu tespit Wang ve Nil, (2000)'in tuz stresine maruz bırakılan *Amaranthus*' ta klorofil içeriğinin arttığı çalışmasıyla uyumludur.

*P. distans* bitkisinin total klorofil miktarları tuz uygulanan gruplarda kontrole göre düşüş göstermiştir. Bu sonuç Hernandez ve ark., 1995; 1999; Gadallah, 1999; Agastian ve

ark., (2000)'nin tuz stresine maruz bırakılan bitkilerdeki klorofil ve total karotenoid miktarlarının azalmasıyla örtüşmektedir.

*S. europaea* bitkisinin total klorofil miktarları birbirine yakın değerler gösterirken 200 mM tuz uygulanan grupta kontrole göre bir artış fark edildi. Diğer tuz uygulanan gruplarda kontrole göre düşüş gözlemlendi. En düşük değer 800 mM tuz uygulamasında görüldü. Bu durum Hernandez ve ark., 1995; 1999; Gadallah, 1999; Agastian ve ark.,(2000)'nin çalışmalarıyla benzerdir.

### 5.11. Total Karotenoid

Karotenoid miktarlarına baktığımızda *A. olivieri* bitkisinde tuz uygulamasına paralel olarak bir artış tespit edilmiştir. Bu durum literatürle çelişmektedir. *Grevilea*'da tuz stresi altında protoklorofil, klorofiller ve karotenoidlerin önemli düzeyde azaldığı ortaya konulmuştur (Kennedy ve De Fillippis, 1999).

*P. distans* bitkisinde 200 mM tuz uygulamasında kontrole göre artış kaydedilmiştir. Tuz uygulanan diğer gruplarda kontrole göre azalma görülmüştür. Bu tespit Kennedy ve De Fillippis, (1999)'nin sonuçlarıyla paraleldir.

*S. europaea*'da karotenoid miktarları birbirine yakın değerler gösterirken 200 ve 400 mM tuz uygulamasında kontrole göre bir azalma tespit edildi. Bu sonuç literatüre uygundur. 600 ve 800 mM tuz uygulanan gruplarda da kontrole göre artış görüldü. Bu sonuç ise literatürle çelişmektedir.

Tuz stresi altında karotenoid miktarında azalma görülür. Çalışma bitkilerimizin bazı gruplarında karotenoid miktarı artmıştır. Bu ise bitkideki süper radikaller gibi zararlı maddelerin etkisini gidermek için yapılmış olabilir.

### 5.12. Hormonlar

#### 5.12.1. Giberillik asit benzeri hormonlar (GA<sub>s</sub>)

*A. olivieri* ve *P. distans* bitkisinin GA<sub>s</sub> miktarlarına bakıldığında tuz uygulaması arttıkça GA<sub>s</sub> seviyelerinin düştüğü tespit edildi. Bu tespit, Koshita ve Takahara, (2004)'nin ılımlı su stresinde GA<sub>1/3</sub> ve IAA seviyelerinin arttığı bulgusuyla çelişmektedir. Ancak *A. olivieri*'nin

200 mM tuz uygulanan grubunda kontrole göre artış görülmüştür. Bu sonuçlar literatürle uyumludur.

*S. europaea* bitkisinde ise değişik sonuçlar fark edildi. 200 ve 400 mM tuz uygulanan gruplarda GA<sub>S</sub> miktarında kontrole göre bir artış görülürken, 600 ve 800 mM tuz uygulanan grupların GA<sub>S</sub> miktarının kontrole ve diğer gruplara göre azaldığı tespit edildi.

GA<sub>S</sub> bitkilerde, gövde uzaması ve hücre bölünmesi olaylarında etkilidir. Bitkiler tuz stresi altında gelişimlerini artırmak için GA<sub>S</sub> seviyelerini arttırmış olabilir ya da GA<sub>S</sub> seviyesi tuz stresiyle ilişkili olabilir.

### 5.12.2. *Trans*-zeatin (T-Z)

Yüksek tuz konsantrasyonu, sitokin grubu hormonların bazılarının seviyelerinde artışa neden olur (Thomas ve ark., 1992; Aldesuquy, 1998; Vaidyanathan ve ark., 1999).

*A. olivieri* bitkisinde 200 ve 800 mM tuz gruplarının zeatin seviyeleri kontrole göre artış göstermiştir. Bu sonuç literatürle uyum göstermektedir. 400 ve 600 mM tuz uygulanan gruplarda ise zeatin seviyesi kontrole göre azalmıştır. Bu durum yüksek bitki metabolizmasıyla ilgili olabilir.

*P. distans* ve *S. europaea* bitkilerinin tuz uygulanan gruplarında zeatin seviyelerinin kontrolden düşük olduğu fark edildi. Her iki bitkinin de 200 ve 800 mM tuz uygulanan gruplarında zeatin seviyesinin belirgin azalma gösterdiği bulundu. Bu durum literatürle çelişmektedir. Bu bitkilerin 400 ve 600 mM tuz gruplarının 200 mM tuz grubuna göre artış göstermesi literatürle paraleldir.

Tuzluluk bitki büyüme ve gelişmesini engelleyerek metabolizmanın yavaşlamasına sebep olmaktadır. Bu da büyüme ve gelişmeyi çeşitli kademelerde kontrol eden zeatin hormonunun sentezlenmesinde azalmaya neden olabilir.

### 5.12.3. İndol asetik asit (IAA)

*A. olivieri* bitkisinin 200 ve 400 mM tuz uygulanan gruplarında IAA seviyesi kontrole göre artış göstermiştir. Koshita ve Takahara, (2004) ılımlı su stresinde IAA seviyelerinin arttığını belirtmişlerdir. 600 ve 800 mM tuz gruplarında ise diğer gruplara göre bir azalma fark edildi. Yüksek seviyede tuz toksik etkiye neden olarak IAA sentezini engellemiş olabilir.

*P. distans* bitkisinde IAA miktarları tuz uygulamasına paralel olarak azalmıştır. 600 ve 800 mM tuz uygulanan gruplarda çok belirgin bir azalma görülmüştür. Bu sonuç, Koshita

ve Takahara, (2004)'nin bulgularıyla çelişmektedir. Bu çelişki araştırmada kullanılan bitki türlerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

*S. europaea* bitkisinde ise 200, 400 ve 600 mM tuz uygulanan gruplarda kontrole göre belirgin düşüşler görüldü. 800 mM tuz grubunda ise çok büyük bir artış fark edildi.

IAA belirli bir seviyeye kadar bitki büyümesini uyarır fakat belirli bir seviyeden sonra büyümeyi inhibe eder. Bu seviye bitkiden bitkiye hatta organdan organa göre değişir. Bitkiler de bu yüzden IAA seviyelerini düşürmüş olabilir.

#### 5.12.4. Absisik asit (ABA)

Yüksek tuz konsantrasyonu, ABA gibi bitki hormonlarının seviyelerinde artışa neden olur (Thomas ve ark., 1992; Aldesuquy, 1998; Vaidyanathan ve ark., 1999).

Çalışmamızda *A. olivieri* bitkisinin 200 mM tuz uygulanan grup hariç diğerleri kontrole göre ABA seviyelerini düşürmüşlerdir. Bu sonuç literatürle çelişmektedir. 600 mM tuz uygulamasından 800 mM tuz uygulamasına geçişte ise bir artış görüldü. Bu ise literatürle benzerdir.

*P. distans* bitkisinde tuz gruplarının ABA seviyelerinde kontrole göre azalma tespit edildi. 400, 600 ve 800 mM tuz uygulanan gruplarda ise kendi aralarında bir artış görüldü.

*S. europaea* bitkisinin tuz uygulanan gruplarında ABA miktarları kontrole göre azalmıştır. Özellikle 400, 600 ve 800 mM tuz gruplarında belirgin azalmalar görüldü. Bu durum literatürle çelişmektedir.

Tuz stresinde, ABA seviyesinin arttığı genelde bilinen bir durumdur. Bizim çalışmamızda özellikle tuz konsantrasyonunun yoğun olduğu gruplar ABA seviyesini azaltmışlardır. Çalışma konumuzu teşkil eden bitkiler tuzluluğa önemli düzeyde adaptasyon sağladıkları için ABA seviyeleri açısından beklenenin tersi bir durum sergilemiş olabilirler.

### 5.13. Şekerler

#### 5.13.1. Fruktoz miktarı

Yüksek molekül ağırlığına sahip karbohidratlar büyüme amaçlı gerekli yerlere taşınabilmek, enerji temini ve değişik amaçlar doğrultusunda kullanılmak için sukroz, glukoz ve fruktoz gibi çözünen şeker yapılarında bulunurlar (Mayer ve Poljakoff-Mavber, 1975).

Martinez ve ark. (2004), *Atriplex halimus* bitkisi üzerinde yapmış oldukları araştırmada su stresinin etkilerini araştırmışlardır. Su stresine maruz kalan bitkilerdeki prolin ve çözünen şeker miktarının arttığı tespit edilmiştir.

Bizim çalışma bitkilerimizden *A. olivieri*'de fruktoz miktarı tuz uygulanan gruplarda kontrole göre artış göstermiştir. Bu sonuç literatürle uyum göstermektedir. 800 mM tuz uygulanan grup ise diğer tuz gruplarına göre en düşük değeri göstermiştir. Bu sonuç, bu bitkinin 600 mM tuz konsantrasyonuna kadar dayanıklılık göstererek fruktoz miktarını arttırdığını, 800 mM tuz konsantrasyonunun ise dayanıklılık sınırını aşarak fruktoz sentezlemesini engellemiş olabilir.

*P. distans* bitkisinde değişik fruktoz değerleri gözlenmiştir. En yüksek değeri 200 mM tuz grubu göstermiştir. 400 ve 600 mM tuz uygulanan gruplarda kontrole ve diğer tuz gruplarına göre azalma olmuştur. Bu sonuç Martinez ve ark. (2004)'nın çalışmalarıyla çelişmektedir. 800 mM tuz grubunda ise kontrole göre artış fark edildi.

*S. europaea* bitkisinde ise 200 mM tuz grubunda en düşük fruktoz miktarı tespit edildi. Bu sonuç literatürle çelişmektedir. Tuz uygulanan diğer gruplarda kontrole göre yüksek değerler belirlendi. Bu durum literatüre paraleldir. 600 mM tuz grubundan 800 mM tuz grubuna geçişte ise bir azalma görüldü.

Bitkiler karbonhidratları sukroz, fruktoz ve glukoza dönüştürerek ve miktarlarını arttırarak osmotik ayarlamalarını sağlamaktadırlar. Çözünür karbonhidratların azalması durumunda da osmotik ayarlama için başka maddeleri biriktirmiş olabilirler.

### 5.13.2. Glukoz miktarı

*A. olivieri* ve *S. europaea* bitkisinde glukoz miktarı tuz konsantrasyonuna paralel olarak artmıştır. Bu durum Fernandes ve ark. (2004)'nın tuz stresinde glukozun kontrole göre azaldığı çalışmalarıyla çelişmektedir. *S. europaea*'nın tuz gruplarının kendi aralarında ise tuz konsantrasyonuna paralel olarak bir azalma görülmüştür.

*P. distans* bitkisinde glukoz seviyesi tuz konsantrasyonuna paralel olarak azalmıştır. Bu sonuç Fernandes ve ark. (2004)'nın tuz stresinde glukozun kontrole göre azaldığı çalışmalarıyla uyum göstermektedir.

### 5.13.3. Sakkaroz miktarı

*A. olivieri* ve *P. distans* bitkisinin sakkaroz miktarı tuz uygulanan gruplarda kontrole göre artış göstermiştir. Bu sonuç Martinez ve ark. (2004)'nın su stresine maruz kalan bitkilerdeki prolin ve çözünen şeker miktarının arttığı sonuçlarıyla benzerdir. *Atriplex olivieri*'de 600 mM tuz grubundan 800 mM tuz grubuna geçişte bir azalma görülmüştür.

*S. europaea* bitkisinde ise sakkaroz miktarı kontrolden 600 mM tuz uygulamasına kadar artarken buradan sonra azalmıştır. Bu sonuç Prado ve ark. (2000)'nin NaCl'ün *Chenopodium quinoa*'da zamana bağlı olarak belli bir dönemde çözünen şekerlerin geçici olarak arttığı ancak daha sonra azaldığı çalışmasıyla benzerdir.

Şeker miktarındaki değişiklikler bitkilerin genotipine ve gelişme ortamına bağlı olabilir.

### 5.14. Yağlar

#### 5.14.1. Linoleik asit değerleri

Membran lipitlerinin temel bir bileşeni olan yağ asitlerinin bitkiler ve mikroorganizmaların tuz toleransında önemli olduğu düşünülmektedir (Somerville, 1995; Malkit ve ark., 2002). Membran lipitlerindeki doymamış yağ asitlerinin tuz stresi zararına karşı fotosentetik mekanizmayı koruduğu gösterilmiştir (Gong ve ark., 1999; Yu ve ark., 1999).

*A. olivieri* bitkisinin 200 mM tuz grubunda linoleik asit görülmemiştir. Diğer tuz gruplarında ise kontrole göre artış kaydedilmiştir. Bu durum Elkahoui ve ark. (2004)'nın *Catharanthus roseus* üzerinde tuz uygulamasıyla birlikte palmitik asid (16:0) seviyesinin azaldığını ve linolenik asidin seviyesinin ise arttığını tespit ettikleri çalışmayla benzerdir.

*P. distans* bitkisinin hiçbir grubunda linoleik asit tespit edilmemiştir. Bu sonuç Flagella ve ark. (2004)'nın, tuz stresine maruz kalan ayçiçeği bitkisinde (*Helianthus annuus* L.) oleik asid miktarının arttığı, linoleik asidin ise azaldığı sonuçlarıyla uyum göstermektedir.

*S. europaea* bitkisinde ise tuz konsantrasyonuna paralel olarak linoleik asit seviyesinin artması Elkahoui ve ark. (2004)'nin çalışmalarına uygundur. Fakat 600 mM tuz grubundan 800 mM tuz grubuna geçişte bir azalma olmuştur.

### 5.14.2. Oleik asit

*A. olivieri* bitkisinin 200 mM tuz grubunda oleik asit görülmemiştir. 400 ve 600 mM tuz grubunda kontrole yakın değerler görülürken 800 mM tuz grubunda belirgin bir artış fark edildi. Bu sonuç Flagella ve ark. (2004)'nın, tuz stresine maruz kalan ayçiçeği bitkisinde (*Helianthus annuus* L.) oleik asit miktarının arttığı, linoleik asidin ise azaldığı sonuçlarıyla uyum göstermektedir.

*P. distans* bitkisinin ise 800 mM tuz grubunda oleik asit tespit edilmemiştir. Diğer gruplarda ise tuz konsantrasyonuna paralel olarak bir artış görüldü. Bu, literatürle paraleldir.

*S. europaea* bitkisinin 200 mM tuz grubunda en yüksek oleik asit miktarı tespit edildi. Tuz uygulanan diğer gruplarda ise kontrole göre azalma fark edildi. Bu durum literatürle çelişmektedir.

### 5.15. Protein Analizleri

Bir çok yapısal proteinin her üç bitki türünde de sentezlenmesine karşın, *Salicornia europaea*'da bu proteinlerin sentezinde diğer bitki türlerine oranla ve tuz uygulamasına bağlı olarak bir düşüş olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni bu bitkinin diğer türlere kıyasla yüksek tuz konsantrasyonunu daha iyi tolere etmesi ve buna bağlı olarak da protein sentezini azaltmış olmasından kaynaklanabilir. Bu sonuç Parida ve ark. (2004)'nın tuzluluğun *Bruguiera parviflora* bitkisindeki proteinlerin bant yoğunluklarında bir azalmanın olduğu ve bu bant yoğunluklarındaki azalmanın tuz konsantrasyonundaki artışa paralel olduğu bulgularıyla paralellik arz etmektedir.

Bu çalışmada, genel olarak her üç türde de strese karşı üretilmiş olan yeni bir protein sentezlendiğini tespit edilmemiştir. Bununla birlikte, her üç tür için belirlemiş olan bazı yapısal proteinlerin sentezinde artma, bazılarında ise düşüş ve bir kısmında da tamamen ortadan kalktığı tespit edilmiştir.

Çalışma bitkilerimizde protein bantlarında artma azalma olurken bitkilerin hiçbiri özel bir protein sentezine gitmemiştir. Tuz stresine karşı kendi mekanizmaları yeterli olduğundan stres proteinlerini üretmemiş olabilir.

Sonuç olarak araştırma konumuzu teşkil eden tuzluluğa değişik oranlarda adapte olmuş üç bitkinin adaptasyon aşamasında fizyolojik açıdan değişik olayları kullandıkları bu çalışmayla ortaya konulmuştur.





## KAYNAKLAR

- Agastian, P., Kingsley, S.J., Vivekanandan, M., 2000. Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. *Photosynthetica*, **38**: 287–290.
- Alamgir, A.N.M., Ali, M.Y., 1999. Effect of salinity on leaf pigments, sugar and protein concentrations and chloroplast ATPase activity of rice (*Oryza sativa* L.) Bangladesh. *J. Bot.*, **28**: 145–149.
- Aldesuquy, H.S., 1998. Effect of seawater salinity and gibberellic acid on abscisic acid, amino acids ve water-use efficiency of wheat plants. *Agrochemica*, **42**: 147-157.
- Al-Khayri, J. M., Al-Bahrany, A. M., 2004. Growth, water content, ve proline accumulation in drought-stressed callus of date palm. *Biologia Plantarum*, **1**: 105-108.
- Amor, N. B., Hamed, K. B., Debez, A., Claude G. C., Chedly A. C., 2005. Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte *Crithmum maritimum* to salinity. *Plant Science*, **168**: 889–899.
- Azevedo Neto, A. D. A., Prisco, J. T., Eneas-Filho, J., Lacerda, C. F., Silva, J. V., Costa, P. H. A., Gomes-Filho, E., 2004. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response solute accumulation of different maize genotypes, Braz. *J. Plant Physiol*, **16**: 31-38.
- Aziz, A., Martin-Tanguy, J., Larher, F., 1999. Salt stress-induced proline accumulation and changes in tyramine and polyamine levels are linked to ionic adjustment in tomato leaf discs. *Plant Science*, **145**: 83-91.
- Bajji, M., Kinet, J. M., Lutts, S., 1998. Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* L. and their corresponding callus cultures. *Plant Science*, **137**: 131–142.
- Banowetz, G. M., 1994. Immunoanalysis of Cytokinins. *Cytokinins*. (Editors: Mok, D. W. S., Mok, M. C.) CRC Press, London. 305-315.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free prolin for water stress studies. *Plant soil*, **39**: 205-207.
- Battal, P., Tileklioglu, B., 2001. The Effects of Different Mineral Nutrients on the levels of Cytokinins in Maize (*Zea mays* L.). *Turk.J.Bot.*, **25**:123-130
- Benlloch, M., Fournier, J. M., Ramos, J., Benlloch, M., 2005. Strategies underlying salt tolerance in halophytes are present in *Cynara cardunculus*. *Plant Science*, **168**: 653–659.
- Blumwald, E., Aharon, G. S., Apse, M. P., 2000. Sodium transport in plant cells. *Biochemica et Biophysica Acta*, **1465**: 140-151.

- Blumwald E., Poole R.J., 1988. Salt tolerance in suspension cultures of sugar beet, Induction of  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  antiport activity at the tonoplast by growth in salt. *Plant Physiol.*, **83**: 884-887.
- Bohnert, H.J., Nelson, D. E., Jensen, R. G., 1995. Adaptation to environmental stresses. *Plant Cell*, **7**: 1099-1111.
- Bonhert, H.J., Nelson, D.E., 1996. Strategies for engineering water stress tolerance in plants. *Trends in Biotechnology*, **14**: 89-97.
- Brenner, M. L., 1981. Modern methods for plant growth substance analysis. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **32**: 511-538.
- Cellier, F., Conejero, G., Breitler, J. C., Casse, F., 1998. Molecular and Physiological Responses to Water Deficit in Drought-Tolerant and Drought-Sensitive Lines of Sunflower. *Plant Physiol.*, **116**: 319-328.
- Chamberlain, J., 1995. *The Analysis of Drugs in Biological Fluids* (Second Edition). CRC Press, New York. 139-145.
- Chapin F.S., 1991. Integrated responses of plants to stress. *Bioscience*, **41**: 29-36.
- Chater, A.O., Cartier, D., 1976. Plantago L. In: Tutin, T.G., Heywood, V.A., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. (Eds.), *Flora Europaea*, Vol. 4. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 38-44.
- Cheikh, N., Jones, R. J., 1994. Disruption of maize kernel growth and development by heat stress. *Plant Physiol*, **106**: 45-51.
- Chen, W. S., 1991. Changes in cytokinins before and during early flower bud differentiation in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). *Plant Physiol*, **96**: 1203-1206.
- Christie, W. W., 1997. Analysis of fatty acids by high-performance liquid chromatography. *Lipid Technology*, **9**: 124-126.
- Cutting, J. G. M., 1991. Determination of the cytokinin complement in healthy and witchesbroom malformed proteas. *J. Plant Growth Regul*, **10**: 85-89.
- Davies, P. J., 1995. The Plant Hormones; Their Nature, Occurrence and Functions. *Plant hormones*. (Editor: Davies P. J.) Kluwer Academic Publishers, Boston. 1-39.
- De Lacerda, C.F., Cambria, J., Cano, M.A.O., Ruiz, H. A., 2001. Plant growth and solute accumulation and distribution in two sorghum genotypes, under NaCl stress. *R. Bras. Fisiol. Veg.*, **13** (3): 270-284
- Dionisio-Sese, M.L., Tobit, S., 1998. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress. *Plant Science*, **135**: 1-9.

- Egan, T.P., I.A. Ungar., 1999. The effects of temperature and seasonal change on the germination of two salt marsh species, *Atriplex prostrata* and *Salicornia europaea*, along a salinity gradient. ***International Journal of Plant Sciences***, **160**: 861-867.
- Elkahoui, S., Smaoui, A., Zarrouk, M., Ghrir, R., Limam, F., 2004. Salt-induced lipid changes in *Catharanthus roseus* cultured cell. ***Phytochemistry***, **65**: 1911-1917.
- FAO, 2000. Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils. Available in: <http://www.fao.org/ag/AGL/agll/spush/intro.htm>.
- Featonby-Smith, B. C., Van Staden, J., 1984. Identification and seasonal variation of endogenous cytokinins in *Ecklonia maxima* (Osbeck) Papenf. ***Botanica Marina***, **27**: 527-531.
- Fernandes, F. M., Arrabaça, M. C., Carvalho, L. M. M., 2004. Sucrose metabolism in *Lupinus albus* L. under salt stress. ***Biologia Plantarum***, **48**: 317-319.
- Flagella, Z., Giuliani, M. M., Rotunno, T., Caterina, R. D., Caro, A. D., 2004. Effect of saline water on oil yield and quality of a high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrid, Europ. ***J. Agronomy***, **21**: 267-272.
- Flowers, T. F., Troke, P. R., Yeo, A. R., 1997. The mechanism of salt tolerance in halophytes. ***Annu. Rev. Plant Physiol.***, **28**: 89-121.
- Flowers, T.J., Hajibagheri, M.A., Clipson, N.J.W., 1986. Halophytes The Quart. ***Rev. Bio.***, **61**: 313-337.
- Flowers, T.J., Yeo, A.R., 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants. ***J. Plant Physiol.***, **22**: 875-884.
- Forment, J., Naranjo, M.A., Roldan, M., Serrano, R., Vicente, O., 2000. Expression of *Arabidopsis* SR like splicing proteins confers salt tolerance to yeast and transgenic plants. ***The Plant Journal***, **30**: 511-519.
- Fritz, H., Belagaje, R., Brown, E. L., Fritz, R. H., Jones, R. A., Loes, R. G., Khorana, H. G., 1978. High-pressure liquid chromatography in polynucleotide synthesis. ***American Chemical Society***, **17** (7): 1257-60.
- Gadallah, M.A.A., 1999. Effects of proline and glycinebetaine on *Vicia faba* response to salt stress. ***Biol. Plant.***, **42**: 249-257.
- Garbarino, J., Dupon F.M., 1988. NaCl induced a Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> antiport in tonoplast vesicles from barley roots. ***Plant Physiol.***, **86**: 231-236.
- Genkel, P.A., 1954. ***Soleustoichivost' rastenii i puti ee napravlennogo povysheniya (Bitkilerde Tuz Toleransı ve Bunun Planlanmış Arttırılışı)***. – Timiryazevskie Chteniya XII. Izdatel'stvo Akademi Nauk SSSR.

- Ghoulşm, C., Foursy, A., Fares, K., 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, **47**: 39-50.
- Gong, H.M., Yu, B.J., Liu, Y.L., 1999. Effects of fatty acids on lipid composition and function of tonoplast vesicles in barley seedlings under salt stress. *Acta Bot. Sin.*, **41**: 414-419.
- Gorham, J., Hughes, L. Y., Wyn Jones, R. G., 1981. Low-molecular-weight carbohydrate in some salt-stressed plants. *Physiol. Plant.*, **53**: 27-33.
- Gosset, D.R., Millhollon, E.P., Lucas, M.C., Banks, S.W., Marney, M.M., 1994. The effects of NaCl on antioxidant enzyme activities in callus tissue of salt-tolerant and salt-sensitive cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L.). *Plant Cell Rep.*, **13**: 498–503.
- Greenway, H., Munns, R., 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, **31**:149-190.
- Hamrouni, I., Salah, H.B., Marzoul, B., 2001. Effects of water-deficit on lipids of sunflower aerial parts. *Phytochemistry*, **58**: 227-280.
- Hansen, C. E., Venzler, H., Meins, F., 1984. Concentration gradient of *trans*-zeatin riboside and *trans*-zeatin in the maize stem. *Plant Physiol.*, **75**: 959-963..
- Hartzendorf, T., Rolletschek, H., 2001. Effects of NaCl-salinity on amino acid and carbohydrate contents of *Phragmites australis*. *Aquatic Botany*, **69**: 195-208.
- Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J-K., Bohnert H.J., 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, **51**: 463-499.
- Hassanein, A.M., 1999. Alterations in protein and esterase patterns of peanut in response to salinity stress. *Biol. Plant.*, **42**: 241–248.
- Hernandez, J.A., Olmos, E., Corpas, F.J., Sevilla, F., Del Rio, L.A., 1995. Salt-induced oxidative stress in chloroplasts of pea plants. *Plant Sci.*, **105**: 151–167.
- Hernandez, J., Jimenez, A., Mullineaux, P., Sevilla, F., 2000. Tolerance of pea plants (*Pisum sativum*) to long-term salt stress is associated with induction of antioxidant defenses. *Plant Cell Environ.*, **23**: 853–862.
- Hernandez-Miana, F. M., 1991. Identification of cytokinins and the changes in their endogenous levels in developing *Citrus sinensis* leaves. *Journal of Horticultural Science*, **66** (4): 505-511.
- Hernandez-Miana, F. M., Millo, E. P., Millo, J. P., 1989. Endogenous cyotkinins in developing fruits of seeded and seedles citrus cultivars. *Journal of Experimental Botany*, **40** (219): 1127-1134.

- Hernandez-Sebastia, C., Piche, Y., Desjardins, Y., 1999. Water relations of whole strawberry plantlets in vitro inoculated with *Glomus intraradices* in a tripartite culture system. ***Plant Science*, 143**: 81-91.
- Horgan, R., 1988. Hormone Analysis, In: ***Plant Hormones***. (Editor: Davies, J. D.) Kluwer Academic Publishers, London, 415-419.
- Horgan, R., Kramers, M. R., 1979. High-performance liquid chromatography of cytokinins. ***Journal of Chromatography*, 173**: 263-70.
- Karkacier, M., Erbas, M., Uslu, M.K., Aksu, M., 2003. Comparison of Different Extraction and Detection Methods for Sugars Using Amino –Bonded Phase HPLC. ***Journal of Chromatographic Science*, 41**: 331-333.
- Katerji, N., Hoorn, J. W., Hamdy, A., Mastrorilli, M., 1998. Response of tomatoes, a crop of indeterminate growth, to soil salinity. ***Agricultural Water Management*, 38**: 59-68.
- Kefu, Z., Hai, F., Ungar, I.A., 2002. Survey of halophyte species in China. ***Plant Science*, 163**: 491-498.
- Kennedy, B.F., De Fillippis, L.F., 1999. Physiological and oxidative response to NaCl of the salt tolerant *Grevillea ilicifolia* and the salt sensitive *Grevillea arenaria*. ***J. Plant Physiol.*, 155**: 746–754.
- Khavarinejad, R.A., Chaparzadeh, N., 1998. The effects of NaCl and CaCl<sub>2</sub> on photosynthesis and growth of alfalfa plants. ***Photosynthetica*, 35**: 461–466.
- Kheder, A. H. A., Abbas, M. A., Abdel Wahid, A. A. A., Quick, W. P., Abogadallah, G. M., 2003. Proline induces the expression of salt-stress-responsive proteins and may improve the adaptation of *Pancreaticum maritimum* L. to salt-stress. ***Journal of Experimental Botany*, 392**: 2553-2562.
- Koshimizo, K., Iwamura, H., 1986. Cytokinins. ***Chemistry of Plant Hormones***, (Editor: Takahashi, N.), CRC Press Inc., Florida. 154-199.
- Koshita, Y., Takahara, T., 2004. Effect of water stress on flower-bud formation and plant hormone content of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). ***Scientia Horticulturae*, 99**: 301-307
- Kovac, M., Zel, J., 1994. The Efect of aluminium on the cytokinins in the mycelia of *Lactarius piperatus*. ***Planta Science*, 97**: 137-142.
- Kudoyarova, G. R., Usmanov, I. YU., Gyulizade, V. Z., Ivanov, I. I., Trapeznikov, V. K., 1990. Effect of the mineral nutrition level on growth and concentration of cytokinins and auxins in wheat seedlings. ***Soviet Plant Physiology Vol.*, 36**: 816-819.

- Kumar, S. G., Reddy, A. M., Sudhakar, C., 2003. NaCl effects on proline metabolism in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) with contrasting salt tolerance. *Plant Science*, **165**: 1245-1251.
- Kuraishi, S., Tasaki, K., Sakurai, N., Sadatoku, K., 1991. Changes in levels of cytokinins in etiolated squash seedlings after illumination. *Plant Cell Physiol.*, **32** (5): 585-591.
- Laemlii, U.K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, **227**: 680-685.
- Lechno, S., Zamski, E., Telor, E., 1997. Salt stress-induced responses in cucumber plants. *J. Plant Physiol.*, **150**: 206–211.
- Levitt, J., 1980. *Responses of Plant to Environmental Stresses, Vol. 1. Academic Press, New York.*, 865-867s.
- Lockhart, J. A., 1965. An analysis of irreversible plant cell elongation. *J. Ther. Biol.*, **8**: 264-275.
- Lopez, F., Vansuyt, G., Fourcroy, P., Casse-Delbart, F., 1994. Accumulation of a 22-kDa protein in the leaves of *Raphanus sativus* in response to salt stress or water deficit. *Plant Physiol.*, **91**: 605–614.
- Lu, C.M., Vonshak, A., 1999. Characterization of PS II photochemistry in salt-adapted cells of cyanobacterium *Spirulina platensis*. *New Phytol.*, **141**: 231–239.
- Maathuis, F.J.M., Amtmann, A., 1999. K<sup>+</sup> nutrition and Na<sup>+</sup> toxicity: the basis of cellular K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> ratios. *Ann. Bot.*, **84**: 123-133.
- Machackova, I., Krekule, J., Eder, J., Seidlova, F., Strnad, M., 1993. Cytokinins in photoperiodic induction of flowering in *Chenopodium* species. *Physiologia Plantarum*, **87**: 160-166.
- Malkit, A., Sadka, A., Fisher, M., Goldshlag, P., Gokhman, L., Zamir, A., 2002. Salt induction of fatty acid elongase and membrane lipid modifications in the extreme halotolerant Alga *Dunaliella salina*. *Plant Physiol.*, **129**: 1320-1329.
- Mant, C. T., Hodges, R. S., 1991. HPLC terminology: Practical and Theoretical. *High-Performance Liquid Chromatography of Peptides and Proteins*, (Editors: Mant, C. T., Hodges, R. S.) CRC Press, London. 69-94.
- Martinez, J., Lutts, S., Schanck, A., Bajji, M., Kinet, J.M., 2004. Is osmotic adjustment required for water stress resistance in Mediterranean shrub *Atriplex halimus* L. *Journal of Plant Physiology*, **161**: 1041-1051.

- Mayer, A. M., Poljakoff-Mavber, A., 1975. *The germinating of seeds*. 2nd edn. Pergamon Pres, New York.
- McCue, K.F., A.D. Hanson., 1990. Drought and salt tolerance: towards understanding and application. *Trends Biotech.*, **8**: 358-362.
- Mooney, P. A., Staden, J. V., 1984. Seasonal changes in the Levels of endogenous Cytokinins in *Sargassum heterophyllum* (Phaeophyceae). *Botanica Marina*,**17**: 437-442.
- Morgan, J. M., 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **35**: 299-319.
- Morris, J. W., Dumas, P., Morris, R., O., Zaer, J. B., 1990. Cytokinins in vegetative and reproductive buds of *Pseudotsuga menziesii*. *Plant Physiol.*, **9**: 67-71.
- Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.*, **25**: 239-250.
- Munns, R., King, R.W., 1988. Abscisic acid is not the only stomatal inhibitor in the transpiration stream of wheat plants. *Plant Physiol.*, **88**: 703-708.
- Niknam, S.R., McComb, J., 2000. Salt tolerance screening of selected Australian woody species-a review. *Forest Ecology and Management*, **139**: 1-19.
- Niknam, V., Bagherzadeh, M., Ebrahimzadeh, H., Sokhansanj, A., 2004. Effect of NaCl on biomass and contents of sugars, proline and proteins in seedlings and leaf explants of *Nicotiana tabacum* grown in vitro, *Biologia Plantarum*, **48**: 618-615.
- Ogbonnaya, C.I., Nwalozie, M.C., Roy-Macavley, H., Annerosa, D.J.M., 1998. Growth and \water relations of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) under water deficit on a sandy soil. *Industrial crops and products*, **8**: 65-76.
- Palni, L. M. S., Summons, R. E., Letham, D. S., 1983. Mass spectro analysis of cytokinins in plant tissues. *Plant Physiol*, **7** (2): 858-863.
- Panda, S. K., Upadhyay, R. K., 2003. Salt stress injury induces oxidative alterations and antioxidative defense in the roots of *Lemna minor*. *Biologia Plantarum*, **48**: 249-253.
- Parida, A.K., Das, A.B., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental safety*, **60**: 324-349.
- Parida, A., Das, A.B., Das, P., 2002. NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera parviflora*, in hydroponic cultures. *J. Plant Biol.*, **45**: 28-36.

- Parida, A. K., Das, A. B., Monhanty, P., 2004. Defense potentials to NaCl in a mangrove, *Bruguiera parviflora*: differential changes of isoforms of some antioxidative enzymes. *J. Plant Physiol.*, **161**: 531-542.
- Parida, A.K., Das, A.B., Sanada, Y., Mohanty, P., 2004. Effect of salinity on biochemical components of the mangrove, *Aegiceras corniculatum*. *Aquatic Botany*, **80**: 77-87.
- Philipupillai, J., Ungar, I. A., 1984. The effect of seed dimorphism on germinating in *salicornia bigelovii*. *Physiologia Plantarum*, **24**: 73-75.
- Prado, F. E., Boero, C., Gallardo, M., Gonzalez, J. A., 2000. Effect of NaCl on germinating, growth and soluble sugar. *Bot. Bull. Acad. Sin.*, **41**: 27-34.
- Qamaruddin, M., 1996. Appearance of the zeatin riboside type of cytokinin in *Pinus sylvestris* seeds after red light treatment. *Scand. J. For. Res.*, **6**: 41-46.
- Qamaruddin, M., Dormling, I., Eliasson, L., 1990. Increase in cytokinin levels in scots pine in relation to chilling and bud burst. *Physiologia Plantarum*, **79**: 236-241.
- Qiu-Fang, A., Yuan-Yuan, L., Cai-Hong, P., Cong-Ming, L., Bao-Shan, W., 2005. NaCl enhances thylakoid-bound SOD activity in the leaves of C3 halophyte *Suaeda salsa* L. *Plant Science*, **168**: 423-430.
- Ramagopal, S., 1987. Salinity stress induced tissue-specific proteins in barley seedlings. *Plant Physiol.*, **84**: 324-331.
- Rhodes, D., 1987. *Metabolic responses to stress*. In P Srumpf, E Conn, eds, *Biochemistry of Plants*, Vol 12. **Academic Press, New York**, pp 201-241.
- Roberts, J. A., Hooley, R., 1988. *Plant Growth Regulators*. Blackie, London. 1-84.
- Roby, J. F., White, B. J., 1990. *Biochemical Techniques Theory and Practica*. Waweland Press, Inc. 101-103.
- Romero-Aranoda, R. Syvertsen, J.P. 1996. The influence of foliar applied urea nitrogen and saline solutions on net gas exchange of citrus leaves. *Amr. Soc.Hort.Sci.*, **121**: 501-6.
- Sánchez, F. J., Manzanares, M., Andres, E. F., Tenorio, J. L., Ayerbe, L., 1998. Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. *Field Crops Research*, **59**: 225-235.
- Santos, C. V., 2004. Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by stress in sunflower leaves. *Scientia Horticulturae*, **103**: 93-99.
- Schabes, F. I., Sigstad, E. E., 2005. Calorimetric studies of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seed germination under saline stress conditions. *Food Hydrocolloids*, **19**: 441-453.



- Seemann, J.R., Critchley, C., 1985. Effects of salt stress on the growth, ion content, stomatal behaviour and photosynthetic capacity of salt-sensitive species, *Phaseolus vulgaris* L., **Planta**, **164**: 151-162.
- Selçuk, N., 1996. **Türkiye’de yayılış gösteren *Biebersteinia* Steph. Cinsinin autekolojisi**, *Doktora Tezi*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Serrano, R., Rodriguez-Navarro, A., 2001. Ion homeostasis during salt stress in plants. **Curr. Opin. Cell Biol.**, **13**: 399-304.
- Soejima, H., Sugiyama, T., Ishihara, K., 1992. Changes in cytokinin activities and mass spectrometric analysis of cytokinins in root exudates of rice plant (*Oryza sativa* L.). **Plant Physiol.**, **94**: 1724-1729.
- Somerville, C., 1995. Direct tests of the role of membrane lipid composition in low-temperature-induced photoinhibition and chilling sensitivity in plants and cyanobacteria. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA.**, **92**: 6215-6218.
- Sudhakar, C., Lakshmi, A., Giridarakumar, S., 2001. Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) under NaCl salinity. **Plant Science**, **161**: 613-619.
- Sunseri., F., Palazzo., D., Montemurro., N. Montemurro., F., 2000. Salinity Tolerance of Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Field Performance under Salt Stres. **Ital. J. Argon.**, **2**: 111-116
- Swamy, P.M., Smith, B.N., 1999. Role of abscisic acid in plant stress tolerance. **Current Science**, **76**: 1220-1227
- Tamas, L., Huttova, J., Mistrik, I., 2001. Impact of aluminum, NaCl and growth retardant tetcyclacis on growth and protein composition of maize roots. **Biologia**, **56**: 441–448.
- Taylor, J. S., Thompson, B., Pate, S. J., Atkins, C. A., Pharis, R. P., 1990. Cytokinins in the phloem sap of white lupin (*Lupinus albus* L.). **Plant Physiol.**, **94**: 1714-20.
- Thomas, J.C., McElwain, E.F., Bohnert, H.J., 1992. Convergent induction of osmotic stress-responses. **Plant Physiol.**, **100**: 416-423.
- Toriije, E., Diez, C., Camara, M., Camacho, E., Mazairo, P., 1998. Influence of freezing Process on Free Sugars Content of Papaya and Banana Fruits. **J. Sci. Food Agric.**, **76**: 315.
- Turnbull, C. G. N., Hanke, D. E., 1985. The control of bud dormancy in potato tubers. Measurement of the seasonal pattern of changing concentration of zeatin. **Planta**, **165**: 366-376.

- Unni, S., Rao, K.K., 2001. Protein and lipopolysaccharide profiles of a salt-sensitive *Rhizobium* sp and its exopolysaccharide deficient mutant. *Soil Biol. Biochem.*, **33**: 111–115.
- Vaidyanathan, R., Kuruvilla, S., Thomas, G., 1999. Characterization and expression pattern of an abscisic acid and osmotic stress responsive gene from rice. *Plant Sci.*, **140** : 21-30.
- Vicente, O., Boscaiu, M., Naranjo, M. A., Estrelles, E., Belles, J. M., Soriano, P., 2004. Responses to salt stress in the halophyte *Plantago crassifolia* (Plantaginaceae). *Journal of Arid Environments*, **58**: 463–481.
- Wang, H.L., Lee, P. D., Liu, L. F., Su, J. C., 1999. Effect of sorbitol induced osmotic stress on the changes of carbohydrate and free amino acid pools in sweet potato cell suspension cultures. *Bot. Bull. Acad. Sin.*, **40**: 219-225.
- Wang, Y., Nil, N., 2000. Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*, **75**: 623–627.
- Warwick, N.W.M., Bailey, P.C.E., 1998. The Effect of Time of Exposure to NaCl on Leaf Demography and Growth for Two Non-Halophytic Wetland Macrophytes, *Potamogeton tricarlinatus* F. Muell. and A. Benn. Ex A. Benn. and *Triglochin Procera* R. Br. *Aquatic Botany*, **62**: 19-31.
- White, P.J., Broadley, M.R., 2001. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. *Ann. Bot.*, **88**: 967-98.
- Wu, J.L., Seliskar, D.M., Gallagher, J.L., 1998. Stress tolerance in the marsh plant *Spartina patens*: impact of NaCl on growth and root plasma membrane lipid composition. *Physiol. Plant.*, **102**: 307–317.
- Yen, H.E., Zhang, D.Z., Lin, J.H., Edwards, G.E., Ku, M.S.B., 1997. Salt-induced changes in protein composition in light-grown callus of *Mesembryanthemum crystallinum*. *Physiol. Plant.*, **101**: 526–532.
- Yokoi, S., Bressan, R. A., Hasegawa, P. M., 2002. Salt stress tolerance of plants, *JIRCAS Working Report*, 25-33.
- Yu, B.J., Gong, H.M., Liu, Y.L., 1999. Effects of exogenous fatty acids on H<sup>+</sup>-ATPase activities and lipid composition of plasma membrane vesicles isolated from roots of barley seedlings under salt stress. *J. Plant Physiol.*, **155**: 646-651.
- Zang, J., Davies, W.J., 1989. Abscisic acid produced in dehydrated roots may enable the plant to measure the water status of the soil. *Plant Cell Environ.*, **12**: 881-890.

- Zeevaart, J.A.D., Creelman, R.A., 1988. Metabolism and physiology of abscisic acid. *Annu Rev Plant Physiol.*, **39**: 439-473.
- Zhao, F. G., Qin, P., 2005. Protective effects of exogenous fatty acids on root tonoplast function against salt stress in barley seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, **53**: 215-223.
- Zhu, J.K., 2001. Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, **6**: 66–71.
- Zörp, C., Schmitt, S., Neeb, A., Karl, S., Linder, M., Schubert, S., 2004. The biochemical reaction of maize (*Zea mays* L.) to salt stress is characterized by a mitigation of symptoms and not by a specific adaptation. *Plant Science*, **167**: 91-100.



## **ÖZGEÇMİŞ**

İclal DURDU, 1979 yılında Kayseri’de doğdu. İlk, orta ve lise tahsilini Kayseri’de tamamladı. Yüksek öğrenimini, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Biyoloji Öğretmenliği Bölümünde 2001 yılında tamamladı. 2004 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2002 yılından beri Van’da sınıf öğretmenliği yapmaktadır.