

**TC
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**TUZ STRESİNE MARUZ BIRAKILAN MISIR (*Zea mays* L.) BİTKİSİNDE, EKSOJEN
OLARAK UYGULANAN ABSİSİK ASİT (ABA) VE SALİSİLİK ASİT (SA)'İN
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAZIRLAYAN : M. Cem KOÇER
DANIŞMAN : Doç. Dr. Peyami BATTAL**

VAN – 2007

**T.C
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**TUZ STRESİNE MARUZ BIRAKILAN MISIR (*Zea mays* L.) BİTKİSİNDE, EKSOJEN
OLARAK UYGULANAN ABSİSİK ASİT (ABA) VE SALİSİLİK ASİT (SA)'İN
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN : M. Cem KOÇER

VAN - 2007

KABUL ve ONAY SAYFASI

Doç Dr. Peyami BATTAL danışmanlığında, M. Cem KOÇER tarafından hazırlanan “Tuz Stresine Maruz Bırakılan Mısır (*Zea Mays* L.) Bitkisinde, Eksojen Olarak Uygulanan Absisik Asit (Aba) ve Salisilik Asit (Sa)’ın Etkilerinin Belirlenmesi” 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

TUZ STRESİNE MARUZ BIRAKILAN MISIR (*Zea mays* L.) BİTKİSİNDE, EKSOJEN OLARAK UYGULANAN ABSİSİK ASİT (ABA) VE SALİSİLİK ASİT (SA)'İN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

KOÇER, M. Cem

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Peyami BATTAL

Ocak-2007, 85 sayfa

Bu çalışmada tuz stresinin uygulandığı ortamlarda yetiştirilen mısır (*Zea mays* L.) bitkisine absisik asit (ABA) ve salisilik asit (SA)'in farklı konsantrasyonları uygulandı. Tuz stresine maruz bırakılan ve hormon uygulanan bitkilerde, şeker, yağ asidi ve hormon miktarları yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile, klorofil a ve b, karotenoid ve prolin, seviyeleri spektrofotometre ile belirlendi. Ayrıca morfolojik gelişmeleri takip edildi ve yapraklardan alınan yüzeysel kesitlerde stoma sayıları ile birlikte stoma büyüklükleri, kök, gövde ve yaprak uzunluklarının yanı sıra kuru-yaş ağırlık oranları de belirlendi.

Araştırma sonucunda morfolojik gelişme üzerine tuzun artan konsantrasyonlarının olumsuz etkilerinin de arttığı gözlenirken, absisik asit uygulanan bitkilerin, salisilik asit uygulanan bitkilere göre daha iyi geliştikleri gözlemlendi. Stoma sayıları ve büyüklükleri üzerinde hormonların herhangi ekstrem etkisi gözlenmezken, kök, gövde, yaprak uzunlukları ve kuru-yaş ağırlık oranları üzerinde değişik etkilere sahip oldukları belirlenmiştir.

150 ppm ABA uygulamalarında Total klorofil seviyelerinin arttığı gözlenmiştir. Total karotenoid seviyeleri de hemen hemen bütün ABA uygulamalarında yüksek olduğu görüldü. Endojen hormon seviyelerinin, şeker seviyelerinin ve yağ asidi seviyelerinin de hem tuz uygulamaları, hem de eksojen hormon uygulamalarıyla birlikte önemli düzeylerde değiştiği gözlenmiştir. Prolin seviyelerinde ise tuz uygulaması ile birlikte artarken, hormon uygulamalarının da konsantrasyonlarına bağlı olarak prolin seviyelerini önemli düzeyde arttırdığı ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: ABA (Absisik asit), HPLC, Mısır (*Zea mays* L.), Prolin, SA (Salisilik asit), Şekerler, Tuz stresi, Yağ asitleri

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF EXOGENOUSLY APPLIED ABA (Absciscic acid) AND SA (Salicylic Acid) ON MAIZE PLANT EXPOSED TO SALINITY STRESS

KOÇER, M. Cem

MSc, Biological Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Peyami BATTAL

January-2007, 85 pages

Different concentrations of ABA (Absciscic acid) and SA (Salicylic Acid) were applied on maize (*Zea mays* L.) plant during salinity stress. Sugars, fatty acids and phytohormones levels were determined by high performance liquid chromatography (HPLC). The chlorophyll a and b, carotenoid and proline levels were determined spectrophotometrically. In addition to that, tangential section of leaves was investigated under light microscope and stomata number and size were measured. Moreover, the length of stem, root and leaf and fresh and dry weight were determined.

According to morphological investigations, the salinity stress deteriorated the plant development depending on increasing levels. However the ABA application minimizes the severity of salinity effects more than SA. On the stomata size and number, no significant effects of exogenous SA and ABA on root, stem and leaf length and fresh and dry weight of maize plants exposed to salinity stress were observed.

Total chlorophyll level increased with the application of 150 ppm ABA. The total carotenoid levels increased in all ABA application. Endogenous phytohormones, sugars and fatty acid levels changed depending on salinity stress and exogenous SA and ABA treatment. Proline level increased with increasing salinity treatment while ABA and SA applications increased proline level depending on the concentrations and the type of plant growth regulators.

Key words: ABA (Absciscic acid), Fatty acids, HPLC, Maize (*Zea mays* L.), Proline, SA (Salicylic Acid), Salinity stress, Sugars,

ÖN SÖZ

İnsanoğlunun tarımsal yaşama geçmesinden bu yana, nüfusun artması ve bununla birlikte tarımsal alanların, kullanımdan kaynaklanan tuzluluk nedeniyle elverişsiz hale gelmeye başlaması, bitkisel kaynakların verimli kullanılamaması sorununa yol açmaktadır. Bu soruna karşı en makul çözüm bitkilerin tuzluluktan kaynaklanan sorunlara karşı koyabilme gücünün araştırılmasında yatmaktadır. Özellikle tarımsal bitkilerde bu yöndeki çalışmalar artan bir ivme ile devam etmektedir. “Tuz stresine maruz bırakılan mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde eksojen olarak uygulanan Absisik asit (ABA) ve Salisilik asit (SA)’ın etkileri” adlı çalışmamız da bu yönde atılan önemli bir adımdır.

Bitkilerin yayılış alanları geniş olmakla birlikte, nadiren optimum şartlara maruz kalırlar. Bunun yanı sıra karasal alanların ancak %10’u tarım uygulamaları için elverişlidir. Kullanılan tarımsal alanlar da stres faktörlerinin etkisiyle zamanla verimsizleşir.

Yaşadıkları çevreye bağlı olarak bitkiler birçok biyotik ve abiyotik stres faktörleri ile karşılaşmaktadırlar. Biyotik stres faktörleri, mikroorganizma, zararlılar, hastalıklar, allelopati, insan tahribatı gibi faktörleri içermektedir. Sıcaklık, su, tuzluluk, radyasyon, gibi çevresel değişkenler ise abiyotik stres faktörlerine örnek olarak gösterilebilir. Bitki, yaşamını devam ettirebilmesi için bu stres faktörlerine karşı tolerans ve adaptasyon mekanizmaları geliştirmek zorundadır.

Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuz 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,1972; Larcher,1995; Sivritepe ve Eriş, 1996b).

Bu konuda bana çalışma fikri veren ve yüksek lisans çalışma süresince yardımlarını esirgemeyen tez yöneticisi kıymetli 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 ve Arş. Gör. Mehmet Emre EREZ’e, resmi işlemlerim esnasında her türlü özveride bulunan Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü Doç. Dr. Aşkın KORA’a, müdür

yardımcıları ve tüm personeline, tezime 2006-FBE- YL44 no'lu proje kapsamında maddi destek sağlayan Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanı Prof. Dr. Ali Fuat Doğu şahsında bütün çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın her aşamasında bana maddi ve manevi destek olan aileme ve akrabalarımın teşekkürlerimi arz ederim.

M. Cem KOÇER

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER ve KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	5
3. MATERYAL ve METOT	11
3.1. Toprak Ortamının Hazırlanması	11
3.2. Bitkilerin Dikilmesi	11
3.3. Bitki Büyütme Yöntemi	12
3.4. Örnek Alma İşlemleri	13
3.5. Bitki Hormonlarının Ekstraksiyon, Saflaştırma ve Analiz İşlemleri.	13
3.5.1. Ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri	13
3.5.2. Sıvı kromatografi (HPLC) ile analiz işlemleri	14
3.5.3. Rezolusyon (Ayırt etme kabiliyeti)	15
3.6. Klorofil ve Karotenoid Tayini	16
3.6.1. Klorofil tayini	16
3.6.2. Karotenoid tayini	17
3.7. Stoma Örneklerinin İncelenmesi	17
3.7.1. FAA (Saklama çözeltisinin) hazırlanması	17
3.8. Yaş, Kuru Ağırlıkların Hesaplanması	17
3.9. Prolin Analiz Metodu	18
3.10. Serbest Şekerlerin Analizi	18
3.11. Hormonların Analizi	19
3.12. IAA'nın Analiz Yöntemi	20
3.13. Yağların Analizi	20
3.14. Osmotik Potansiyelin Belirlenmesi	21
3.15. Protein Analiz İşlemleri	22

3.15.1. Protein elektroforezi için örneklerin hazırlanışı	22
3.15.2. SDS-PAGE'in yapılışı	22
3.16. İstatistiksel Analizler	23
3.16.1. Verilerin anlamlandırılması	23
4. BULGULAR	25
4.1. Sıvı Kromatografi (HPLC) ile Yapılan Analiz Sonuçları	24
4.1.1 Rezolusyon (ayırma) kabiliyeti	26
4.1.2. Geri Kazanım (Recover)	26
4.2. Morfolojik Gözlemler	26
4.2.1. 100 mM tuz ve 50 ppm SA uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	26
4.2.2. 100 mM tuz ve 100 ppm SA uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	27
4.2.3. 100 mM tuz ve 150 ppm SA uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	27
4.2.4. 100 mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	28
4.2.5. 100 mM tuz ve 100 ppm ABA uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	29
4.2.6. 100 mM tuz ve 150 ppm ABA uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler	29
4.2.7. 200 mM tuz ve 50 ppm SA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler	30
4.2.8. 200 mM tuz ve 100 ppm SA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler	31
4.2.9. 200 mM tuz ve 150 ppm SA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler	31
4.2.10. 200 mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler	32
4.2.11. 200 mM tuz ve 100 ppm ABA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler	33
4.2.12. 200 mM tuz ve 150 ppm ABA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler	33
4.2.13. 400 mM tuz ve 50 ppm SA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler	34
4.2.14. 400 mM tuz ve 100 ppm SA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler	35
4.2.15. 400 mM tuz ve 150 ppm SA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler	35
4.2.16. 400 mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler	36
4.2.17. 400 mM tuz ve 100 ppm ABA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler	37
4.2.18. 400 mM tuz ve 150 ppm ABA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler	37
4.3. Stoma Özellikleri	39
4.3.1. 100 mM tuz uygulanan gruptaki stoma özellikleri	39
4.3.2. 200 mM tuz uygulanan gruptaki stoma özellikleri	39
4.3.3. 400 mM tuz uygulanan gruptaki stoma özellikleri	40
4.3.4. Hormon kontrolü ve genel kontroldeki stoma özellikleri	41

4.4. Tuz Stresine Maruz Bırakılan Mısır Bitkilerine Eksojen Olarak Uygulanan Hormonların Kök, Gövde, Yaprak Uzunluklarına Etkileri	43
4.4.1. Kök uzunlukları üzerine etkileri	43
4.4.2. Gövde uzunlukları üzerine etkileri	44
4.4.3. Yaprak uzunlukları üzerine etkileri	45
4.4.4. Yaprak eni üzerine etkileri	46
4.5. Tuz Stresine Maruz Bırakılan Mısır Bitkilerine Eksojen Olarak Uygulanan Hormonların Yaş-Kuru Ağırlık Üzerine Etkileri	47
4.5.1. % Kök yaş-kuru ağırlık oranları üzerine etkileri	47
4.5.2. % Gövde yaş-kuru ağırlık oranları üzerine etkileri	48
4.5.3. % Yaprak yaş-kuru ağırlık oranları üzerine etkileri	49
4.6. Tuz Stresine Maruz Bırakılan Mısır Bitkilerine Eksojen Olarak Uygulanan Hormonların Klorofil Oranları Üzerine Etkileri	50
4.6.1. Klorofil a miktarları üzerine etkileri	50
4.6.2. Klorofil b miktarları üzerine etkileri	51
4.6.3. Total klorofil miktarları üzerine etkileri	52
4.6.4. Total karotenoid miktarları üzerine etkileri	53
4.7. Tuz Stresine Maruz Bırakılan Mısır Bitkilerine Eksojen Olarak Uygulanan Hormonların ABA, GA ve Zeatin ve IAA Üzerine Etkileri	54
4.7.1. Absisik asit miktarına etkileri	54
4.7.2. Giberellik asit miktarına etkileri	55
4.7.3. Zeatin miktarına etkileri	56
4.7.4. IAA miktarına etkileri	57
4.8. Tuz Stresine Maruz Bırakılan Mısır Bitkilerine Eksojen Olarak Uygulanan Hormonların Şekerler Üzerine Etkileri	58
4.8.1. Fruktoz miktarına etkileri	58
4.8.2. Glukoz miktarına etkileri	59
4.8.3. Sakkaroz miktarına etkileri	60
4.9. Tuz Stresine Maruz Bırakılan Mısır Bitkilerine Eksojen Olarak Uygulanan Hormonların Yağ Asitleri Üzerine Etkileri	61
4.9.1. Linoleik asit miktarına etkileri	61
4.9.2. Oleik asit miktarına etkileri	62
4.10. Prolin Konsantrasyonları	63

4.11. Osmotik Potansiyel Miktarı	64
4.12. Protein profilleri	65
TARTIŞMA ve SONUÇ	67
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	85

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Piklere ait rezolusyon kabiliyetinin hesaplanmasında kullanılan pik ve parametrelerin gösterilişi	16
Şekil 3.2. Standart prolin miktarlarına ait absorbans değerleri ve kalibrasyon eğrisi	18
Şekil 3.3. Şekerlere ait HPLC kromatogramı	19
Şekil 3.4. Yağ asitlerine ait HPLC kromatogramı	21
Şekil 4.1. Standart zeatin, zeatin ribosit, giberellik asit, indol asetik asit, absisik asit çözeltilerine ait HPLC kromotogramları	25
Şekil 4.2. 100mM tuz ve 50 ppm SA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	26
Şekil 4.3. 100mM tuz ve 100 ppm SA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	27
Şekil 4.4. 100mM tuz ve 150 ppm SA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	28
Şekil 4.5. 100mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	28
Şekil 4.6. 100mM tuz ve 100 ppm ABA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	29
Şekil 4.7. 100mM tuz ve 150 ppm ABA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	30
Şekil 4.8. 200mM tuz ve 50 ppm SA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	30
Şekil 4.9. 200mM tuz ve 100 ppm SA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	31
Şekil 4.10. 200mM tuz ve 150 ppm SA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	32
Şekil 4.11. 200mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	32
Şekil 4.12. 200mM tuz ve 100 ppm ABA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	33
Şekil 4.13. 200mM tuz ve 150 ppm ABA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	34
Şekil 4.14. 400mM tuz ve 50 ppm SA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	34
Şekil 4.15. 400mM tuz ve 100 ppm SA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	35
Şekil 4.16. 400mM tuz ve 150 ppm SA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	36
Şekil 4.17. 400mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	36
Şekil 4.18. 400mM tuz ve 100 ppm ABA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	37
Şekil 4.19. 400mM tuz ve 150 ppm ABA uygulanan mısır bitkilerinin genel görünüşü	38
Şekil 4.20. 100 mM tuz uygulanan mısır bitkilerindeki genel stoma durumları	39
Şekil4.21. 200 mM tuz uygulanan mısır bitkilerindeki genel stoma durumları	40
Şekil4.22. 400 mM tuz uygulanan mısır bitkilerindeki genel stoma durumları	41
Şekil 4.23. Hormon Kontrolü ve Genel kontrol bitkilerindeki genel stoma durumları	42
Şekil 4.24. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % kök uzunlukları	44
Şekil 4.25. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % gövde uzunlukları	45
Şekil 4.26. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % yaprak uzunlukları	46

Şekil 4.27. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % yaprak enleri.	47
Şekil 4.28. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % kök kuru ağırlıkları	48
Şekil 4.29. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % gövde kuru ağırlıkları	49
Şekil 4.30. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % yaprak kuru ağırlıkları	50
Şekil 4.31. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin klorofil a oranları	51
Şekil 4.32. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin klorofil b oranları	52
Şekil 4.33. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin total klorofil oranları	53
Şekil 4.34. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin total karotenoid oranları	54
Şekil 4.35. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin ABA oranları	55
Şekil 4.36. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin GA oranları	56
Şekil 4. 37. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin zeatin oranları	57
Şekil 4.38. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin IAA oranları	58
Şekil 4.39. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin fruktoz oranları	59
Şekil 4.40. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin glukoz oranları	60
Şekil 4.41. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin sakkaroz oranları	61
Şekil 4.42. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin linoleik asit oranları	62
Şekil 4.43. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin oleik asit oranları	63
Şekil 4.44. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin prolin oranları	64
Şekil 4.45. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki osmotik potansiyel oranları	65
Şekil 4.46. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki protein bantları	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

	sayfa
Çizelge 4.1. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % kök uzunlukları	43
Çizelge 4.2. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % gövde uzunlukları	44
Çizelge 4.3. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % yaprak uzunlukları	45
Çizelge 4.4. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % yaprak enleri	46
Çizelge 4.5. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % kök kuru ağırlıkları	47
Çizelge 4.6. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % gövde kuru ağırlıkları	48
Çizelge 4.7. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % yaprak kuru ağırlıkları	49
Çizelge 4.8. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin klorofil a miktarları	50
Çizelge 4.9. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin klorofil b miktarları	51
Çizelge 4.10. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin total klorofil miktarları	52
Çizelge 4.11. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin total karotenoid miktarları	53
Çizelge 4.12. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin ABA miktarları	54
Çizelge 4.13. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin gA miktarları	55
Çizelge 4.14. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin zeatin miktarları	56
Çizelge 4.15. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin IAA miktarları	57
Çizelge 4.16. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin fruktoz miktarları	58
Çizelge 4.17. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin glukoz miktarları	59
Çizelge 4.18. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin sakkaroz miktarları	60
Çizelge 4.19. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin linoleik asit miktarları	61
Çizelge 4.20. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin oleik asit miktarları	62
Çizelge 4.21. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin prolin miktarları	63
Çizelge 4.22. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinde osmotik potansiyel miktarları	64

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

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

Kısaltmalar

ABA	Absisik Asit
GA	Giberellik Asit
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
IAA	İndol Asetik Asit
ABA	Absisik Asit
SA	Salisilik Asit
PVPP	Polivinil Poli Prolidon
TA	Taze Ağırlık
TEAA	Trietil Amonyum Asetat
Z	Zeatin
ZR	Zeatin ribozid

1.GİRİŞ

Bitki metabolizmasını herhangi bir şekilde etkileyen her türlü olumsuz koşul stres olarak kabul edilir. Bitkiler yaşamları boyunca karşılaştığı olumsuz koşullara karşı hayatta kalma mücadelesi vermektedir. Bunun sonucunda da bitkiler türe ve koşullara bağlı olarak adaptasyon mekanizmaları geliştirirler.

Tuz stresi bitkilere karşı büyük bir sorun oluşturmaktadır. Tuz bütün dünyada, özellikle sulama yapılan tarım alanlarında verimi azaltır (Rausch ve ark. 1996). Çiftçiler açısından tuza toleranslı sebzelerin geliştirilmesi ekonomik önem arz etmektedir (Shannon ve Grieve, 1999). Bilinçsiz sulamalarla toprağın tuz oranı artmakta ve bu yüzden tuzluluğun etkisi zirai açıdan daha önemli hale gelmektedir (Winicov, 1998). Bu durum tuza toleranslı bitkilerin geliştirilmesi ihtiyacını daha fazla zorunlu kılmaktadır. Bitkiler, doğal çevrelerinde belirli miktarlarda tuzluluğa maruz kalırlar. Dünya çapında sulanmış arazinin üçte biri tuzluluk etkisi altındadır, fakat tuzluluk aynı zamanda sulanmamış arazilerde de meydana gelmektedir (Allen ve ark., 1994). Nem miktarı, sıcaklık, ışık, sulama ve toprak verimi gibi bir çok faktörün tuzlulukla ilişkili olması, tuzluluğun etkisiyle ilgili çalışmaları güçleştirmektedir (Allen ve ark., 1994).

Tuzlu toprakta gelişen bitkiler değişik iyon kompozisyonlarına ve bir kısım çözünmüş tuzlara sahiptir. Bu tuz konsantrasyonları, su kaynağına, drenaja, terlemeye ve çözünen madde miktarına bağlı olarak değişmektedir (Volkmar ve ark., 1998). Bu değişken şartlardan dolayı, bitkinin gelişimi inorganik besin miktarına ve belli zaman ve yerde bu besinlerin çeşitliliğine bağlıdır. Bitkilerde ekstrem şartlara ilişkin besinler hem yetersizlikle hem de toksisiteyle sonuçlanır (Maathius ve Amtmann, 1999). Bu şartların değişmesi bitki türüne ve gelişme ortamına bağlıdır. Bitkilerin tuz toleransına karşı farklı davranmasının genetik temeli hakkında az şey bilinmektedir, bu yüzden tuzlulukla bitki büyüme ve gelişmesi üzerinde daha fazla araştırma yapılarak, bu sorun aralanabilir.

Bitkilerin gelişmesi için su gerekli olduğundan kuraklık ve tuzluluk birbiriyle bağlantılıdır (Serrano ve ark., 1999). Sulama suyu kalsiyum, magnezyum ve sodyum içerir. Suyun buharlaşmasıyla, kalsiyum ve magnezyum gibi mineraller de topraktan ayrılır, dolayısıyla sodyum dominant bir şekilde toprakta kalır (Serrano ve ark., 1999). Düşük tuz konsantrasyonunda, ürünler hafif derecede etkilenir ya da hiç etkilenmezler (Maggio ve ark., 2001). Tuz konsantrasyonu arttıkça ürün veriminde düşüş gözlenir. Tarlada tuz seviyesi sezona bağlı olarak değişir ve bu değişim bitkinin bütün kısımlarını etkiler.

Bitkilerin tuz stresine karşı geliştirmiş oldukları yanıtların bir kısmı birçok savunma proteinin sentezine dayanmaktadır. Ancak bütün bu proteinlerin hepsi henüz tespit edilmemiştir. Bitkilerin tuzluluğa karşı savunmaları osmotik dengelemeyle olabilir, bu osmotik dengeleme de hücrelerde çözünen maddeleri artışıyla mümkün olabilir(Serrano ve ark., 1999). Tuzluluk, hücrelerde yüksek seviyede sodyum birikmesine neden olur, bu durumda hücre iyon toksisitesine yol açar.

Bitkilerin tuzluluk şartları altında hayatta kalma ve gelişmelerini devam ettirme yetenekleri, tuz toleransı olarak bilinir. Bu durum, bitkinin türü dahil olmak üzere, birçok faktöre bağlı değişken bir özelliktir. Tuz şartlarına tolerans ile ilgili olarak bitkiler, tuza duyarlı olan glikofitlerden, çok yüksek konsantrasyonlardaki tuz ortamında yaşamını devam ettiren halofitlere kadar çeşitlilik gösterir(Volkmar ve ark., 1998). Tahıllar üzerinde yapılan çalışmalar tuz toleransının multigenik bir özellik olduğunu göstermektedir ve bu durum çalışmayı ve ilerlemeyi zorlaştırmaktadır (Niknam ve McComb, 2000). Toleranslı türler, stresten kurtulmak veya stresi tolere etmek için birden fazla strateji kullanırlar. Spesifik olarak, yüksek miktardaki tuz konsantrasyonunu tolere etmek için bitkiler tarafından kullanılan iki mekanizma vardır. Bunlarda kaçınma ve doku toleransıdır. Bu olay iyonların birikmesini engelleyerek, bitkiye zararlı hale gelmesinden bitkiyi korur (Allen ve ark., 1994).

Halofit olmayan bitkilerdeki tolerans şekillerinden biri sürgünlerden tuzu uzaklaştırmaktır (Robinson ve ark., 1997). Sodyumun büyük bir kısmı kökten sürgünlere ksilem yoluyla aktarılır (Robinson ve ark., 1997). Bu da, birikmenin terleme yoluyla olduğunu göstermektedir (Volkmar ve ark., 1998).

Tuz stresi üç yönlü etkiye sahiptir: su potansiyelini düşürür, iyon dengesizliğine veya karışıklığa ve toksisiteye neden olur (A.K. Paridaa., A.B. Das, 2005). Birçok tahıl türü, tarımsal üretime olumsuz etkisi olan tuzun yüksek konsantrasyonlarına karşı duyarlıdır. Bitkilerin tuza direnci, morfolojik ve gelişmeden meydana gelen değişikliklerin yanı sıra, biyokimyasal ve fizyolojik süreçleri içeren karmaşık bir olgudur. Genel osmotik strese ek olarak yüksek konsantrasyonlardaki Na iyonu mısır için toksik etkiye sahiptir (Volkmar ve ark., 1998).

Bitki yetiştiricilerinin ve bitki fizyologlarının amacı mısır bitkisinin tuza direncini anlamak ve geliştirmektir. Fakat geçmişte küçük ilerlemeler elde edilmiştir. İki temel sebep bu olgunun açıklamasını verebilir: Birincisi bitkinin tuz drenci multigenik bir karakterdir. İkincisi mısır bitkisinin tuz stresine karşı spesifik bir adaptasyonu yoktur. Canlıların temel besin maddelerinden olan bitkilerin ve özellikle insanlar için önemli olan tahıl ürünlerinin verimli bir şekilde üretilmesi için, bitkiyi ciddi anlamda tehdit eden tuz stresi konusunda daha

fazla çalışmanın yapılması gerekmektedir. Yapılacak olan çalışmaların çok yönlü ve geliştirilmeye açık olması halinde ilerleme sağlanabileceği unutulmamalıdır. Bu çalışmada tuz stresine maruz bırakılan bitkilere eksojen olarak uygulanan ABA ve SA'ın bitkilerin geliştireceği toleransa katkı sağlayıp sağlayamadıkları araştırılmıştır.

2. KAYNAK 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 duyarlıdır. Ancak tuzcul bitkiler genetik yapıları morfolojik ve anatomik farklılaşmaları itibari ile tuzcul alanlara adaptasyon sağlamışlardır. (Yokoi ve ark., 2002).

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

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 değişimleri 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.

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

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.

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 (Na^+ , Cl^- ve K^+) ve organik katıların (çözünür karbohidratlar, amino asitler, prolin, betainler v.s) bir sonucu olabilir (Hasegawa ve ark., 2000).

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 Na^+ , Ca^+ , Mg^+ , K^+ ve prolin miktarının belli bir tuz konsantrasyonundan sonra büyük oranda arttığını gözlemişlerdir.

Khedr ve ark. (2003) yaptıkları araştırmada tuz stresine maruz bırakılan *Pancratium 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.

Parida ve ark. (2004a) *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 stresıyla 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). Zörb ve ark. (2004) tuz stresine maruz bırakılan mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde farklı stres proteinlerinin varlığını tespit etmişlerdir. Tuz stresine maruz bırakılan bitkilerde klorofil ve total karotenoid miktarları azalmaktadır (Hernandez ve ark., 1995; 1999; Gadallah, 1999; Agastian ve ark., 2000).

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).

Yüksek molekül ağırlığına sahip karbohidratlar büyüme amaçlı gerekli yerlere taşınabilmek için sukroz, glukoz ve fruktoz gibi çözünür şekerlere dönüştürülür (Mayer ve Poljakoff-Mavber, 1975). Çözünür karbohidratlar aynı zamanda çimlenme esnasında hücrelerin osmotik düzenlenmesinde önemli rol oynarlar (Gorham ve ark. 1981). Prado ve ark. (2000) NaCl'ün *Chenopodium quinoa*'nın tohumlarında çimlenme, büyüme ve çözünür şeker içerikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar zamana bağlı olarak belli bir dönemde çözünür şekerlerin geçici olarak arttığını ancak belli bir zaman sonra azaldığını belirlemiştir. 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 Nelsen, 1996). 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.

Membran lipidlerinin temel bir komponenti olan yağ asitlerinin bitkiler ve mikroorganizmaların tuz toleransında önemli olduğu düşünülmektedir (Somervilla, 1995; Malkit ve ark., 2002). Membran lipidlerindeki doymamış yağ asitlerinin tuz stresi zararına karşı fotosentetik mekanizmayı koruduğu gösterilmiştir (Gong 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 asid miktarının arttığını, linoleik asidin ise azaldığını tespit etmişlerdir. Elkahoui ve ark.

(2004), *Catharanthus roseus*'un kültüre alınmış hücre süspansiyonlarında tuzla lipid değişimleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmacılar tuz uygulamasıyla birlikte palmitik asid (16:0) seviyesinin azaldığını ve linoleik asidin seviyesinin ise arttığını tespit etmişlerdir.

Niknam ve ark. (2004), NaCl' n *Nicotiana tabacum* bitkisinde şekerler, prolin ve proteinler üzerindeki etkisini belirlemişlerdir. Araştırmacılar tuz konsantrasyonuna bağlı olarak prolin miktarının değişik oranlarda arttığını, total protein ve          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.

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

Toprak tuzluluğu toprağın bozulmasındaki en büyük faktörlerinden biridir. Tuzlu topraklar yaklaşık olarak sulanan alanların %19.5 una ulaşmaktadır (Anonim, 2000). Bitki büyümesinin tuzluluk tarafından engellenmesi osmotik ve iyonik etkilerin sonucudur. 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 diğer noktasına Na^+ / H^+ gibi iyon taşıyıcılarını kullanarak tuzun atılması ve iii) Na^+ / H^+ yada Cl^- kanalları gibi tonoplast taşıyıcılarını kullanarak vakuolde tuz birikimi (Blumwald ve Poole, 1988; Garberino ve Dupon 1988)

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). Tuzluluğa hücresel düzeydeki adaptasyonun iki mekanizması vardır: i) glisin-betain ve prolin gibi osmoprotektanların birikimi ve ii) yüksek inorganik iyon konsantrasyonlarına yol açan iyon hareketlerinin kontrolü (Bonhert ve ark., 1995).

Tuz stresine cevaplar iyon taşınımının düzenlenmesiyle ilgilidir ve bu K^+ / 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 içeriği ise tuz konsantrasyonunun artışına bağlı olarak azaldığı gözlenmiştir. Antioksidant enzimlerden Superoksit dismutaz (SOD) aktivitesi köklerde hem 50 hem de 200 mM NaCl uygulamasında azalırken, sürgünlerde 50 mM uygulamalarında önemli düzeyde arttığı gözlenmiş. Katalaz ve peroksidad aktiviteyi ise hem köklerde hem de sürgünlerde 50 mM tuz uygulamalarında önemli düzeyde artarken 200 mM tuz uygulamalarında önemli düzeyde azalmıştır.

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

Tuz stresine maruz kalan bitkilerin hücrelerarası boşluklarda Na^+ ve 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).

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 (Ghoulam ve ark., 2002; Kumar ve ark., 2003)

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 and 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). Tuzluluk 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 proteini sentezine neden olduğu ve bunlara ilaveten tuzluluk 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 mısır bitkisinin köklerinde 61, 51, 39 ve 29 kDa ağırlığındaki proteinlerin birikimine neden olduğu belirlenmiştir (Tamas ve ark. 2001). Parida ve ark. (2004b) 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 stresi, osmotik stresin bitkilerin metabolik aktivitelerinin geniş bir varyetesi üzerinde osmotik etkilerin bir sonucu olarak su eksikliğine neden olur ve bu su eksikliği superoksitler, 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).

3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Toprak Ortamının Hazırlanması

Çalışmamızda kullanılan toprak ve kum Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümünden temin edildi. İki birim toprak bir birim kum ile karıştırılarak saksı toprakları hazırlandı. Hazırlanan karışım elekten geçirildi.

3.2. Bitkilerin Dikilmesi

Araştırma için kullanılan mısır tohumları YYÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünden temin edildi. Araştırmada homojen, aynı büyüklükte ve sağlam olan tohumlar kullanıldı. Seçilen tohumlar bir gün süreyle 50, 100, 150 µg/ml konsantrasyonlarında ABA ve SA uygulanan petrilerde bekletildi, daha sonra çeşme suyunda nemlendirilmiş petri kaplarına alındı ve çimlenince gruplara ayrılmış saksılara dikildi. Saksılar şu şekilde gruplara ayrıldı:

1. I. Genel Kontrol Grubu : Hormon ve tuz uygulaması yapılmadı.
2. II. Kontrol grubu: 100 mM tuz uygulandı, hormon uygulanmadı.
3. 100 mM tuz + 50 ppm ABA
4. 100 mM tuz + 100 ppm ABA
5. 100 mM tuz + 150 ppm ABA
6. 100 mM tuz + 50 ppm SA
7. 100 mM tuz + 100 ppm SA
8. 100 mM tuz + 150 ppm SA
9. II. Kontrol grubu: 200 mM tuz uygulandı, hormon uygulanmadı.
10. 200 mM tuz + 50 ppm ABA
11. 200 mM tuz + 100 ppm ABA
12. 200 mM tuz + 150 ppm ABA
13. 200 mM tuz + 50 ppm SA
14. 200 mM tuz + 100 ppm SA
15. 200 mM tuz + 150 ppm SA
16. II. Kontrol grubu: 400 mM tuz uygulandı, hormon uygulanmadı.
17. 400 mM tuz + 50 ppm ABA
18. 400 mM tuz + 100 ppm ABA
19. 400 mM tuz + 150 ppm ABA

20. 400 mM tuz + 50 ppm SA
21. 400 mM tuz + 100 ppm SA
22. 400 mM tuz + 150 ppm SA
23. Hormon Kontrolü (HK) = 50 ppm ABA, uygulandı, tuz uygulanmadı
24. Hormon Kontrolü (HK) = 100 ppm ABA, uygulandı, tuz uygulanmadı
25. Hormon Kontrolü (HK) = 150 ppm ABA, uygulandı, tuz uygulanmadı
26. Hormon Kontrolü (HK) = 50 ppm SA, uygulandı, tuz uygulanmadı
27. Hormon Kontrolü (HK) = 100 ppm SA, uygulandı, tuz uygulanmadı
28. Hormon Kontrolü (HK) = 150 ppm SA, uygulandı, tuz uygulanmadı

Çalışmamızda 120x90 mm çapında saksılar kullanıldı. Her uygulama için 3'er adet saksı hazırlandı. Tuzluluk stresi çalışması için ABA (Absisik asit) ve SA (Salisilik asit) 'in 50,100,150 µg/ml konsantrasyonları ve 100,200,400 mM lık tuz çözeltisi hazırlandı.

Çalışmada kullanılan olan mısır tohumlarına hormonlar, konsantrasyonlarına uygun olarak farklı gruplar halinde oluşturuldu. Hazırlanan hormon konsantrasyonları tohumların sağlam görünüşlü olanlarına uygulandı. Konsantrasyonlarına uygun olarak her grup için 33-36' şar adet tohumlar petri kaplarında ıslatılarak bir gün boyunca karanlıkta bekletildi. Bir günün sonunda her grup için hazırlanan 3'er saksının her birine 11-12' şer adet tohum ekilerek çimleninceye kadar oda sıcaklığında bekletildi.

3.3. Bitki Büyütme Yöntemi

Bitkilerin dikildiği saksılar açık düzgün yüzeyli bir alana taşındı. Tuz stresine maruz bırakılan bitkilere sırasıyla haftada iki kez sulama suyu ile birlikte 100,200 ve 400 mM lık tuz çözeltisi verildi. Bu grupların yanı sıra kontrol grupları oluşturuldu. Tuz stresi uygulaması yapılan bitkilere daha önceden tuz ve hormon uygulamaları için hazırlanan olan ABA (Absisik asit) ve SA (Salisilik asit)'in 50,100,150 µg/ml lik konsantrasyonları yapraklardan spreyleme yoluyla uygulandı.

Dikildikten sonra kontrollü olarak sulanan bitkilerin gelişme durumları kaydedildi.

3.4. Örnek Alma İşlemleri

Bitkilerin 4-5 yapraklı olduğu yapraklanma döneminde her bir gruptan örnekler alındı. Örnekler gövdelerin toprak seviyesinin 10 cm (1. yaprak altından) yüksekinden alındı. Ekstraksiyon işlemi için 10'ar gamlık taze örnekler ayrıldı. Diğer bitki kısımları ise 250 g'lık polietilen poşetlere bırakılarak etiketlendi. Bütün örnekler sıvı azotta dondurulup, kullanılıncaya kadar derin dondurucuda (-80 °C) saklandı.

3.5. Bitki Hormonlarının Ekstraksiyon, Saflaştırma ve Analiz İşlemleri

3.5.1. Ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri

Ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri Kuraishi ve ark. (1991) ile Battal ve Tileklioglu (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 °C'de bekletilen % 80'lik metanol ilave edildi (Davies, 1995) ve 10 dakika ultra doku parçalayıcıda (Ultrasonic Processor, Jencons LTD.) homojenize edildikten sonra, 4 °C'de ve karanlıkta 24 saat homojenize işlemine devam edildi. Örnekler Whatman No:1 filtre kâğıdından süzüldü ve supernatant alındıktan sonra kalan parçalar tekrar aynı işlemlere tabii tutuldu ve sonra her iki supernatant birleştirildi. Birleştirilen supernatantlar tekrar 0,45 µml'lik PTFE filtrelerinden (Cutting, 1991) geçirildi ve bir evaporator pompası yardımıyla 35 °C'de kurutuldu. Kurutulan ekstraktlar 0.1 M'lık KH₂PO₄ (pH 8) tamponunda tekrar çözüldü. Çözünen ekstraktlarda bulunan yağ asitlerini ayırmak için örnekler 1 saat 4 °C'de 5.000 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 süzüldü. Tekrar üç kat hacimdeki asetik asitle yıkanıp süzüldükten 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 °C de saklandı (Cheikh ve Jones, 1994). Daha spesifik ayırma yapabilmek için Sep-Pak C18 (Waters) kartüjleri kullanıldı. 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) çözmek suretiyle küçük şişelere alındı. Küçük şişelere alınan numuneler HPLC analizleri için kullanıldı (Qamaruddin ve ark., 1990).

3.5.2. Sıvı kromatografi (HPLC) ile analiz işlemleri

Çalışmamızda giberellik asit, zeatin, zeatin ribozid, 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 265nm olduğu tespit edildi (Fetonby-Smith ve Van Staden, 1984; Banowetz, 1994).

c) Kolon: Çalışmamızda μ Bondapak C18 (Waters; 30*0,2 cm) kolon kullanıldı (Horgan ve Kramer, 1979; Brenner, 1981; Palni ve ark., 1983; Hernandez –Mianan 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 trietilamilin (Merc) alınarak bir mezür içerisine bırakıldı. Üzerine trietilamilin 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.

3.5.3. Ayırtetme (rezolusyon) kabiliyeti

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

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

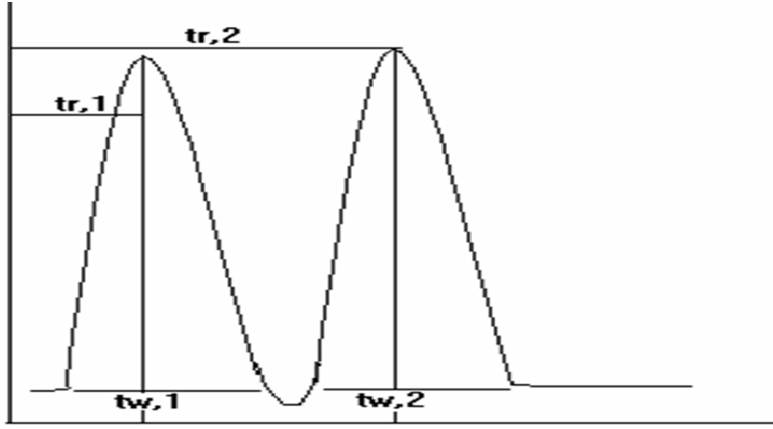
$T_{r,1}$ = Birinci bileşiğin kolonda tutulma zamanı (dakika)

$T_{r,2}$ = 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 rezolasyon kabiliyetinin hesaplanmasında kullanılan pik ve parametrelerin gösterilişi

3.6. Klorofil ve Karotenoid Tayini

3.6.1. Klorofil tayini

Bitkilerin hasat edilme zamanında her gruptan alınan birer gram yeşil yaprak örnekleri klorofil analizleri için kullanıldı. Bu örnekler % 80'lik aseton içerisinde iyice ezildi. Ezilen örnekler bir mezür yardımıyla filtre kağıdından süzülerek 100 ml'ye tamamlandı. Elde edilen pigment ekstraktlarının 645 ve 663 nm'lerdeki absorbans değerleri spektrofotometrede okundu. Okunan bu absorbans değerleri aşağıdaki formüllerde yerine konarak klorofil a, klorofil b ve total klorofil değerleri mg/g TA cinsinden bulundu.

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

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

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

3.6.2. Karotenoid tayini

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

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

3.7. Stomaların İncelenmesi

Bitkilerin hasat edildiği dönemde bitki yapılarının incelenmesi için her gruptan yaprak örnekler içinde FAA çözeltisi bulunan tüplere bırakıldı. Tüplerin içine FAA çözeltisi boşaltıldı. FAA içerisinde bekletilen yaprak örneklerinin uç kısımlarından alınarak stoma yapıları incelendi. Her gruptan ayrı ayrı alınan bu örnekler gliserin ile kapatıldı. Farklılık gösteren örnekler ayrılarak mikroskopta dijital kamera ile fotoğrafları çekildi.

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

3.8. Yaş, Kuru Ağırlıkların Hesaplanması

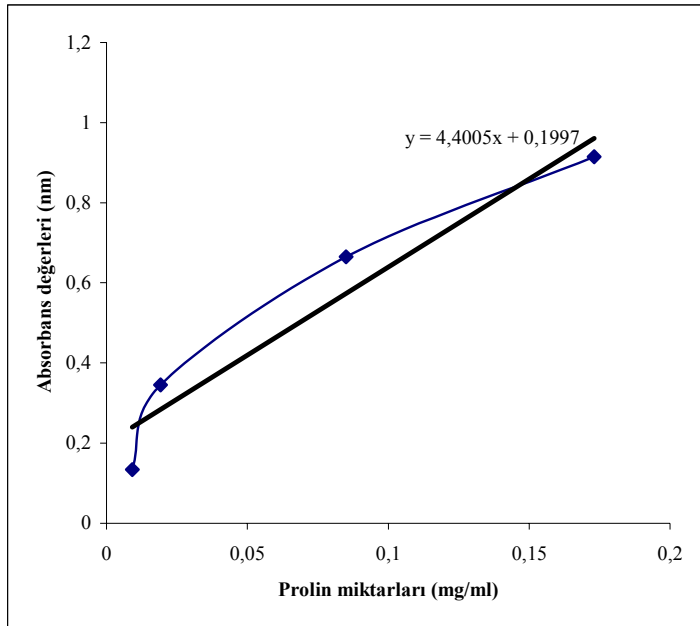
Bitkiler hasat edildikten sonra her bir grup bitkiden üçer örnek alındı. Her bitkinin kök, gövde, yaprak kısımları ayrılarak ayrı yaş ağırlıkları alındı. Bir gün boyunca 90 °C’de etüvde bekletilen örnekler kurutularak kuru ağırlıkları alındı. Daha sonra analiz işlemleri için % kuru ağırlıkları hesaplandı.

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

3.9. Prolin Analiz Metodu

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

100 mg'lık taze yapraklardan %40' lık 2 ml metanolle ekstarkte edildi. 1 ml ekstrakt, glasiyel asetik asit ve ortofosforik asit (6 M) karışımlarının (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 19) ve bu standart eğrilerden EasyPlot programı yardımıyla, spektrofotmetrede absorbansı belirlenen örneklerin miktar tayini yapıldı.

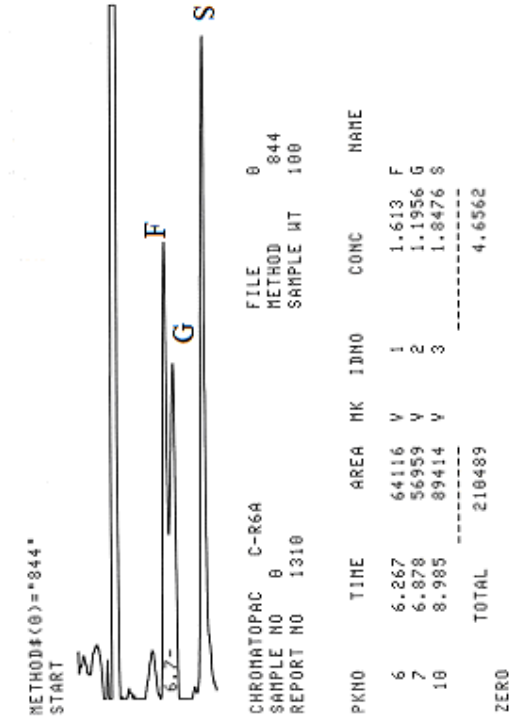


Şekil 3.2. Standart prolin miktarlarına ait absorbans değerleri ve kalibrasyon eğrisi

3.10. Serbest Şekerlerin Analizi

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

10 gram örnek havan yardımıyla sıvı azotta 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 şeker çözeltilerine ait kromatogramlar ve HPLC şartları Şekil 20’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 NH₂; Dedektör: Refraktif İndeks; Mobil faz: %74'lük asetonitril; Akış hızı: 1.5 ml/dak.

3.11. Hormonların Analizi

Hormon analiz yönteminde yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanıldı. Giberellinlerin analizleri için GA₃ standart olarak kullanıldı. GA hormon çeşitleri

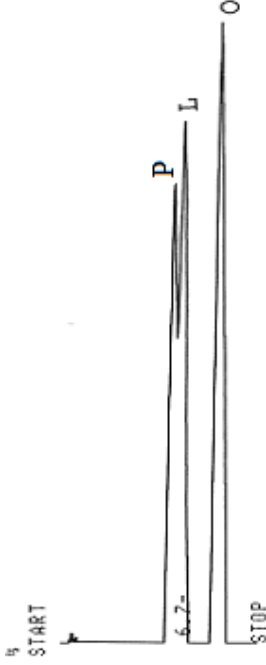
bitkilerde fazla olduğu için, hepsini ayrı ayrı isokratik sistemle belirlemek oldukça güç olduğundan dolayı, giberellinler için GA benzeri hormonları (GAs) ifadesi kullanılacaktır.

3.12. 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 süzöldü. Önce rotary evedoratorunda 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 metanolle çözölerek küçük viallere alındı ve HPLC analizleri için kullanıldı.

3.13. 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 ile Selçuk, 1996'un metodları değıştirilerek 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 içerdđi için üstteki faz alınarak HPLC ye enjekte edildi. Yağ asitleri standartlarına ait kromatogramlar Şekil 22'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: μ Bondapack C18; Dedektör: Refractive Index, Mobil Faz: %83 asetonitril; Akış hızı: 1.4 ml/dak.

3.14. Osmotik Potansiyelin Belirlenmesi

Yaprak özsuyunu ve toprağın osmotik potansiyelleri, buhar basınçlı osmometre (Wescor 5500, Logan, UT) yardımıyla ölçüldü. Yaprak özsuyunun 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 özsu 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 μl 'si osmotik potansiyeli belirlemek için kullanıldı. Değerler mmol kg^{-1} cinsinden elde edildi. Bu değerleri MPa'a 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 ($\text{K}^{\circ}\text{C}+273$).

Toprağın osmotik potansiyelini belirlemek için, farklı bir yöntem uygulandı. 3 gram toprak alındı. 100 °C de 24 saat bekletildi. Bu toprakların suyu tamamen uzaklaştırıldığı anlaşıncaya, 3 ml saf suda 2 saat bekletildikten sonra süzöldü ve süzöntünün osmotik değeri okundu.

3.15. Protein Analiz İşlemleri

3.15.1. Protein elektroforezi için örneklerin hazırlanışı

Derin dondurucuda (-70°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-merkaptoetanol ve Bromofenolblue) 30–40 µl ilave edilerek iyice karıştırılıp su banyosunda 5 dakika kaynatılarak çözünür proteinler ekstrakte edildi.

3.15.2. SDS-PAGE'in yapılışı

Bitkisel dokulardan ekstrakte edilen çözünür 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.

3.16. 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.

3.16.1. Verilerin anlamlandırılması

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

$$S_x = \frac{Error\ meansquare}{n}$$

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

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

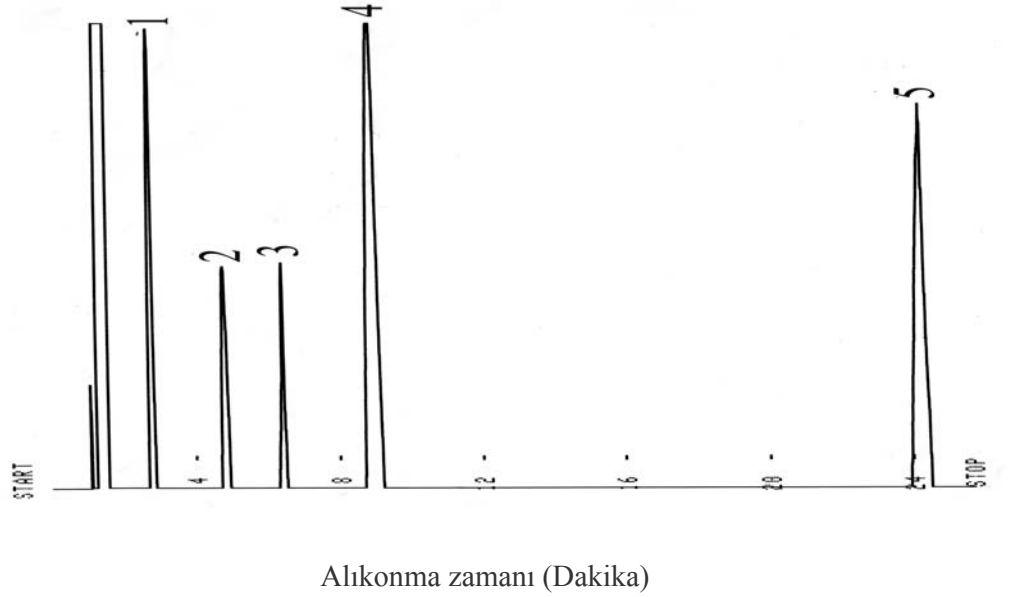
Formülü ile hesaplanan AOF değerleri anlamlandırmalar için verilere uygulandı. Her bir özellik için ayrı bulunan AOF değerleri yatay düzlemde büyük harfler ile, dikey düzlemde ise küçük harfler ile anlamlandırılmıştır. Ayrıca kontrol grupları ile de karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Sıvı Kromatografi (HPLC) ile Yapılan Analiz Sonuçları

4.1.1 Rezolusyon (ayırtetme) kabiliyeti

Çalışmamızda standart zeatin, zeatin ribosit, 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. Dolayısıyla iyi bir ayırım sağlanmış oldu.



Şekil 4.1. Standart zeatin, zeatin ribosit, giberellik asit, indol asetik asit, absisik çözeltilerine ait HPLC kromatogramları. Kolon: μ Bondapak C18, Mobil faz: % 13'luk 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 ribosit, 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 µg/ml seviyesinde kinetin katıldı. Yapılan ekstraksiyon, saflaştırma ve HPLC analiz işlemleri sonucunda geri kazanımın % 88-90 arasında olduğu tespit edildi.

4.2. Morfolojik Gözlemler

4.2.1. 100 mM tuz ve 50 ppm SA uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler

Bu uygulamada bütün bitki gruplarında yanma ve sararmaların olduğu gözlemlendi. Fakat en fazla sararma ve yanmanın kontrol (Hormon ve Tuz yok) grubunda olduğu görüldü. En az gelişimin 100 mM tuz grubundaki 50 ppm SA uygulanan bitkide olduğu gözlemlendi. Yine bu bitki grubunda yapraklarda kurumaların daha fazla olduğu gözlemlendi. Sadece 100 mM tuz uygulanan bitkideki gelişimin, sadece 50 ppm SA uygulanan kontrol grubuna göre daha fazla olduğu görüldü (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. 100mM tuz ve 50 ppm SA uygulanan bitkilerin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.2. 100 mM tuz ve 100 ppm SA uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler

Bu bitki grubunda genel kontrole göre daha fazla sararmaların olduğu gözlemlendi. 100 mM tuz uygulanan kontrole göre 100 ppm SA uygulanan bitkide sararma ve yanmanın daha az olduğu görüldü. Bu bitkide yaprak boylarının nispeten küçük ve yaprakta kıvrılmaların olduğu gözlemlendi. Sadece 100 ppm SA uygulanan kontrolde ise gelişimin daha az olduğu ve yapraklarda sararma ve kıvrılmaların daha fazla olduğu görüldü(Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. 100 mM tuz ve 100 ppm SA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.3. 100 mM tuz ve 150 ppm SA uygulanan bitkilerdeki morfolojik gözlemler

Bu bitki grubunda genel kontrole göre yapraklarda daha fazla sararmaların ve kıvrılmaların olduğu gözlemlendi. Bitkilerde yaprak büyüklüğünde bariz bir artış görüldü. 100 mM tuz uygulanan kontrole nazaran 150 ppm SA uygulanan bitkide sararma ve yanmaların daha fazla olduğu gözlemlendi. Sadece 150 ppm SA uygulanan bitkide de belirgin bir sararma ve kıvrılma görüldü. 100 mM tuz ve 150 ppm SA Uygulanan bitkide gövdede belirgin bir kalınlaşmanın olduğu görüldü(Şekil 4.4.).



Şekil 4.4. 100 mM tuz ve 150 ppm SA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.4. 100 mM tuz ve 50 ppm ABA Uygulanan Bitkilerdeki Morfolojik Gözlemler

Bu uygulamada 50 ppm ABA uygulanan bitkilerin daha az gelişim gösterdiği görüldü. 100 mM tuz kontrolüne göre 100 mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan bitkide yapraklarda sararmaların daha az fakat kurumaların daha fazla olduğu gözlemlendi. Sadece 50 ppm ABA uygulanan kontroldeki sararmanın, 100 mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan bitkiye göre daha fazla olduğu gözlemlendi. Genel olarak bitkilerin gövdelerinde kalınlaşmalar görüldü(Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. 100 mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.5. 100 mM tuz ve 100 ppm ABA Uygulanan Bitkilerdeki Morfolojik Gözlemler

Bu uygulamada 100 mM tuz ve 100 ppm ABA bitkisi ve 100 ppm ABA uygulanan hormon kontrol bitkisinin 100 mM tuz uygulanan kontrol grubuna göre daha az gelişim gösterdikleri fark edildi. Ayrıca kontrol grubuna göre yaprakların daha küçük olduğu gözlemlendi. Genel kontrole göre her üç bitkide bariz sararma ve yanmaların olduğu görüldü. 100 ppm ABA hormon kontrol bitkisinde gövdede kalınlaşmalar dikkati çekti(Şekil 4.6.).



Şekil 4.6. 100 mM tuz ve 100 ppm ABA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.6. 100 mM tuz ve 150 ppm ABA Uygulanan Bitkilerdeki Morfolojik Gözlemler

Bu uygulamada 100 mM tuz ve 150 ppm ABA bitkisinin gelişiminde kontrol 100 mM tuza göre azalma gözlemlendi. Kontrol 100 mM tuz bitkisinde yaprak uçlarında sararma ve yanmaların olduğu görüldü. En az gelişimin kontrol 150 ppm ABA bitkisinde olduğu tespit edildi. 100 mM tuz ve 150 ppm ABA ve Kontrol 150 ppm ABA bitkisinde sararma ve yanmaların diğer bitkilere göre daha fazla olduğu gözlemlendi(Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. 100 mM tuz ve 150 ppm ABA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.7. 200 mM tuz ve 50 ppm SA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler

Bu bitki grubunda en fazla sararma ve yanmanın 200 mM tuz ve 50 ppm SA bitkisinde olduğu bununla birlikte yaprakların normal büyüklükte olduğu görüldü. En az gelişimin ise Kontrol 50 ppm SA bitkisinde olduğu tespit edildi. Bu bitkide yaprakların ince olduğu fark edildi. 200 mM tuz ve 50 ppm SA ve Kontrol 50 ppm SA bitkilerinde gövde kalınlaşması görüldü. Kontrol 200 mM tuz bitkisinin daha iyi geliştiği gözlemlendi(Şekil 4.8.).



Şekil 4.8. 200 mM tuz ve 50 ppm SA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.8. 200 mM tuz ve 100 ppm SA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler

200 mM tuz ve 100 ppm SA bitkisinde yaprakların diğer bitkilere göre daha gelişmiş olduğu bununla birlikte sararma ve yanmaların daha fazla olduğu görüldü. Aynı zamanda gövdede belirgin kalınlaşmalar dikkati çekti. en az gelişimin Kontrol 100 ppm SA bitkisinde olduğu tespit edildi (Şekil 4.9.).



Şekil 4.9. 200 mM tuz ve 100 ppm SA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.9. 200 mM tuz ve 150 ppm SA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler

Bu bitki gurubunda bitkilerdeki gelişimin birbirine yakın olduğu görüldü. 200 mM tuz ve 150 ppm SA bitkisinde sararma ve yanmanın Kontrol 150 ppm SA bitkisine göre biraz fazla olduğu fark edildi. Kontrol 150 ppm SA bitkisinde yaprak büyüklüklerinde değişkenlikler dikkati çekti. Ayrıca bu bitkide yapraklarda yanmaların olduğu görüldü. 200 mM tuz ve 150 ppm SA bitkisinde gövde kalınlaşması görüldü. Kontrol 100 mM tuz bitkisindeki sararma ve yanmaların daha az olduğu belirlendi (Şekil 4.10.).



Şekil 4.10. 200 mM tuz ve 150 ppm SA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.10. 200 mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler

Bu bitki grubunda 200 mM tuz ve 50 ppm ABA bitkisinde yaprakları da diğer bitkilere göre aşırı büyümeler gözlemlendi. Bu bitkinin yapraklarının diğer bitkilere göre daha uzun olduğu ve sararma ve yanmaların da daha az olduğu tespit edildi. Ayrıca bu bitkide belirgin bir gövde kalınlaşması görüldü. En fazla sararma ve yanmanın Kontrol 50 ppm ABA da olduğu fark edildi(Şekil 4.11.).



Şekil 4.11. 200 mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.11. 200 mM tuz ve 100 ppm ABA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler

200 mM tuz ve 100 ppm ABA bitkisinde yapraklarda aşırı büyüme ve bükülmeler gözlemlendi. Aynı zamanda bu bitkide sararma ve yanmalar görüldü. Bu bitki yapraklarının diğerlerine göre daha büyük olduğu ve düzensiz geliştiği dikkati çekti (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. 200 mM tuz ve 100 ppm ABA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.12. 200 mM tuz ve 150 ppm ABA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler

Bu bitki grubunda en çok dikkati çeken gelişmenin yapraklarda kıvrılmaların olmasıdır. 200 mM tuz ve 150 ppm ABA bitkisindeki düzensiz gelişmelerin olduğu görüldü. Bu bitkide sararma ve yanmaların en fazla olduğu gözlemlendi. Kontrol 150 ppm ABA bitkisinde yaprakların diğer bitkilere göre daha ince olduğu dikkati çekti. 200 mM tuz ve 150 ppm ABA ve Kontrol 150 ppm ABA da gelişimin diğerlerine göre daha az olduğu tespit edildi. Ayrıca 200 mM tuz ve 150 ppm ABA da gövde kalınlaşması görüldü (Şekil 4.13.).



Şekil 4.13. 200 mM tuz ve 150 ppm ABA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.13. 400 mM tuz ve 50 ppm SA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler

Bu uygulamada 400 mM tuz ve 50 ppm SA bitkisinde yapraklarda sararma ve yanmanın diğerlerine göre daha fazla olduğu dikkati çekti. Aynı zamanda yapraklarda kıvrılmalar gözlemlendi. Yapraklarda en az gelişim Kontrol 50 ppm SA bitkisinde görüldü. Bu iki bitkideki gelişimin diğer bitkilere göre daha az olduğu ve yaprakların daha ince olduğu fark edildi. Yine bu iki bitkide gövdede belirgin kalınlaşmalar gözlemlendi(Şekil 4.14.).



Şekil 4.14. 400 mM tuz ve 50 ppm SA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.14. 400 mM tuz ve 100 ppm SA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler

Bu grupta 400 mM tuz ve 100 ppm SA ve Kontrol 100 ppm SA bitkilerinde gelişimin diğerlerine göre daha az, yapraklarda sararma ve yanmaların ise daha fazla olduğu ve görüldü. En az gelişimin Kontrol 100 ppm SA bitkisinde olduğu gözlemlendi. 400 mM tuz ve 100 ppm SA bitkisinde yapraklarda bükülmeler ve gövdede kalınlaşmalar dikkati çekti(Şekil 4.15.).



Şekil 4.15. 400 mM tuz ve 100 ppm SA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.15. 400 mM tuz ve 150 ppm SA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler

Bu bitki grubunda 400 mM tuz ve 150 ppm SA bitkisinde sararma ve yanmaların diğer bitkilere göre daha fazla olduğu bariz bir şekilde görüldü. Bu bitki yapraklarına bakıldığında diğer bitkilere göre yaprakların daha küçük olduğu fark edildi. Ayrıca gövde de kalınlaşmalar dikkati çekti. Kontrol 150 ppm SA bitkisinde yaprakların geniş olduğu fakat yapraklarda sararma ve yanmaların olduğu görüldü. Kontrol 400 mM tuz bitkisinde ise yaprakları diğer bitkilere göre daha geniş ve dik olduğu gözlemlendi(Şekil 4.16.).



Şekil 4.16. 400 mM tuz ve 150 ppm SA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.16. 400 mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler

Bu grupta 400 mM tuz ve 50 ppm ABA bitkisinde yapraklar diğer bitkilere göre ince ve uzun olduğu gözlemlendi. Bu bitkide sararma ve yanmanın diğer bitkilere göre daha az olduğu fark edildi. Kontrol 50 ppm ABA bitkisinde ise yaprakların diğer bitkilere göre daha geniş ve kısa olduğu görüldü. Ayrıca bu bitkide gövde kalınlaşması

dikkati çekti. Kontrol 400 mM tuz da ise yaprakların geniş ve dik olduğu gözlemlendi. Genel kontrol bitkisine göre diğer bitkilerin daha gelişmiş olduğu saptandı.(Şekil 4.17.).



Şekil 4.17. 100 mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.17. 400 mM tuz ve 100 ppm ABA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler

Bu bitki grubunda 400 mM tuz ve 100 ppm ABA uygulanan bitkide diğerlerine göre yapraklarda aşırı büyüme gözlemlendi. Kontrol 100 ppm ABA da ise yaprakların kısa ve kalın olduğu ve gövdede aşırı kalınlaşmanın olduğu dikkati çekti. Kontrol 400 mM tuz da yaprakların geniş ve dik durumda olduğu görüldü(Şekil 4.18.).



Şekil 4.18. 100 mM tuz ve 100 ppm ABA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.2.18. 400 mM tuz ve 150 ppm ABA uygulanan bitkilerde morfolojik gözlemler

Bu bitki grubunda hormon uygulanan bitkilerin gelişiminin 400 mM tuz grubuna göre daha az olduğu, sararma ve yanmaların ise daha fazla olduğu saptandı. Aynı zamanda hormon uygulanan bitkilerin yapraklarının daha ince ve küçük olduğu gözlemlendi. 400 mM tuz ve 150 ppm ABA uygulanan bitkide yapraklarda belirgin bir şekilde kırılmalar ve bükülmeler gözlemlendi. Yine bu bitkinin gövdesinde kalınlaşmalar dikkati çekti(Şekil 4.19.).



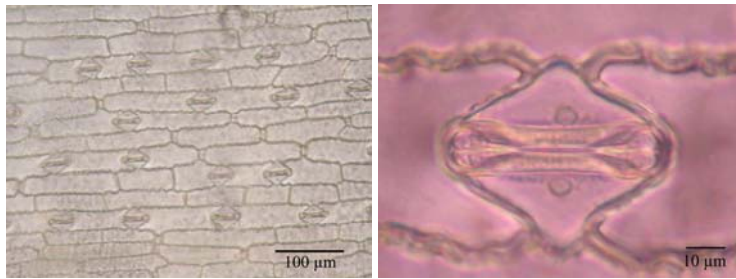
Şekil 4.19. 400 mM tuz ve 150 ppm ABA uygulanan bitkinin ve kontrollerin genel görünüşü

4.3. Stoma Özellikleri

4.3.1. 100 mM tuz uygulanan gruptaki stoma özellikleri

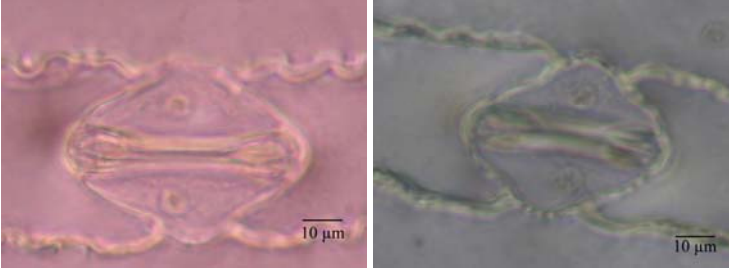
100 mM tuz uygulanan gruptaki stomalara bakıldığında stoma büyüklüklerinin benzer olduğu görülmüştür. Stoma açıklıklarında belirgin bir farklılığa rastlanmamıştır. Birim alandaki stoma sayılarının da çok az değiştiği gözlenmiştir (Şekil 4.20).

100 mM tuz uygulamasında, stoma sayısı 16 adet/ $183000 \mu\text{m}^2$. Stoma büyüklükleri, 100 mM tuz 100 ppm SA uygulamasında 12μ , 100 mM 100 ppm uygulamasında 10μ , 100 mM tuz kontrol uygulamasında 10μ olarak ölçülmüştür(Şekil 4.20).



100 mM tuz 50 ppm SA

100 mM tuz 100 ppm SA



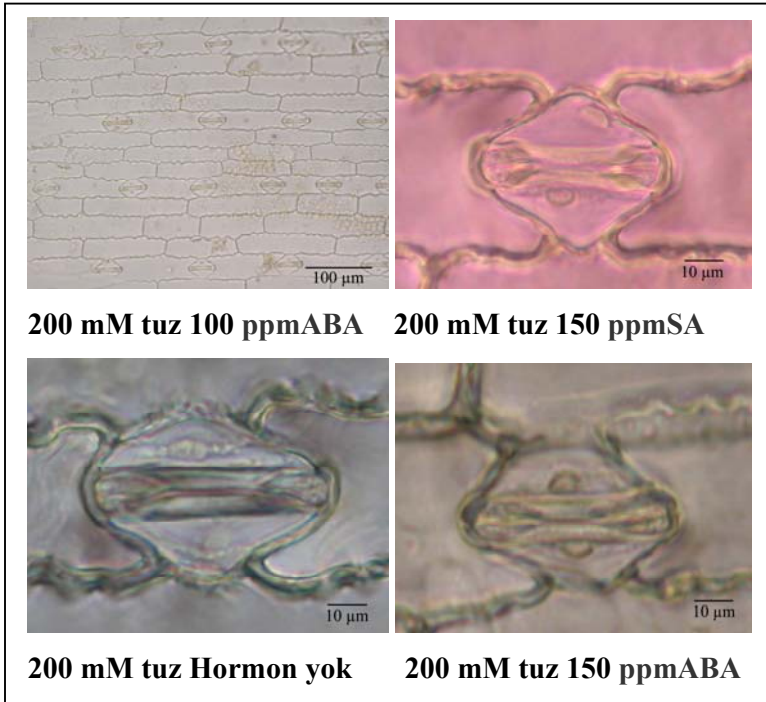
100 mM tuz 100 ppm ABA 100 mM tuz Hormon yok

Şekil 4.20. 100 mM tuz uygulanan mısır bitkilerindeki genel stoma durumları

4.3.2. 200 mM tuz uygulanan gruptaki stoma özellikleri

200 mM tuz uygulamalarındaki stoma durumlarına bakıldığında stomaların yapısında belirgin farklılık görülmemiştir. Stoma açıklıklarının birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Stomaların sayısında da benzerlik görülmüştür (Şekil 4.21).

200 mM tuz uygulamasında, stoma sayısı 18 adet/ $183000 \mu\text{m}^2$. Stoma büyüklükleri, 200 mM tuz 150 ppm SA uygulamasında 11μ , 200 mM tuz kontrol uygulamasında 13μ , 200 mM tuz 150 ppm ABA uygulamasında 12μ olarak ölçülmüştür (Şekil 4.21).



200 mM tuz 100 ppm ABA 200 mM tuz 150 ppm SA

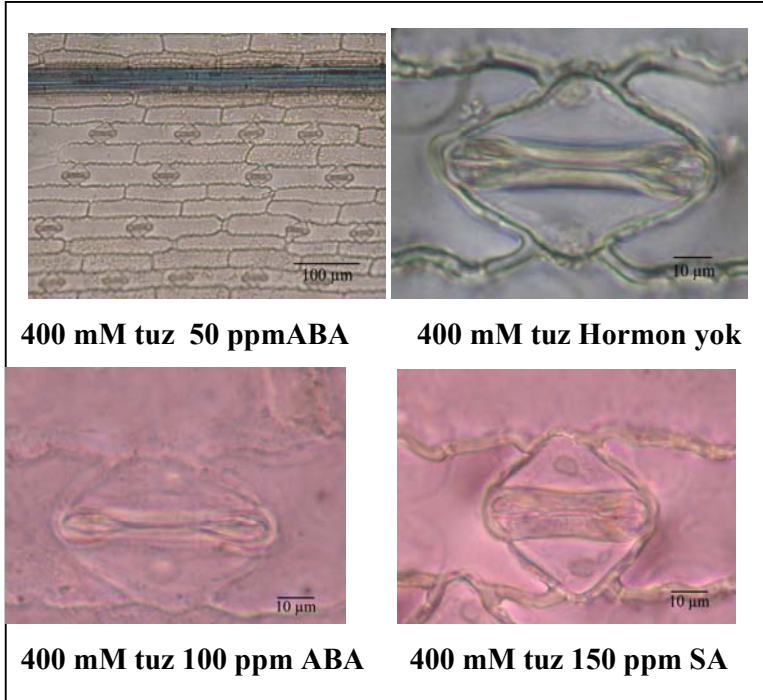
200 mM tuz Hormon yok 200 mM tuz 150 ppm ABA

Şekil 4.21. 200 mM tuz uygulanan mısır bitkilerindeki genel stoma durumları

4.3.3. 400 mM tuz uygulanan gruptaki stoma özellikleri

400 mM tuz uygulamalarında stomalara bakıldığında yine benzerliklerin olduğu görüldü. Stoma sayısında belirgin bir değişiklik gözlenmedi. Stoma açıklıklarında belirgin bir farklılığın olmadığı tespit edildi. Stoma büyüklüklerin de ise 400 mM tuz grubundaki 150 ppm SA uygulamasında nispeten bir küçüklük görüldü (Şekil 4.22).

400 mM tuz uygulamasında, stoma sayısı 17 adet/ 183000 μm^2 . Stoma büyüklükleri, 400 mM tuz kontrol uygulamasında 12 μ , 400 mM tuz 100 ppm ABA uygulamasında 9 μ , 400 mM tuz 150 ppm SA uygulamasında 13 μ olarak ölçülmüştür(Şekil 4.22)..

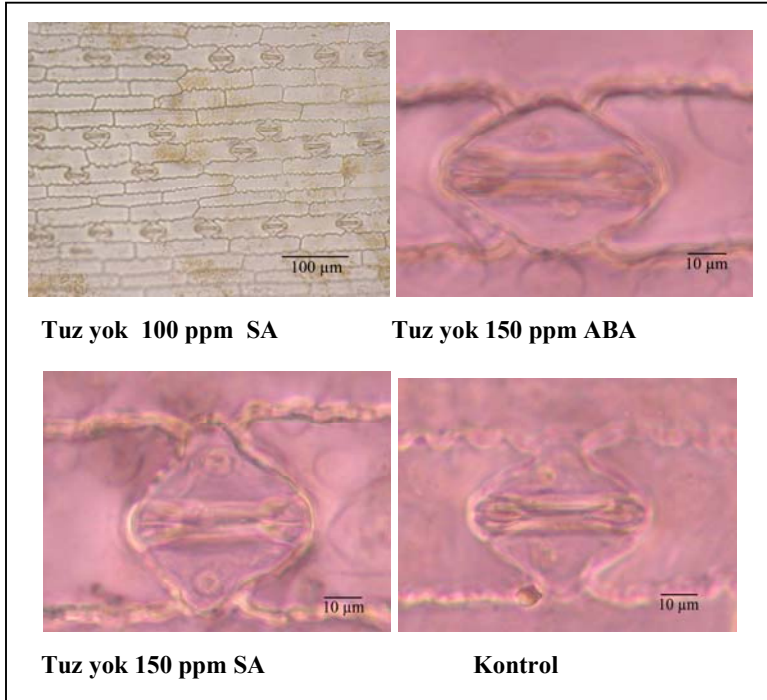


Şekil 4.22. 400 mM tuz uygulanan mısır bitkilerindeki genel stoma durumları

4.3.4. Sadece hormon uygulanan bitkiler ile kontrol bitkisinin stoma özellikleri

Sadece hormon uygulanan bitkilerdeki stomalara baktığımızda stoma sayılarının birbirine yakın olduğu görüldü. Stoma büyüklüklerinde ve stoma açıklıklarında belirgin bir farklılığa rastlanmadı(Şekil 4.23).

Sadece hormon uygulanan bitkilerde, stoma sayısı 20 adet/ 183000 μm^2 . Stoma büyüklükleri, Hormon kontrolü 150 ppm ABA uygulamasında 11 μ , Hormon Kontrolü 150 ppm SA uygulamasında 11 μ , Kontrol uygulamasında 10 μ olarak ölçülmüştür(Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Sadece hormon uygulanan (tuz yok) bitkiler ile kontroldeki stoma durumları

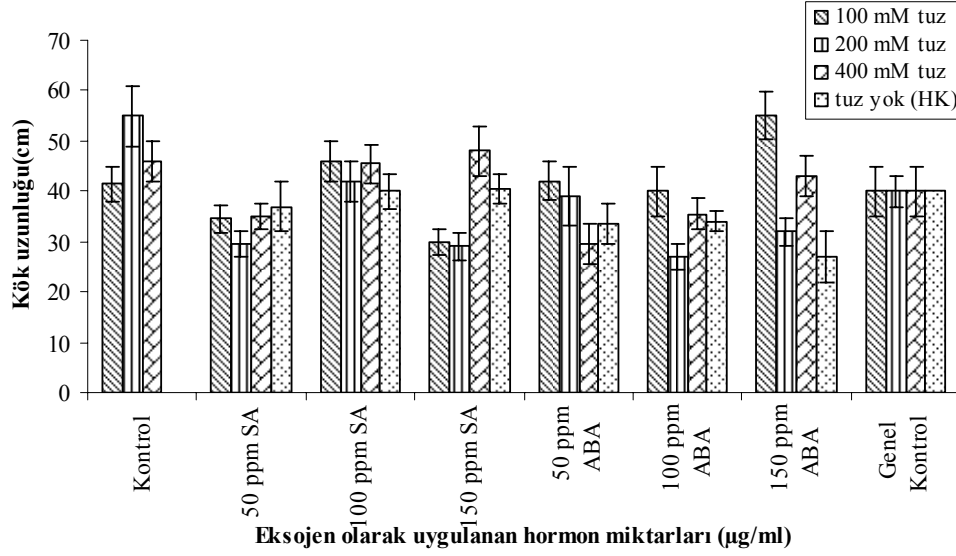
4.4. Tuz Stresine Maruz Bırakılan Mısır Bitkilerine Eksojen Olarak Uygulanan Hormonların Kök, Gövde ve Yaprak Uzunluklarına Etkileri

4.4.1. Kök uzunlukları üzerine etkileri

Kök uzunluklarına bakıldığında Genel Kontrole göre en fazla artış 200mM tuz kontrolünde olduğu görülmüştür. Genel olarak hormon uygulanan bitkilerde kök uzunluklarının, kontrollere göre daha az olduğu gözlenmiştir. 100 mM tuz ve ABA uygulanan bitkilerde SA uygulanan bitkilere göre kök uzunlukları genel olarak daha fazla olmuştur. 200 Mm tuz uygulanan bitkilerde 100 mM tuz uygulanan bitkilere göre kök uzunluklarında belirgin bir azalma görülmüştür. 400mM tuz uygulanan bitkilerde kök uzunluğu genel olarak 200 mM tuz uygulanan bitkilere göre daha fazla olduğu kaydedilirken, ABA uygulanan bitkilerdeki kök uzunluğunun daha az olduğu görüldü.. Hormon kontrollerinde SA miktarı arttıkça kök uzunluğu artmış, ABA miktarı arttıkça kök uzunluğu önce artmış sonra azalmıştır(Çizelge 4.1, Şekil 4.24).

Çizelge 4.1. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin kök uzunlukları

	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	uz yok (H K)	t
Hormon yok (Kontrol)	1,50	5,00	6,00		3
50 ppm SA	4,50	9,50	5,00	7,00	4
100 ppm SA	6,00	2,00	5,50	0,00	4
150 ppm SA	0,00	9,00	8,00	0,50	3
50 ppm ABA	2,00	9,00	9,50	3,50	3
100 ppm ABA	0,00	7,00	5,50	4,00	2
150 ppm ABA	5,00	2,00	3,00	7,00	
Genel Kontrol			40,00		



Şekil 4.24. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin kök uzunlukları

4.4.2. Gövde uzunlukları üzerine etkileri

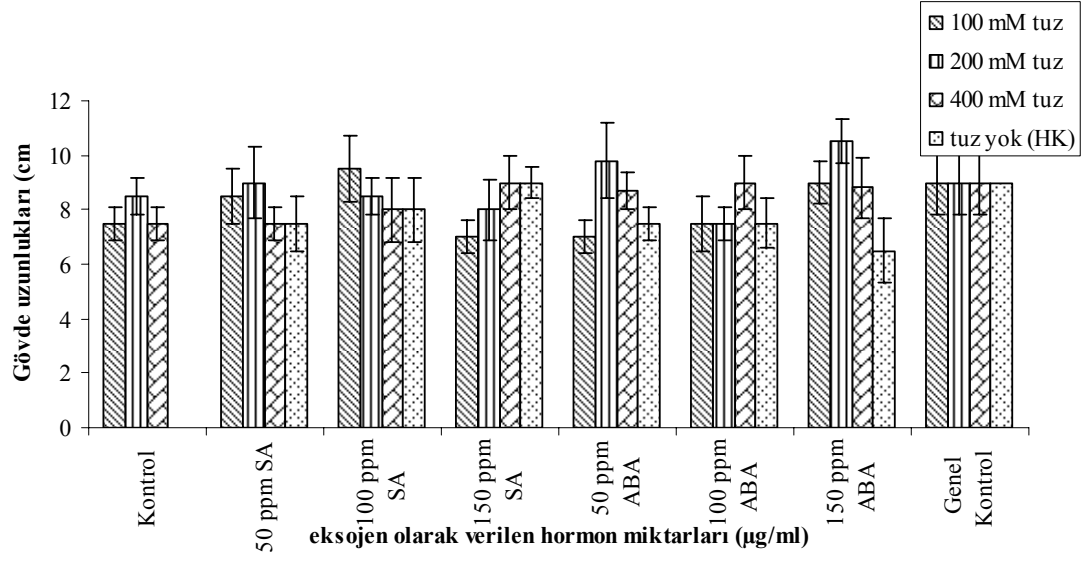
Gövde uzunluklarında genel kontrole göre, iç kontrollerde bir azalma olduğu kaydedilmiştir. En fazla gövde uzunluğu 200 mM tuz , 150 ppm ABA uygulanan bitkide gözlenirken, en az uzunluk HK 150 ppm ABA uygulanan bitkide gözlenmiştir. Genel olarak 200mM tuz uygulanan bitkilerde gövde uzunluklarında daha fazla artış görülmüştür. HK uygulanan bitkilerde ise gövde uzunluklarının genel olarak daha az olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.25).

Çizelge 4.2. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin gövde uzunlukları

	00 mM tuz	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz yok (H K)
Hormon yok (Kontrol)	,50	,50	,50	,50	7
50 ppm SA	,50	,00	,50	,50	7
100 ppm SA	,50	,50	,00	,00	8
150 ppm SA	,00	,00	,00	,00	9
50 ppm ABA	,00	,80	,70	,50	7
100 ppm ABA	,50	,50	,00	,50	7
150 ppm ABA	,00	0,50	,80	,50	6

Genel Kontrol

9,00



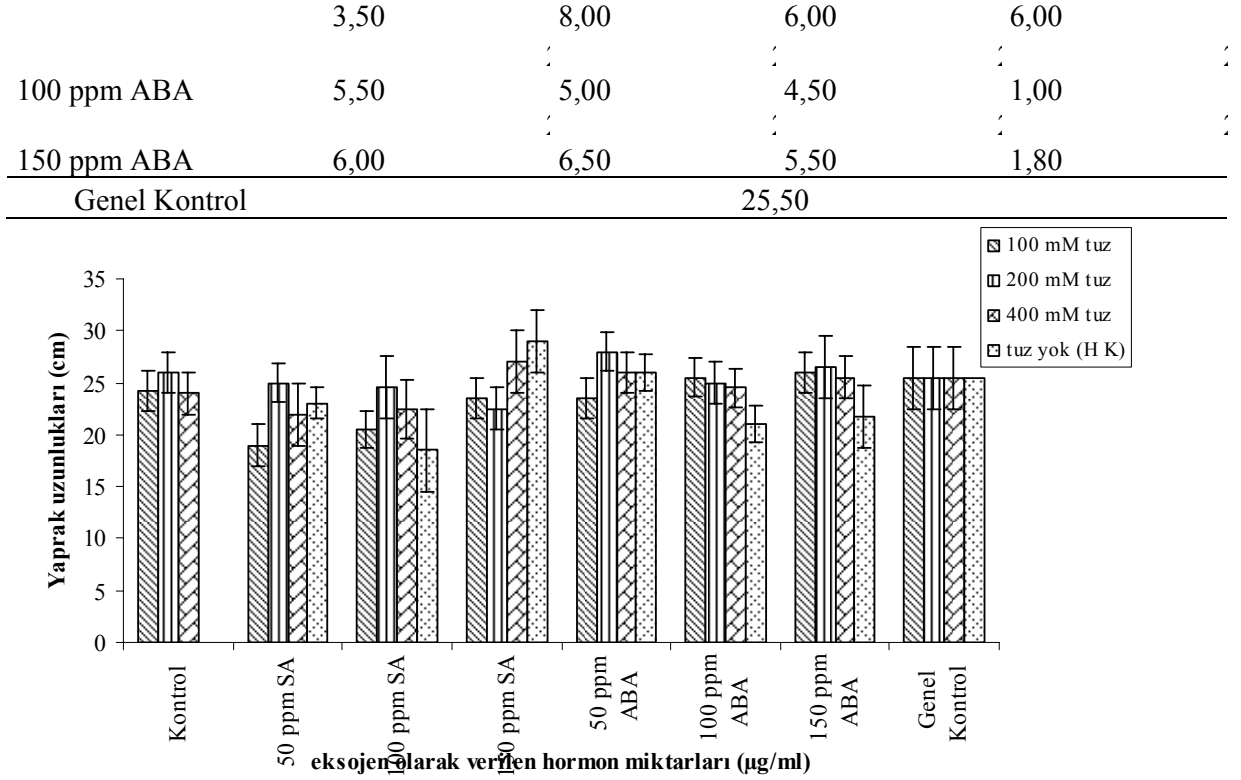
Şekil 4.25. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin gövde uzunlukları

4.4.3. Yaprak uzunlukları üzerine etkileri

Yaprak uzunluklarında genel kontrole göre 100 mM tuz ve 400 mM tuz kontrollerinde bir düşme gözlemlendi. 100 mM tuz da SA uygulamalarındaki yaprak uzunluklarının diğer gruplardaki SA uygulamalarına göre daha az olduğu genel olarak daha az olduğu görüldü. Genel olarak 200 mM tuz uygulanan SA uygulamalarında yaprak uzunluğu diğer SA lara göre daha fazla olduğu tespit edildi. ABA larda yaprak uzunluğu artışı SA lara göre daha fazla olduğu gözlemlendi. ABA larda ise en az yaprak uzunluğu HK uygulanan bitkilerde görülürken, en fazla yaprak uzunluğu ise 200 mM tuz uygulanan ABA larda görüldü (Çizelge 4.3, şekil 4.26).

Çizelge 4.3. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin yaprak uzunlukları

	00 mM tuz	00 mM tuz	00 mM tuz	Tuz yok (HK)
Hormon yok (Kontrol)	4,20	6,00	4,00	
50 ppm SA	9,00	5,00	2,00	3,00
100 ppm SA	0,50	4,50	2,50	8,50
150 ppm SA	3,50	2,50	7,00	9,00
50 ppm ABA				



Şekil 4.26. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin yaprak uzunlukları

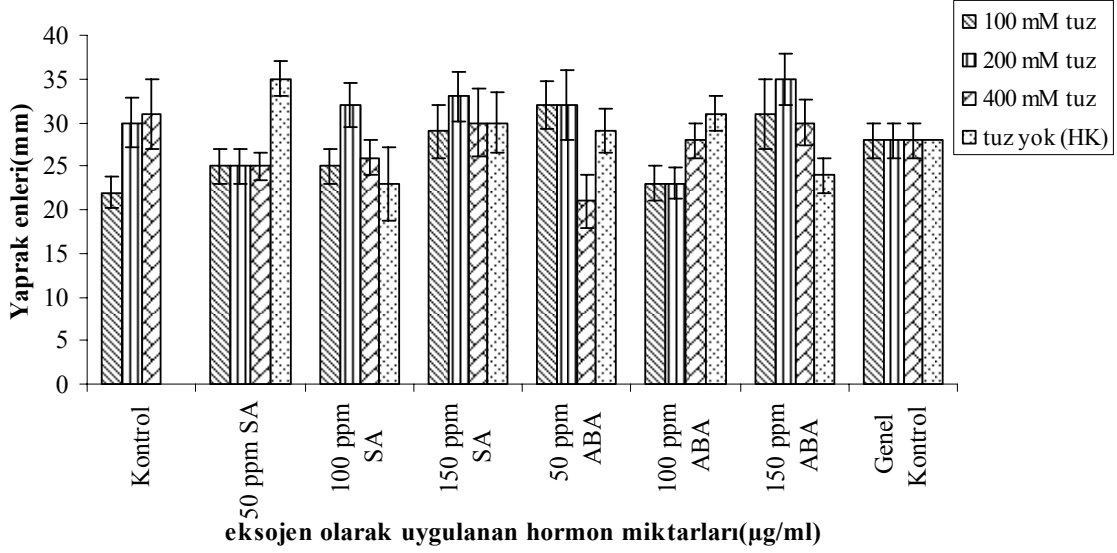
4.4.4. Yaprak eni üzerine etkileri

Yaprak enlerinin 100 mM kontrol de , genel kontrole göre belirgin olarak az olduğu gözlemlendi. Diğer tuz kontrollerinin ise genel kontrolden daha fazla olduğu görüldü. Özellikle 200mM tuz uygulanan bitkileri de yaprak enlerinin genel kontrole göre daha fazla olduğu tespit edildi. ABA lardaki yaprak eninin SA lara göre daha fazla olduğu görüldü. 100 mM SA uygulamalarında yaprak eni, diğer SA uygulamalarına göre az olduğu belirlendi(Çizelge 4.4, Şekil 4.27).

Çizelge 4.4. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin yaprak enleri

	00 mM tuz	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz
Hormon yok (Kontrol)	2,50	0,50	1,50	3
50 ppm SA	5,40	5,60	5,50	35,50
100 ppm SA	5,70	2,50	6,50	23,50
150 ppm SA				30,20

	9,20	3,50	0,40	
100 ppm ABA	2,50	2,40	1,80	29,50
150 ppm ABA	3,60	3,40	8,50	31,70
200 ppm ABA	1,40	5,40	0,40	24,50
Genel Kontrol	28,50			



Şekil 4.27. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin yaprak enleri

4.5. Tuz Stresine Maruz Bırakılan Mısır Bitkilerine Eksojen Olarak Uygulanan Hormonların Yaş-Kuru Ağırlık Üzerine Etkileri

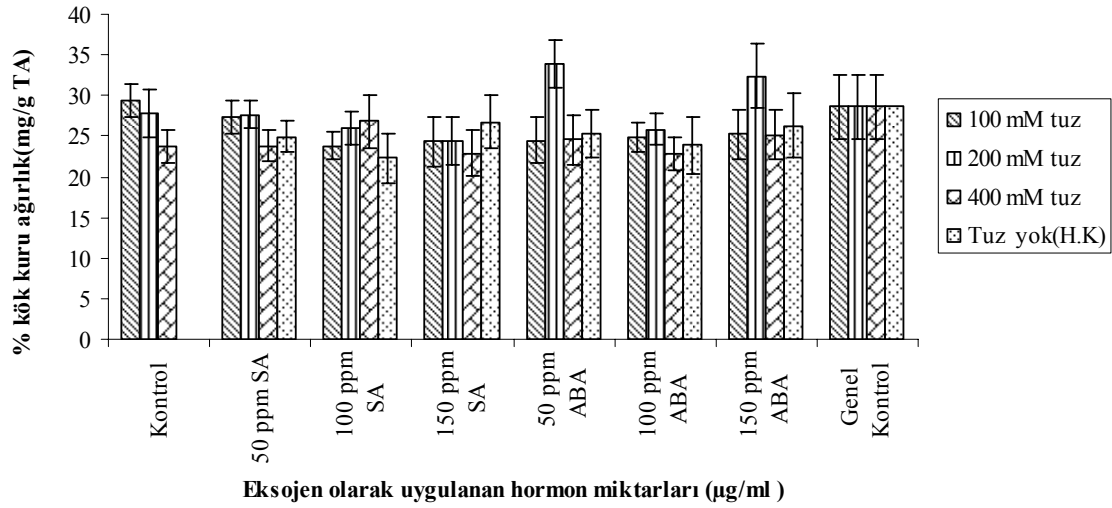
4.5.1. % Kök yaş-kuru ağırlık oranları üzerine etkileri

% Kök kuru ağırlık değerlerinde genel kontrole göre birkaç uygulama hariç bir azalma gözlenirken, bu azalmanın 400 mM tuz uygulamasında daha belirgin olduğu görülmüştür. 200mM tuz uygulamalarında 50 ppm ABA ve 150 ppm ABA uygulamalarında % kök kuru ağırlık değerlerinde genel kontrole göre belirgin bir artış gözlenmiştir (Çizelge 4.5, Şekil 4.28.).

Çizelge 4.5. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % kök kuru ağırlıkları

	00 mM tuz	00 mM tuz	00 mM tuz	Tuz yok (HK)
Hormon yok (Kontrol)	2	2	2	2

	9,44	7,79	3,75		
50 ppm SA	7,37	7,66	3,82	4,94	2
100 ppm SA	3,84	6,01	6,78	2,27	2
150 ppm SA	4,31	4,4	2,93	6,77	2
50 ppm ABA	4,44	3,9	4,57	5,34	2
100 ppm ABA	4,77	5,85	2,86	3,86	2
150 ppm ABA	5,20	2,40	5,15	6,26	2
Genel Kontrol			28,62		



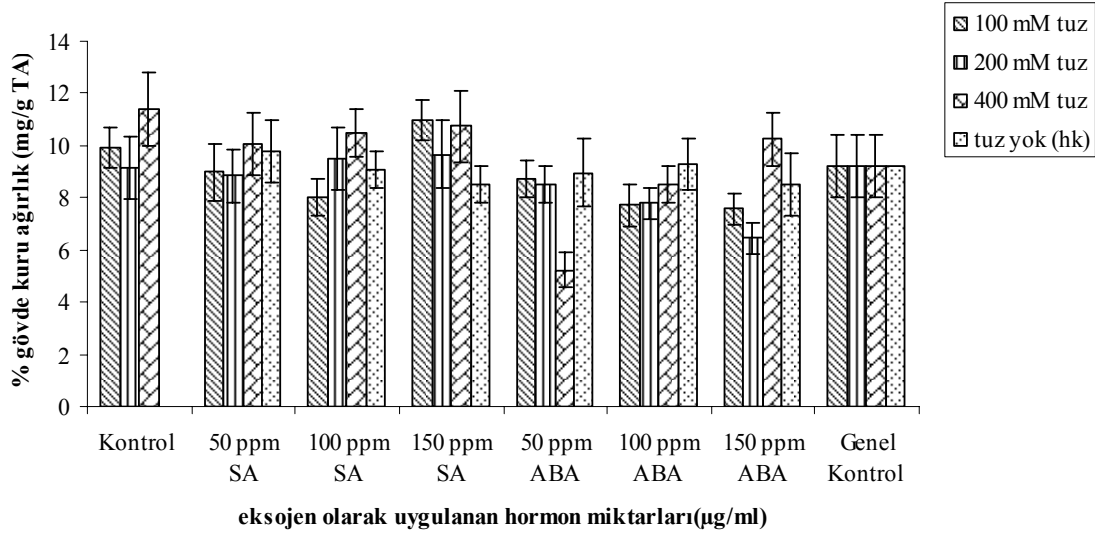
Şekil 4.28. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % kök kuru ağırlıkları

4.5.2. % Gövde yaş-kuru ağırlık oranları üzerine etkileri

Gövde kuru ağırlığında en düşük değer 400 mM tuz 50 ppm ABA uygulamasında görülürken en yüksek değer ise 400 mM tuz kontrol uygulamasında görüldü. SA uygulamalarında yüksek değer 400 mM tuz grubunda görülürken diğerlerinde belirgin bir değişme gözlenmedi. Hormon kontrolündeki uygulamalardaki değerler birbirine yakın olurken, diğer uygulamalarda ABA larda SA lara göre belirgin bir azalma görülmüştür (Çizelge 4.6, Şekil 4.29.).

Çizelge 4.6. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % gövde kuru ağırlıkları

	00 mM tuz	00 mM tuz	400 mM tuz	Tuz Yok(HK)
Hormon Yok (Kontrol)	,92	,16	1,37	
50 ppm SA	,98	,83	0,03	,78
100 ppm SA	,01	,52	0,5	,09
150 ppm SA	0,97	,64	0,73	,53
50 ppm ABA	,70	,52	,24	,95
100 ppm ABA	,72	,80	,51	,30
150 ppm ABA	,59	,45	0,24	,52
Genel				
Kontrol			9,23	



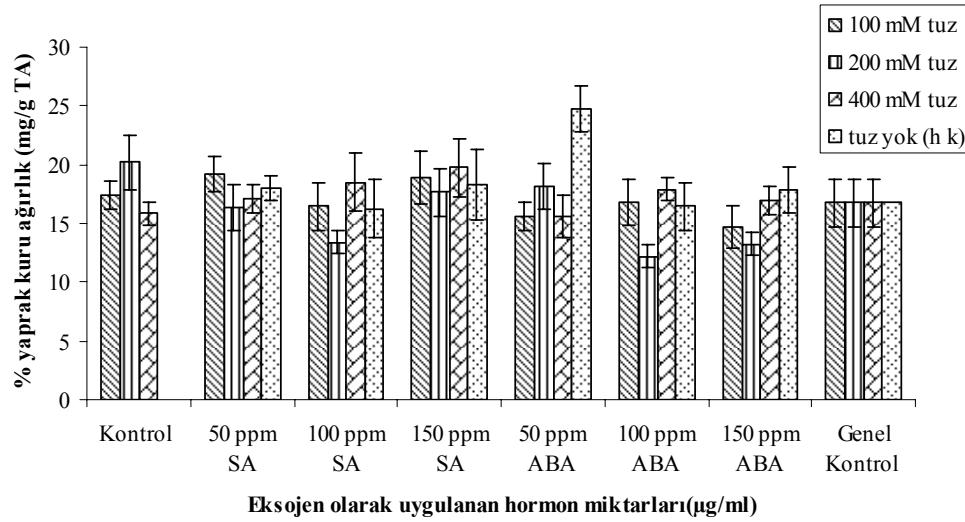
Şekil 4.29. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % gövde kuru ağırlıkları

4.5.3. % Yaprak yaş-kuru ağırlık oranları üzerine etkileri

Yaprak kuru ağırlığı açısından analiz sonuçlarına bakıldığında kontrol grupları ile diğer gruplar arasında önemli farklar görülmemiştir. Fakat hormon kontrolü 50 ppm ABA da belirgin bir artış görülmüştür. Aynı şekilde 200 mM tuz kontrolünde genel kontrole göre bir artış gözlenmiştir (Çizelge 4.7, Şekil 4. 30).

Çizelge 4.7. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % yaprak kuru ağırlıkları

	00 mM tuz	00 mM tuz	00 mM tuz	Tuz yok(HK)
Hormon yok(Kontrol)	7,46	0,2	5,83	
50 ppm SA	9,13	6,34	7,13	7,98
100 ppm SA	6,44	3,41	8,5	6,26
150 ppm SA	8,89	7,67	9,76	8,37
50 ppm ABA	5,59	8,16	5,56	4,73
100 ppm ABA	6,8	2,19	7,91	6,43
150 ppm ABA	4,73	3,24	6,95	7,87
Genel Kontrol	16,75			

**Şekil 4. 30.** Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinin % yaprak kuru ağırlıkları.

4.6. Tuz Stresine Maruz Bırakılan Mısır Bitkilerine Eksojen Olarak Uygulanan Hormonların Klorofil Oranları Üzerine Etkileri

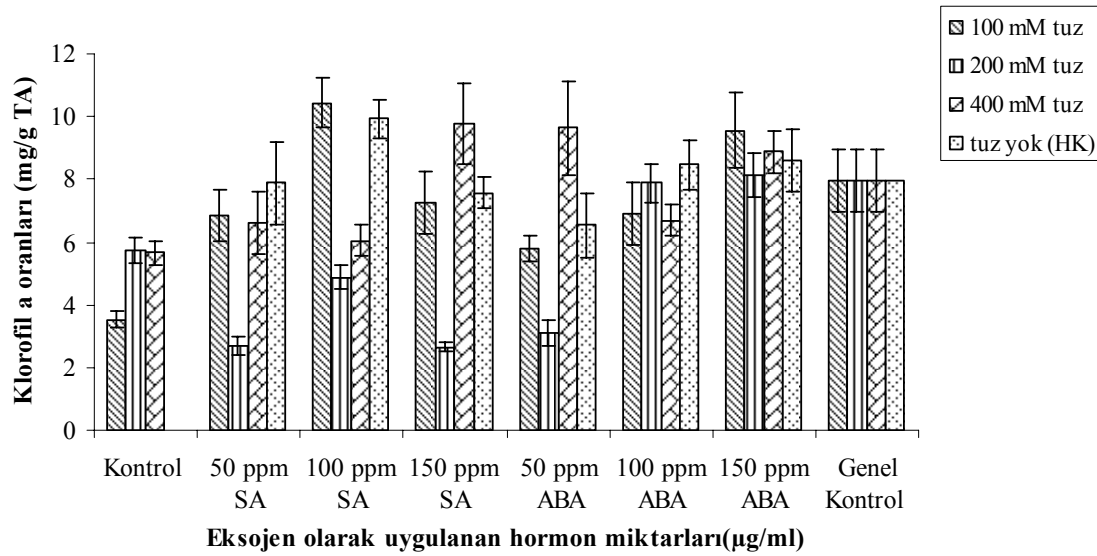
4.6.1. Klorofil a miktarları üzerine etkileri

Klorofil a miktarlarında genel kontrole göre özellikle 200 mM tuz da SA uygulamalarında belirgin azalmaların olduğu görülmüştür. Kontrole göre en fazla artışın 100 mM tuz daki 100 ppm SA uygulamasında olduğu gözlenmiştir. Grup lardaki değerlerin Grup

kontrollerinden fazla olduğu kaydedilmiştir. Hormon kontrollerindeki değerlerin birbirine yakın olduğu görülmüştür (Çizelge 4.8, Şekil 4. 31).

Çizelge 4.8. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki klorofil a miktarları

	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz yok (HK)	
Hormon Yok (Kontrol)	3,53	5,74	,65		7
50 ppm SA	6,85	2,69	,61	,88	9
100 ppm SA	10,43	4,88	,04	,93	7
150 ppm SA	7,28	2,66	,76	,56	6
50 ppm ABA	5,80	3,12	,64	,53	8
100 ppm ABA	6,92	7,88	,68	,46	8
150 ppm ABA	9,55	8,11	,87	,59	
Genel					
Kontrol			7,98		



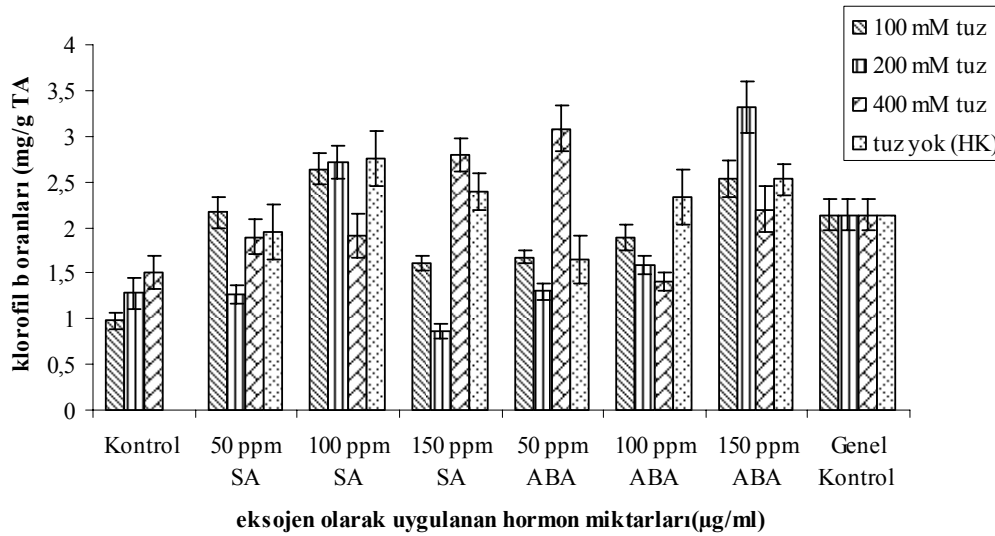
Şekil 4. 31. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki klorofil a oranları

4.6.2. Klorofil b miktarları üzerine etkileri

Klorofil miktarları 100mM tuz kontrol ve 200 mM tuz uygulamalarında en az olduğu 200 mM tuz 150 ppm ABA uygulamasında ise en fazla olduğu gözlenmiştir. Hormon kontrolündeki değerlerin diğer gruplara göre genel olarak daha fazla olduğu görülmüştür (Çizelge 4.9, Şekil 4.32).

Çizelge 4.9. Tuz stresine maruz bırakılan bitkilerdeki klorofil b miktarları

	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz yok(HK)	
Hormon Yok (Kontrol)	0,977	1,279	,500		1
50 ppm SA	2,162	1,260	,899	,957	2
100 ppm SA	2,640	2,710	,910	,759	2
150 ppm SA	1,600	0,870	,790	,400	1
50 ppm ABA	1,670	1,300	,080	,640	2
100 ppm ABA	1,890	1,580	,410	,330	2
150 ppm ABA	2,540	3,310	,200	,528	
Genel Kontrol			2,139		



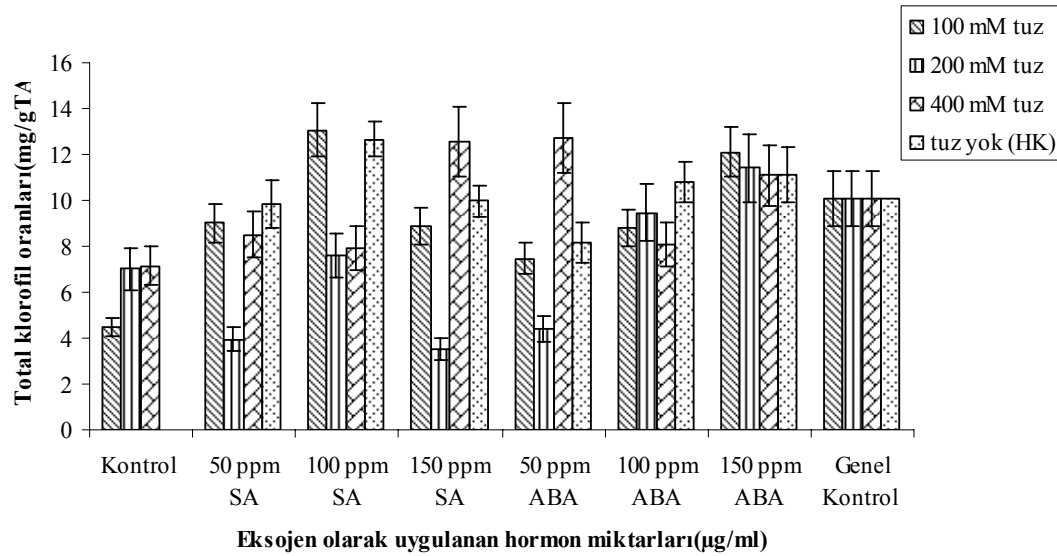
Şekil 4.32. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki klorofil b oranları

4.6.3. Total klorofil miktarları üzerine etkileri

Total klorofil miktarlarına bakıldığında en yüksek değerin 100mM tuz grubundaki 100 ppm SA uygulamasında olduğu görülmüştür. En düşük değer ise 200mM tuz grubundaki 150 ppm SA uygulamasında gözlenmiştir. Genel kontrole göre, grup kontrollerinde azalmalar olup 100 mM tuzda kayda değer bir azalma görülmüştür. 150 ppm ABA larda değerler kontrolün biraz üzerinde ve birbirine yakın olduğu kaydedilmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.33).

Çizelge 4.10. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki total klorofil miktarları

	00 mM tuz	00 mM tuz	00 mM tuz	Tuz yok(HK)	
Hormon Yok (Kontrol)	,50	,02	,16		9
50 ppm SA	,01	,95	,51	,84	1
100 ppm SA	3,06	,59	,954	2,68	9
150 ppm SA	,89	,54	2,56	,96	8
50 ppm ABA	,47	,42	2,72	,18	1
100 ppm ABA	,81	,46	,09	0,79	1
150 ppm ABA	2,09	1,43	1,09	1,12	
Genel					
Kontrol					10,12



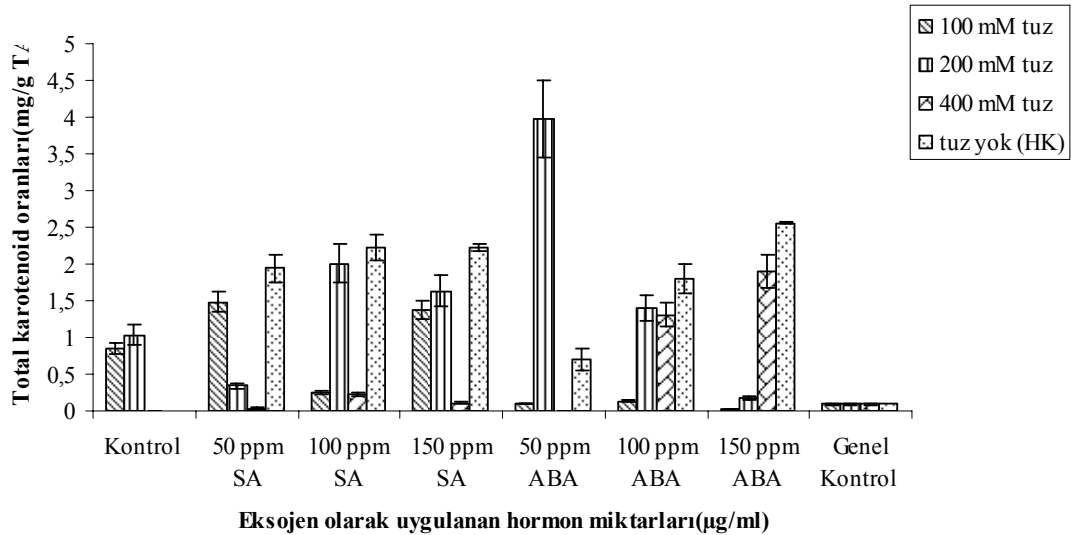
Şekil 4.33. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki total klorofil miktarları

4.6.4. Total karotenoid miktarları üzerine etkileri

Total karotenoid miktarlarına bakıldığında hormon kontrolü 50 ppm ABA da belirgin bir azalma gözlenirken, 200mM tuz 50 ppm ABA da belirgin bir artış gözlenmiştir. 100 mM tuz ABA uygulamalarında, SA lara göre bir azalma görülmüştür. Gruplara genel olarak bakıldığında total karotenoid değerlerinin genel kontrole göre artış gösterdiği belirlenmiştir(Çizelge 4.11, Şekil 4.34).

Çizelge 4.11. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinde total karotenoid miktarları

	00 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz Yok (HK)
Hormon yok(Kontrol)	,84	,03	,01	
50 ppm SA	,48	,34	,04	,94
100 ppm SA	,25	,01	,22	,22
150 ppm SA	,37	,63	,11	,22
50 ppm ABA	,10	,97	,43	,69
100 ppm ABA	,13	,98	,31	,79
150 ppm ABA	,15	,18	,90	,55
Genel				
Kontrol			0,09	



Şekil 4. 34. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki total karetenoid oranları

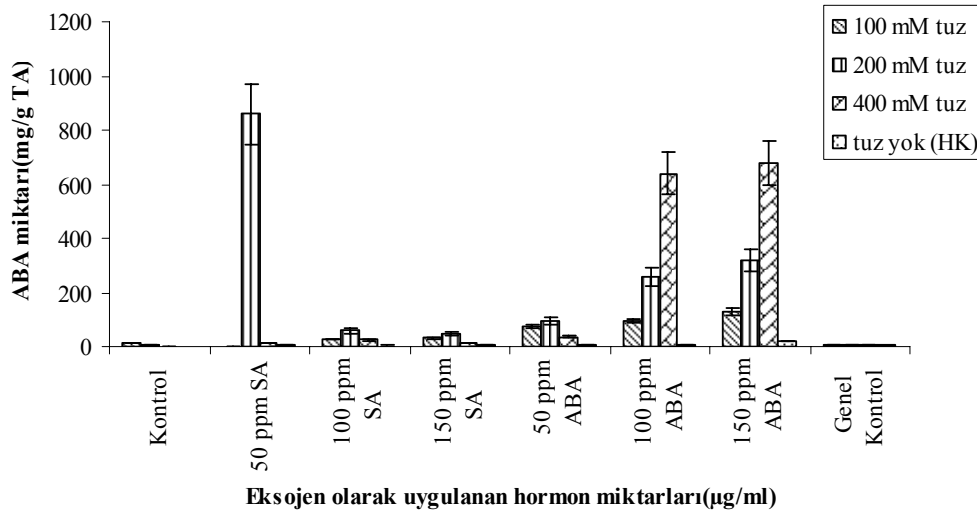
4.7. Tuz Stresine Maruz Bırakılan Mısır Bitkilerine Eksojen Olarak Uygulanan Hormonların, ABA, GA, Zeatin ve IAA Üzerine Etkileri

4.7. 1. Absisik asit miktarına etkileri

ABA seviyelerine bakıldığında 400 tuz 100 ABA ve 400 tuz 150 ABA ile 200 tuz 50 SA da diğer uygulamalara göre aşırı miktarda bir artış tespit edildi. Genel olarak ABA uygulamalarındaki ABA artışı SA uygulamalarındakinden fazla olduğu görüldü(Çizelge 4.12, Şekil 4.35).

Çizelge 4.12. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki ABA miktarları

	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz yok (HK)
Hormon yok (Kontrol)	13,50	5,80	1,00	
50 ppm SA	1,62	860,0	13,00	4,80
100 ppm SA	27,30	58,00	24,00	3,30
150 ppm SA	31,00	50,00	12,00	4,80
50 ppm ABA	72,00	95,00	37,00	6,60
100 ppm ABA	96,00	260,0	640,0	7,50
150 ppm ABA	128,0	320,0	680,0	18,0
Genel Kontrol			4,20	



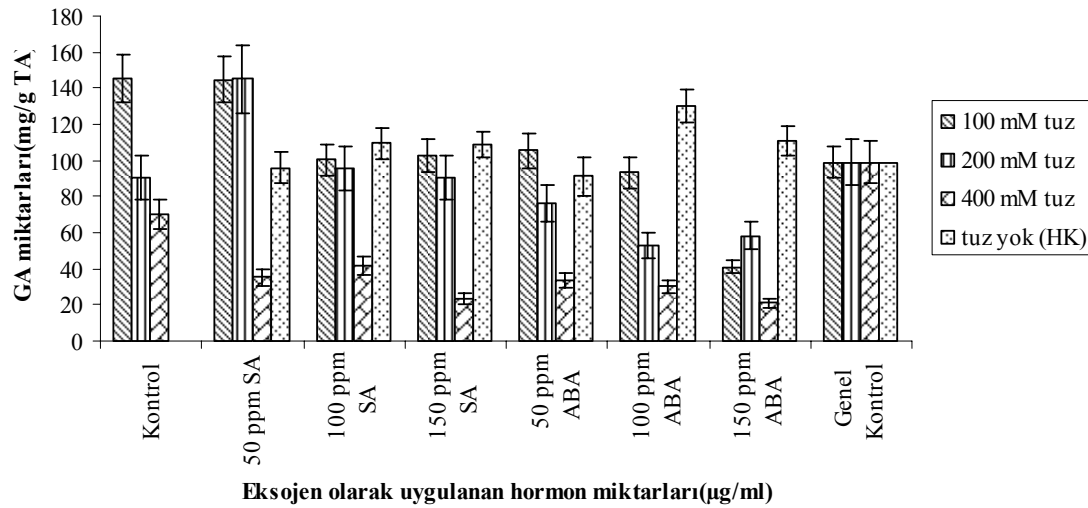
Şekil 4.35. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki ABA oranları

4.7.2. Giberellik asit (GA) miktarına etkileri

Giberellik asit miktarlarına baktığımızda ABA uygulamalarında tuz miktarının artmasıyla Giberellik asit miktarında azalma gözlenmiştir. Aynı durumu SA uygulamalarında da gözlenirken 100 mM tuz ve 200 mM tuz SA uygulamalarında Giberellik asit miktarının ABA uygulamalarına göre daha fazla olduğu görülmüştür(Çizelge 4.13, Şekil 4.36).

Çizelge 4.13. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki GA miktarları

	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz yok (HK)
Hormon yok(Kontrol)	145,47	90,53	70,29	
50 ppm SA	144,75	145,06	35,18	95,85
100 ppm SA	100,29	95,48	42,18	109,56
150 ppm SA	102,60	90,54	23,16	108,54
50 ppm ABA	105,45	76,31	34,01	91,02
100 ppm ABA	93,17	53,18	30,27	130,32
150 ppm ABA	40,81	58,11	21,24	110,76
Genel Kontrol		99,10		



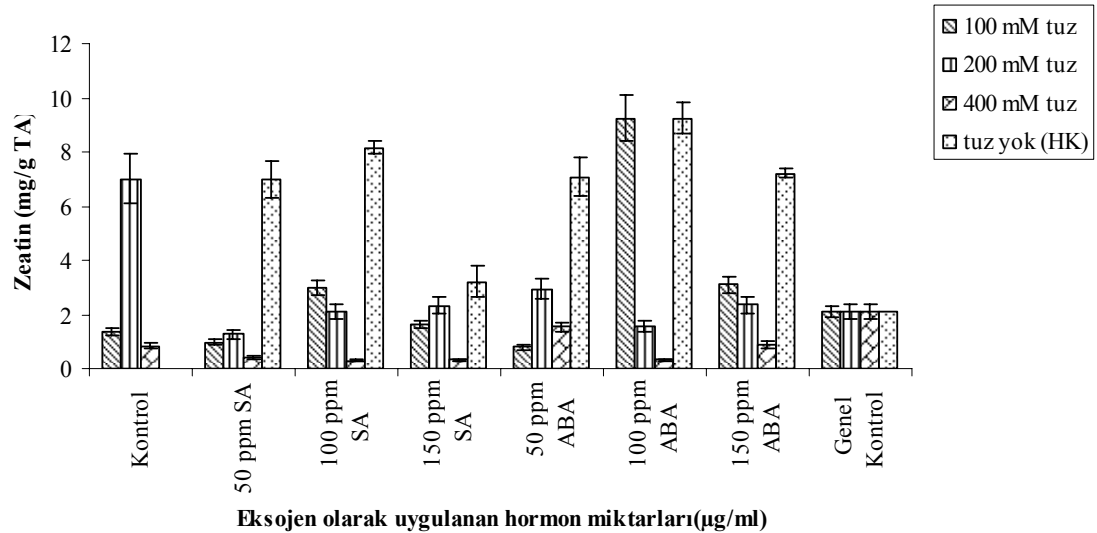
Şekil 4.36. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki GA oranları

4.7.3. Zeatin miktarına etkileri

Zeatin miktarlarına bakıldığında tuz artışıyla birlikte ABA ve SA uygulamalarında zeatin miktarında azalma gözlenmiştir. Bununla birlikte bu uygulamalarda SA lardaki zeatin miktarının ABA lardakinden daha az olduğu tespit edilmiştir(Çizelge 4.14, Şekil 4.37).

Çizelge 4.14. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki Zeatin miktarları

	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz yok (HK)
Hormon yok (Kontrol)	1,37	6,99	0,84	
50 ppm SA	0,97	1,27	0,42	6,99
100 ppm SA	3,00	2,08	0,28	8,16
150 ppm SA	1,63	2,33	0,31	3,21
50 ppm ABA	0,78	2,94	1,54	7,08
100 ppm ABA	9,24	1,53	0,32	9,24
150 ppm ABA	3,09	2,34	0,88	7,20
Genel Kontrol	2,09			



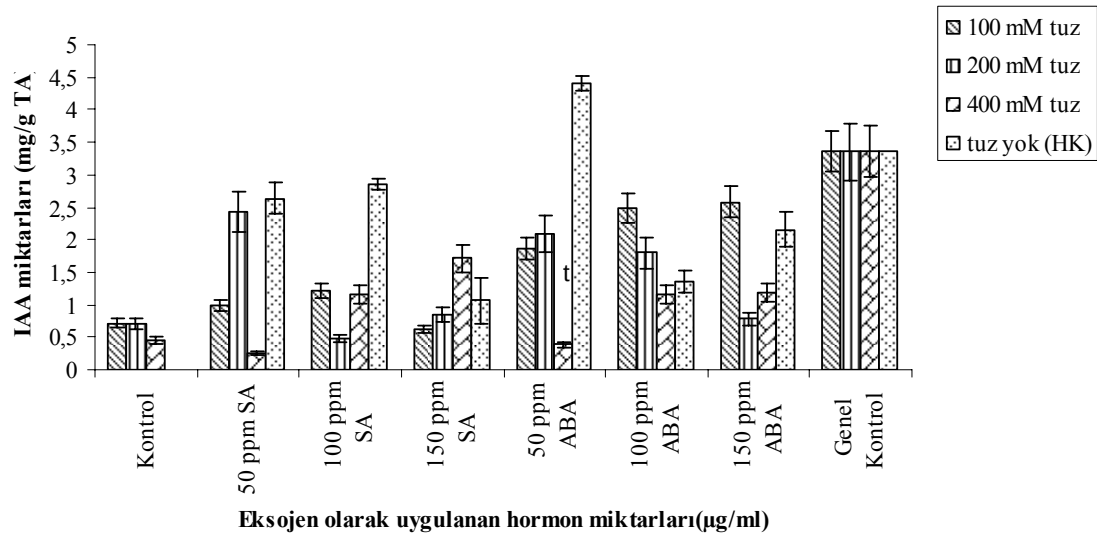
Şekil 4.37. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki Zeatin oranları

4.7.4. İndolasetik asit (IAA) miktarına etkileri

İndolasetik asit miktarlarına bakıldığında hormon uygulamasıyla IAA miktarının arttığı, tuz uygulandığında azaldığı görülmüştür. Tuz kontrol gruplarında değerlerini sıfıra yakın olduğu kaydedilmiştir(Çizelge 4.15, Şekil 4.38).

Çizelge 4.15. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki IAA miktarları

	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz yok(HK)
Hormon yok (Kontrol)	0,72	0,71	0,45	
50 ppm SA	0,99	2,43	0,26	2,64
100 ppm SA	1,22	0,48	1,17	2,86
150 ppm SA	0,63	0,84	1,71	1,06
50 ppm ABA	1,87	2,09	0,39	4,41
100 ppm ABA	2,49	1,8	1,16	1,36
150 ppm ABA	2,58	0,78	1,19	2,16
Genel Kontrol			3,36	



Şekil 4.38. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki IAA oranları

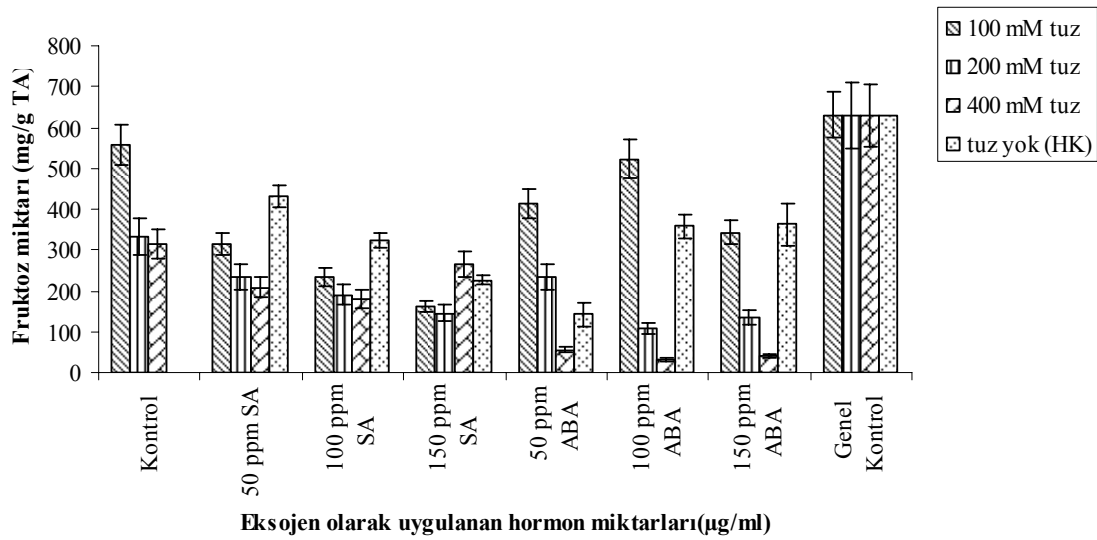
4.8. Tuz Stresine Maruz Bırakılan Mısır Bitkilerine Eksojen Olarak Uygulanan Hormonların, Şekerler Üzerine Etkileri

4.8.1. Fruktoz miktarına etkileri

Fruktoz miktarlarında genel kontrole göre diğer uygulamalarda bir azalma kaydedilmiştir. Sadece tuz uygulanan kontrollerde tuz miktarı arttıkça fruktoz miktarında bir düşüş tespit edildi. SA kontrol uygulamalarında SA arttıkça fruktoz miktarının azalma gösterdiği, ABA kontrol uygulamalarında da yine ABA artışıyla fruktoz miktarının azaldığı belirlendi. Tuz uygulanan ABA gruplarında tuz artışının fruktoz miktarını azalttığı tespit edildi. Tuz uygulanan SA gruplarında ise değerlerin değişkenlik gösterdiği belirlendi (Çizelge 4.16, Şekil 4.39).

Çizelge 4.16. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki Fruktoz miktarları

	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz yok (HK)
Hormon yok (Kontrol)	558,00	333,00	315,00	
50 ppm SA	315,00	234,00	207,00	432,00
100 ppm SA	234,00	189,00	180,00	324,00
150 ppm SA	162,00	145,80	264,60	226,80
50 ppm ABA	414,00	234,00	55,80	142,20
100 ppm ABA	522,00	108,00	30,60	358,20
150 ppm ABA	343,80	134,10	38,70	361,80
Genel Kontrol	630,00			



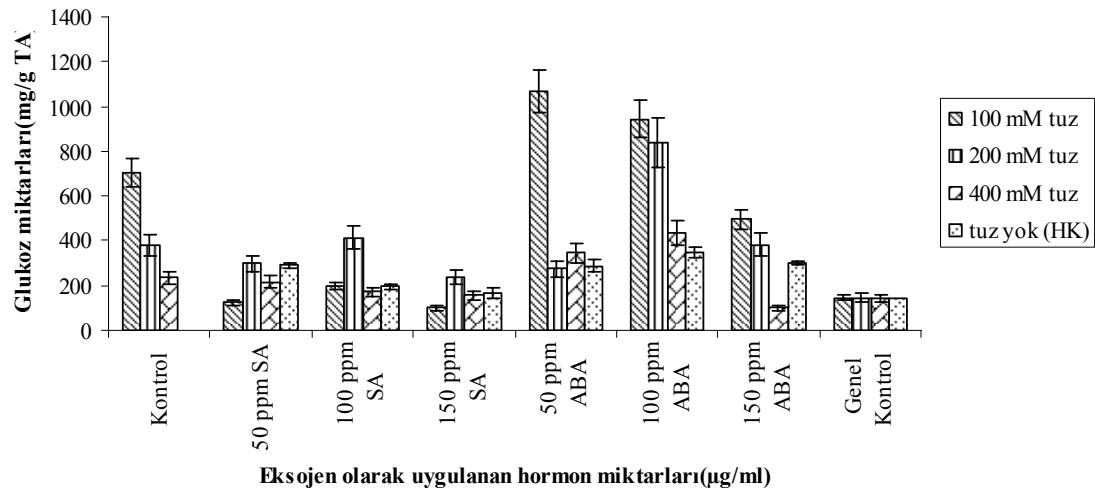
Şekil 4.39. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki Fruktoz oranları

4.8.2. Glukoz miktarına etkileri

Sadece tuz uygulamasının glukoz miktarını azalttığı görüldü. ABA uygulanan gruplarda glukoz miktarlarında artış tespit edildi. SA uygulanan gruplarda ise Glukoz miktarlarında azalma belirlendi(Çizelge 4.17, Şekil 4.40).

Çizelge 4.17. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki Glukoz miktarları

	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz yok(HK)
Hormon yok (Kontrol)	702,00	378,00	234,0	
50 ppm SA	126,00	297,00	216,0	288,90
100 ppm SA	198,00	414,00	171,0	194,40
150 ppm SA	99,00	239,40	154,80	164,70
50 ppm ABA	1069,20	275,40	345,60	287,10
100 ppm ABA	944,10	837,90	434,70	344,70
150 ppm ABA	495,00	382,50	99,00	300,60
Genel Kontrol	144,00			



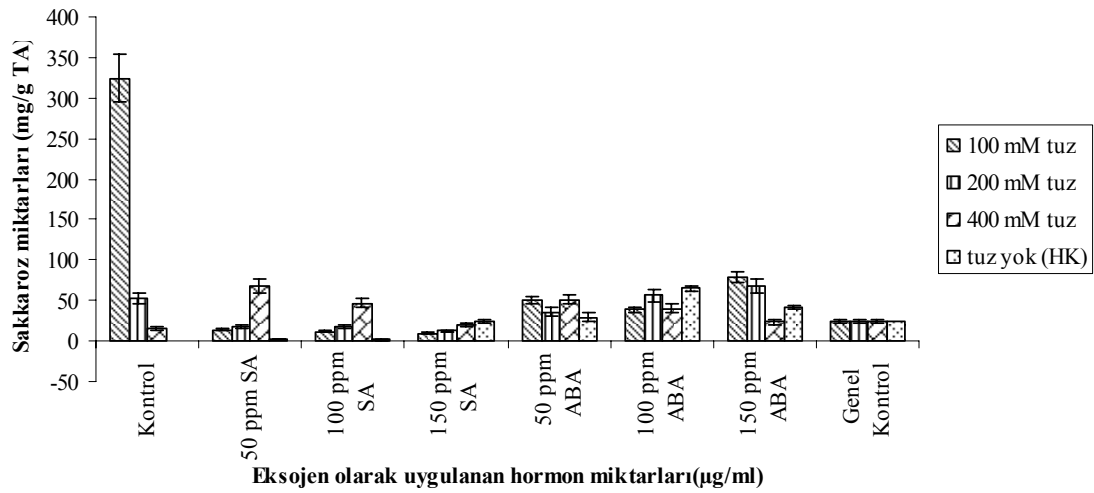
Şekil 4.40. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki Glukoz oranları

4.8.3. Sakkaroz miktarına etkileri

Sakkaroz miktarlarına bakıldığında ABA uygulamasında sakkarozun arttığı görülürken, SA larda ABA lara oranla sakkarozun azaldığı belirlendi(Çizelge 4.18, Şekil 4.41).

Çizelge 4.18 . Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki sakkaroz miktarları

	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz yok (HK)
Hormon Yok (Kontrol)	324,00	52,20	16,20	
50 ppm SA	13,50	18,00	68,40	3,24
100 ppm SA	11,70	17,10	46,80	1,53
150 ppm SA	9,90	12,60	19,80	24,30
50 ppm ABA	50,40	36,00	51,30	29,70
100 ppm ABA	38,70	56,70	40,50	65,70
150 ppm ABA	78,30	68,40	23,40	41,40
Genel Kontrol	24,30			



Şekil 4.41. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki Sakkaroz oranları

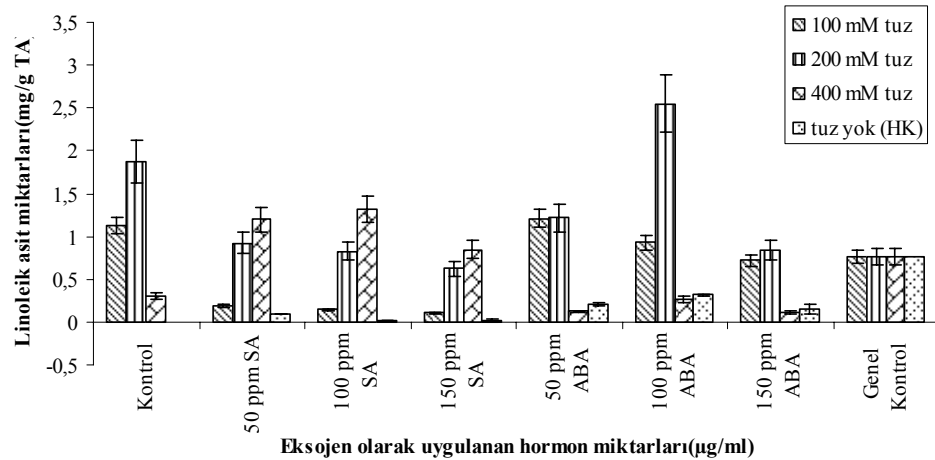
4.9. Tuz Stresine Maruz Bırakılan Mısır Bitkilerine Eksojen Olarak Uygulanan Hormonların, Yağ Asitleri Miktarına Etkileri

4.9.1. Linoleik Asit miktarına etkileri

Linoleik asit miktarlarına bakıldığında tuz kontrol gruplarında linoleik asit artış gösterirken, hormon kontrol gruplarında ise azalma göstermiştir. 100 mM ve 200 mM Tuz uygulanan ABA gruplarında linoleik asit miktarının arttığı kaydedilmiştir. SA uygulanan bitkilerde de tuz artışıyla birlikte linoleik asitin arttığı görülmüştür (Çizelge 4.19, Şekil 4.42)..

Çizelge 4.19 . Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki linoleik asit miktarları

	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz yok (HK)
Hormon yok (Kontrol)	1,130	1,874	0,300	
50 ppm SA	0,193	0,924	1,195	0,086
100 ppm SA	0,142	0,828	1,314	0,024
150 ppm SA	0,104	0,621	0,846	0,013
50 ppm ABA	1,210	1,216	0,126	0,211
100 ppm ABA	0,929	2,550	0,266	0,316
150 ppm ABA	0,716	0,844	0,111	0,146
Genel Kontrol	0,763			



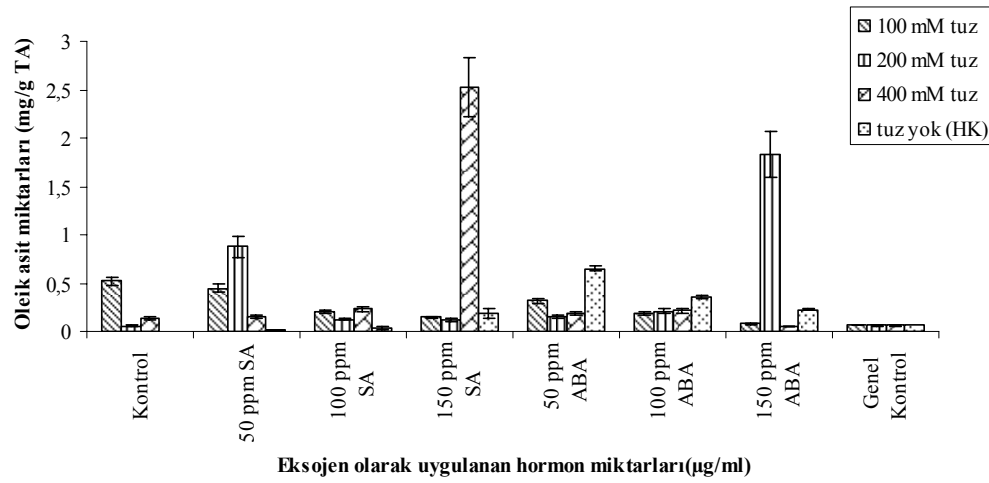
Şekil 4.42. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki linoleik asit oranları

4.9.2. Oleik Asit miktarına etkileri

Oleik asit miktarlarına bakıldığında SA kontrollerde, ABA kontrollerine göre oleik asit miktarının düşük olduğu görüldü. Tuz uygulanan ABA gruplarında oleik asit miktarının, ABA kontrollere göre düşük olduğu belirlenirken 200 mM tuz 150 ppm ABA uygulamasında oleik asitin belirgin derecede artış gösterdiği kaydedildi. Tuz uygulanan SA gruplarında oleik asit miktarının, SA kontrollere göre yüksek olduğu belirlendi(Çizelge 4.20, Şekil 4.43).

Çizelge 4.20 . Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki oleik asit miktarları

	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz yok (HK)
Hormon yok (Kontrol)	0,519	0,054	0,134	
50 ppm SA	0,449	0,877	0,145	0,019
100 ppm SA	0,201	0,127	0,234	0,028
150 ppm SA	0,147	0,118	2,53	0,181
50 ppm ABA	0,314	0,156	0,188	0,648
100 ppm ABA	0,179	0,21	0,216	0,35
150 ppm ABA	0,079	1,83	0,051	0,226
Genel Kontrol		0,066		



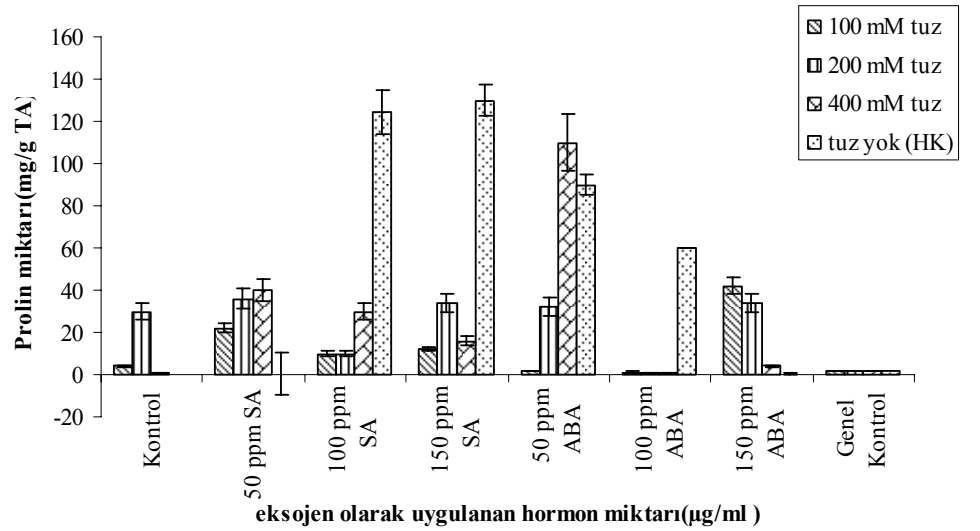
Şekil 4.43. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki oleik asit oranları

4.10. Prolin Konsantrasyonları

Uygulamalardaki prolin analizine bakıldığında Genel kontrole göre prolin artışı gözlenirken, SA uygulamalarında prolin artışı, ABA uygulamalarına göre daha fazla olduğu kaydedildi(Çizelge 4.21, Şekil 4.38).

Çizelge 4. 21. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki prolin miktarları

	00 mM tuz	00 mM tuz	00 mM tuz	Tuz yok (HK)
Hormon yok (Kontrol)	,00	0,00	,00	
50 ppm SA	2,00	6,00	0,00	0,30
100 ppm SA	0,00	0,00	0,00	124,00
150 ppm SA	2,00	4,00	6,00	130,00
50 ppm ABA	,60	2,00	10,00	90,00
100 ppm ABA	,20	.80	,80	60,00
150 ppm ABA	2,00	4,00	,00	0,30
Genel Kontrol			2,00	



Şekil 4. 44. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki prolin oranları

4.11. Osmotik Potansiyel Miktarları

Uygulamalardaki osmotik potansiyel miktarlarına bakıldığında en yüksek değerin hormon kontrol gurubundaki 100 ppm SA uygulamasında olduğu görüldü. En düşük değerin ise 400 mM tuz gurubundaki 150 ppm SA uygulamasında olduğu belirlendi. Bunu dışında değerlerin birbirine yakın olduğu kaydedildi.

Çizelge 4.22. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki osmotik potansiyel miktarları

	100 mM tuz	200 mM tuz	400 mM tuz	Tuz yok(HK)
Hormon yok (Kontrol)	-0,9250	-0,8650	-1,0775	
50 ppm SA	-0,8675	-0,8475	-1,0125	-0,8100
100 ppm SA	-0,8525	-0,9050	-0,9250	-1,2875
150 ppm SA	-1,0850	-0,7875	-0,7450	-0,8575
50 ppm ABA	-0,8300	-0,8600	-0,8175	-0,9525
100 ppm ABA	-0,8825	-0,8825	-0,9475	-0,9625
150 ppm ABA	-0,8425	-1,0100	-0,8575	-0,7825
Genel Kontrol			-1,0775	

Kontrol

50 ppm SA

100 ppm SA

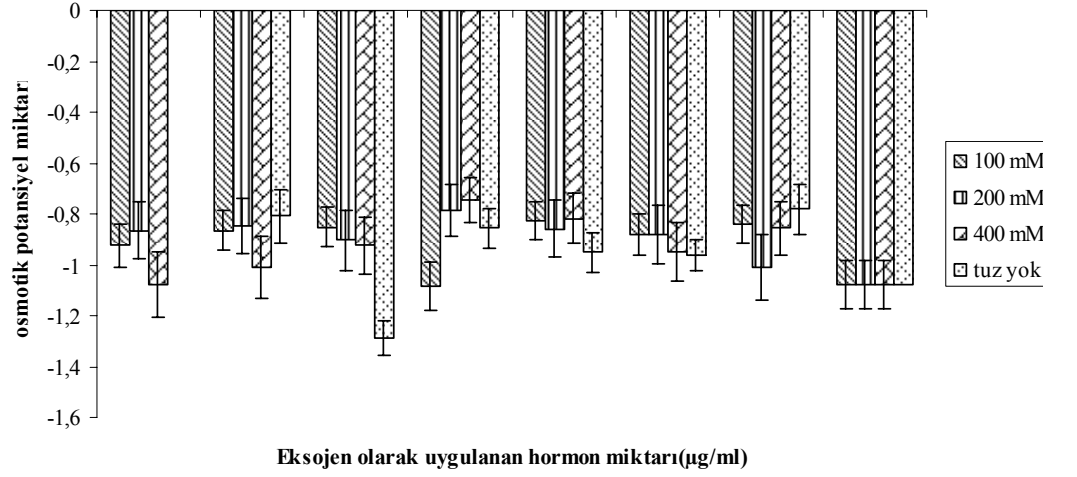
150 ppm SA

50 ppm ABA

100 ppm ABA

150 ppm ABA

Genel Kontrol



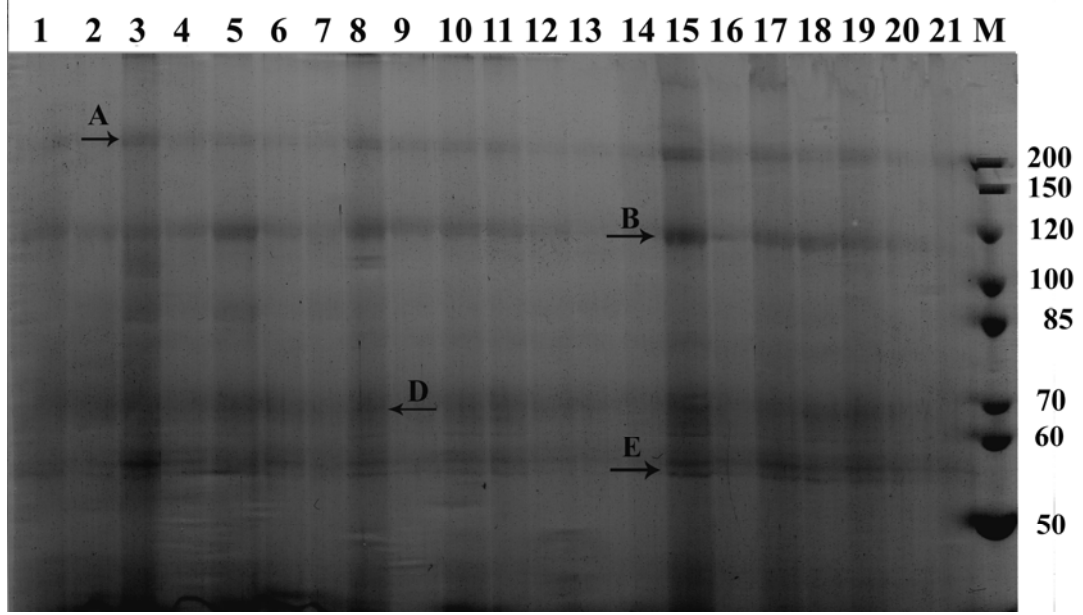
Şekil 4. 45. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki osmotik potansiyel oranları

4.12. Protein Profilleri:

Kontrol ile mukayese edildiğinde 100 tuz 50 SA ile 100 tuz 100 SA uygulamalarında kontrol ile fark görülmez iken 100 tuz 150 SA, 100 tuz 50 ABA ve 100 tuz 100 ABA uygulamalarında B, D ve E harfi ile gösterilen yapısal proteinlerin miktarında artış görülmüştür. Aynı şekilde 100 tuz ABA uygulamalarında ikili bandın miktarının artış gösterdiği fark edilmiştir.

200 tuz uygulamasının olduğu 200 tuz 150 SA, 200 tuz 50 ABA ve 200 tuz 100 ABA uygulamalarında yapısal proteinlerde artış gösterdiği belirlenmiştir.

400 tuz uygulamasını ifade eden 14-21 arasındaki uygulamaların diğer uygulamalardan farklı olduğu görülmüştür. Bu grup protein profillerinde SA ve ABA muamelesinde diğer 100 ve 200 tuz uygulamasına göre yapısal proteinlerin çok daha fazla sentezlendiği fark edilmiştir.



Şekil 4.46. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerindeki protein bantları

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Morfolojik Gözlemler

Gelen olarak değerlendirildiğinde bitkinin maruz kaldığı tuz stresine olan direncinde ABA'nın, SA'ya nazaran daha fazla etkili olduğu görülmektedir. SA uygulanan bitkilerde yapraklardaki sararma ve yanmaların ABA uygulanan bitkilerden daha fazla olduğu görülmüştür. Bunun sebebi ABA'nın strese karşı bitki bünyesinde doğal bir tepki olarak ortaya çıkması olabilir. Yüksek tuz konsantrasyonu, ABA ve sitokininler gibi bitki hormonlarının seviyelerinde artışa neden olur (Thomas ve ark., 1992; Aldesuquy, 1998; Vaidyanathan ve ark., 1999). Sonuç olarak bitkilere genel olarak bakıldığında birçok morfolojik değişimlerin olduğu saptandı. Bu değişimlerin bitkide adaptasyona da dönüşebilir. 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 değişimleri içerir (Wang ve ark., 1999).

Stomalar

Yaptığımız çalışmada ABA ve SA uygulamalarına bakıldığında, stoma büyüklüğünün, stoma açıklığının ve sayısının birbirine yakın olduğu görülürken, en fazla büyüklüğün 400 mM tuz kontrolünde olduğu, en az büyüklüğün ise 400 mM tuz 150 µg/ml SA'da olduğu kaydedildi. Bu değerler (Azevedo Neto ve ark., 2004) araştırma sonuçlarına uygun değildir. Burada hormonlar bitkinin stoma yapısı ve fonksiyonuna etki etmiş olabilir.

Kök uzunlukları

Kök uzunluklarına bakıldığında özellikle 200 mM tuz grubundaki uygulamalarda genel kontrole ve grup kontrollerine göre belirgin bir azalma görüldü. Bu bulgular Bajji ve ark. (1998) yaptıkları araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Bazı değerlerin kontrol gruplarından fazla çıkmasının sebebi hormonların tuz etkisine karşı bitkiyi uyarması olabilir.

Hormonlar tek başlarına etki ettiklerinde kök uzunluğunun azaldığı görüldü. Tuz etkisiyle birlikte kök uzunluk değerlerinin daha fazla olduğu görülmektedir.

Gövde Uzunlukları

Gövde uzunluklarında Genel kontrole göre tuz kontrollerine azalma görülmektedir. Ayrıca guruplardaki bazı uygulamalarda genel kontrole göre azalmalar görülmüştür. Bu bulgular Bajji ve ark. (1998) yaptıkları araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Hormon uygulamaları bitkilerin gövde uzunluklarına değişken etki gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeni hormon konsantrasyonlarının değişimine bitkinin farklı reaksiyon göstermesi olabilir.

Yaprak uzunlukları

Uygulamalardaki yaprak uzunluk değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Bununla birlikte genel kontrole göre tuz 100 mM tuz grubu ve 400 mM grubunda yaprak uzunluklarında azalmalar görülmektedir. Bu bulgu Vicente ve ark., (2004)'nın çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.

Genel olarak, SA uygulanan bitkilerdeki yaprak uzunluklarının, ABA uygulanan bitkilerin yaprak uzunluklarından az olduğu görülmektedir. SA'nın yaprak uzunluklarına etkisi ABA'dan fazla olabilir.

Yaprak enleri

Yaprak enlerine bakıldığında Genel kontrole göre bazı uygulamalarda azalmalar görülmüştür. Bunun yanı sıra 400 mM tuz kontrolüne geçerken yaprak enlerinde genel olarak azalmalar görülmüştür. Bu bulgular Vicente ve ark., (2004)'n çalışmalarıyla paraleldir. Bunun dışında tuz kontrollerinde tuz arttıkça yaprak enlerinde de artış görülmüştür. Burada tuz artışı, bitkide uyarıcı etki yapmış olabilir.

Hormon gruplarına bakıldığında yaprak enlerindeki düşük değerlerin SA uygulamalarında daha fazla olduğu görüldü. SA'nın ABA'ya göre yaprak eni artışına etkisi ABA'dan daha az olabilir.

Kök yaş kuru ağırlık

Bitkilerin kök kuru ağırlıklarına bakıldığında, grup kontrollerinde tuz artışıyla birlikte kök kuru ağırlıklarının azaldığı görülmüştür. Uygulamalardaki yaş kuru ağırlık değerlerinin çoğunlukla genel kontrolden düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar Kheder ve ark. (2003), Warwick ve Bailey (1998), Vicente ve ark., (2004)'nın bulgularıyla uyumaktadır.

200 mM tuz grubundaki 50 ve 150 ppm ABA uygulamalarında değerlerin fazla olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak hormonların düşük ve yüksek değerlerinin bitkide kuru ağırlık miktarını artırması olabilir. SA uygulamalarında ise tuz artışıyla birlikte kuru yaş ağırlıkta bir azalma görülmektedir. Hormonlar arasında kıyaslama yaptığımızda sonuçların birbirine yakındır. Bitkiye benzer etki yaptığı söylenebilir.

Gövde yaş kuru ağırlık

Gövde yaş kuru ağırlıklarına bakıldığında ABA uygulamalarında genel kontrole göre azalmalar çoğunluktadır ve genellikle tuz artışıyla birlikte gövde kuru yaş ağırlıklarında da bir düşüş söz konusudur. Bu sonuç Kheder ve ark. (2003), Warwick ve Bailey (1998),

Vicente ve ark., (2004)'nın araştırmalarıyla benzerlik göstermektedir. SA uygulanan bitkilerdeki gövde kuru yaş ağırlığına bakıldığında ise genel kontrole ve ABA uygulanan bitkilere göre önemli derecede bir artış görülmüştür. Burada SA, gövde kuru yaş ağırlığını artırıcı yönde bitki metabolizmasını etkilemiş olabilir. Sonuç olarak gövde kuru yaş ağırlığını artırmada SA'nın etkisi ABA'dan fazla olduğu düşünölmektedir.

Yaprak yaş kuru ağırlık

Genel olarak bakıldığında 200 mM tuz grubundaki bitkilerde yaprak yaş kuru ağırlıklarında azalma görölmektedir. Bu sonuç Kheder ve ark. (2003), Warwick ve Bailey (1998), Vicente ve ark., (2004)'nın araştırmalarıyla benzerlik göstermektedir. 100 mM tuz grubunda değerlerin genel kontrolden fazla olması hormonların yaş kuru ağırlığı artırma yönünde bitkiyi uyarması olabilir. 400 mM tuz grubunda değerlerin fazla olması ise aşırı tuz miktarına karşı bitkinin direnmesi sonucu olabilir.

SA uygulanan bitkilerdeki değerlerin genel olarak ABA uygulanan bitkilerden fazla olduğu görölmüştür. Fakat tuz uygulanmayan 50 ppm ABA uygulanan bitkide Yaprak yaş kuru ağırlık değerinin çok fazla olduğu görölmektedir. Burada az miktarda hormon bitkiyi uyarmış olabilir.

Total klorofil miktarı

Total klorofil miktarları genel kontrole göre kıyaslandığında belirgin bir düşüş görölmektedir. Yine 200 mM tuz grubundaki bitkilerdeki miktarlarda da düşüş görölmüştür. Bu sonuç Hernandez ve ark., 1995, 1999; Gadallah, 1999 ile Agastian ve ark., 2000 bulgularına uygundur. Fakat tuz kontrol grupları kıyaslandığında değerlerde artış söz konusudur. SA uygulamalarına bakıldığında, 100 mM tuz ve 150 ppm SA uygulanan bitkide en yüksek total klorofil değeri ölçölmüştü. Bunun nedeni düşük tuz miktarı ve ortalama hormon miktarının bitkiyi uyarması olabilir. Yine 150 ppm ABA uygulanan bitkilerde birbine yakın ve yüksek değerler elde edilmiştir. Bunun nedeni de ABA miktarının fazla olması bitkide tuz stresine karşı uyarıcı etki yapması olabilir. Genel olarak ABA uygulamalarındaki total klorofil değerlerinin, SA uygulamalarındaki değerlerden fazla olduğu göröldü.

Total karotenoid miktarları

Total karotenoid miktarlarına bakıldığında 400 mM tuz kontrolü ile 400 mM tuz ve 50 ppm SA uygulanan bitkide genel kontrole göre bir azalma görölmüştür. Ayrıca 400 mM tuz grubunda total karotenoid değerlerinde genel olarak bir azalma söz konusudur. Bu bulgular Hernandez ve ark., 1995, 1999; Gadallah, 1999 ile Agastian ve ark., 2000 bulgularıyla benzerlik göstermektedir. 200 mM tuz ve 50 ppm ABA uygulanan bitkide total karotenoid

değeri çok yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni ortalama tuz miktarı ile düşük hormon miktarının bitkiyi strese karşı uyarması olabilir. Sadece hormon uygulanan bitkilerde değerler birbirine yakın çıkmıştır.

ABA miktarı

ABA miktarına genel olarak bakıldığında belirgin oranda artışlar görülmektedir bu artışlar özellikle ABA uygulanan bitkilerde SA uygulanan bitkilere kıyasla daha fazladır. Bununla birlikte 200 mM tuz grubundaki 50 ppm SA uygulamasındaki ABA değeri en yüksek olduğu görülmüştür. Burada ortalama tuz miktarı ve düşük hormon seviyesi bitkide optimum etki yapmış olabilir. Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. (Thomas ve ark., 1992; Aldesuquy, 1998; Vaidyanathan ve ark., 1999). Fakat tuz kontrollerin kendi aralarında kıyaslandığında ABA değerlerinin düştüğü 400mM tuz kontrolünde ise ABA değerinin Genel kontrolden daha düşük çıktığı görülmüştür. Burada bitkide bulunan başka maddeler veyahut ortam şartları ABA sentezini etkilemiş olabilir.

GA miktarı

Genel olarak Tuz miktarı arttıkça GA miktarı azalmıştır. Aynı şekilde tuz gruplarına ABA miktarının ve SA miktarının artmasıyla, GA miktarında azalmıştır. Bunun nedeni tuz ve hormon miktarının bitki metabolizmasını düşürerek GA sentezini azaltması olabilir.

Genel kontroldeki GA miktarının, genel olarak tuz gruplarındaki uygulamalarındaki GA miktarından fazla olduğu görüldü. Tuz uygulanmayan hormon gruplarına bakıldığında Genel kontrole yakın olduğu kaydedildi.

Zeatin Miktarları

Genel kontrole göre uygulamalardaki zeatin seviyeleri değişkenlik göstermektedir. Bununla birlikte tuz artışıyla birlikte zeatin miktarlarını azaldığı ve sadece hormon uygulanan bitkilerde zeatin miktarının arttığı görülmektedir. Buradan tuzun bitkideki zeatin sentezini azalttığı, hormon uygulamasının ise zeatin sentezini uyardığı söylenebilir.

IAA miktarları

IAA(indol asetik asit) miktarlarına bakıldığında Tuz gurup kontrollerinde, Genel kontrole göre bir azalmanın olduğu kaydedildi. Bu azalmanın tuz miktarı artışıyla orantılı olduğu tespit edildi .buradaki azalma tuzun metabolizmayı etkilemek suretiyle IAA sentezini azaltmasından kaynaklanabilir.

IAA değerleri genel olarak değişmekle birlikte ABA uygulamalarında IAA miktarlarının SA uygulamalarına göre nispeten fazla olduğu görüldü. Buradan ABA'nın IAA sentezinde daha etkili olduğu sonucu çıkabilir.

Fruktoz miktarları

Uygulamalara bakıldığında bütün fruktoz değerlerinin Genel kontrolden düşük çıktığı tespit edildi. Ayrıca Grup kontrollerinde tuz miktarı arttıkça fruktoz miktarının azaldığı, bununla birlikte hormon ilavesiyle fruktoz miktarının daha da azaldığı kaydedildi. Fruktoz değerlerinin özellikle 400 mM tuz grubundaki ABA uygulamalarında çok düşük olduğu belirlendi. Genel olarak hormon atışıyla birlikte fruktoz miktarında bir azalma kaydedildi. Bütün bu sonuçlar Fernandez ve ark. (2004)'nın yaptıkları çalışmaların sonuçlarına uymamaktadır. Bunun nedeni Hormonların bitkideki fruktoz birikimini engellemiş olması olabilir.

Tuz uygulanmayan hormon gruplarında ise SA artışıyla fruktoz miktarının azaldığı, ABA artışıyla ise fruktoz miktarının azaldığı belirlenmiştir.

Glukoz miktarları

Glukoz miktarlarında Genel kontrole göre tuz grup kontrollerinde bir artış kaydedilmiştir. Bu bulgular Fernandes ve ark. (2004)'nın yaptıkları çalışmaların sonuçlarına uymamaktadır. Fakat Grup kontrolleri kendi aralarında kıyaslandığında tuz artışıyla birlikte Glukoz miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuç ise Fernandes ve ark. (2004)'nın yaptıkları çalışmaların sonuçlarına uymaktadır.

SA uygulamalarında değerlerin birbirine yakın olduğu görülürken, ABA uygulamalarında Glukoz miktarların SA uygulamalarında genel olarak daha fazla olduğu görülmektedir. Burada ABA'nın glukoz sentezine etkisinin SA'dan daha fazla olduğu söylenebilir. Hormonların glukozu azaltıcı etki yaptığı söylenebilir.

Sakkaroz miktarları

100mM tuz uygulanan kontrol bitkisinde sakkaroz miktarının aşırı miktarda arttığı görüldü. Burada az miktardaki tuz bitkiyi uyarmak suretiyle sakkaroz metabolizmasını artırmış olabilir. Diğer bitkilere bakıldığında, sakkaroz miktarlarının genel olarak birbirine yakın olduğu görüldü. Bu durum Fernandes ve ark. (2004)'nın yaptıkları çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte genel olarak ABA uygulanan bitkideki sakkaroz miktarlarının SA uygulanan bitkilerdeki sakkaroz miktarlarından fazla olduğu görüldü. Burada ABA'nın sakkaroz sentezini uyarıcı etkisinin daha fazla olduğu söylenebilir.

Linoleik asit miktarları

Hormon gruplarına genel olarak bakıldığında tuz artışıyla birlikte linoleik asitin arttığı görülmüştür. Bu durum Elkahoui ve ark. (2004), çalışmalarıyla paraleldir. Genel kontrole göre bazı bitkilerdeki linoleik asit miktarının az olması bu sonuçla uyuşmamakta fakat Flagella ve ark. (2004)'nin çalışmalarıyla örtüşmektedir.

200 mM tuz grubundaki 100 ppm ABA uygulamasında değerin çok fazla çıkması tuz ve hormon miktarının optimum olması nedeniyle metabolizmayı artırması olabilir.

Genel olarak bakıldığında SA ve ABA'nın bitkiye benzer şekilde etki yaptığı söylenebilir.

Oleik asit miktarları

Genel olarak bakıldığında tuz gruplarındaki oleik asit miktarlarının, Genel kontrol bitkisindeki oleik asit miktarından yüksek olduğu görüldü. bu sonuç Flagella ve ark. (2004)'nın yaptıkları çalışma sonuçlarına uygundur.

En yüksek oleik asit miktarının 400 mM tuz grubundaki 150 ppm SA uygulamasında olduğu görüldü. Bunun nedeni tuz miktarının ve hormon miktarının fazla olması, oleik asit sentezini artırması olabilir. En düşük değer ise sadece 100 ppm SA uygulanan bitkide ve 400 mM tuz grubundaki 150 ppm ABA uygulamasında görüldü.

Prolin Miktarı

Prolin miktarlarında genel olarak artış olduğu görüldü. Sadece hormon uygulanan bitkilerde özellikle SA uygulamalarında prolin miktarı aşırı artmıştır. Bu artışın sebebi hormonun bitki metabolizmasını artırması olabilir.

50 ppm SA, 100 ppm SA ve 50 ppm ABA uygulamalarında tuz artışıyla birlikte, prolin miktarlarının artış gösterdiği kaydedildi. SA uygulamalarına bakıldığında genel olarak SA artışıyla birlikte, prolin miktarında artış görülmektedir. Fakat değerlerin tuz kontrollerinden genel olarak fazla olduğu gözlenmektedir. Bu sonuçlar Al-Khayri ve Al-Bahrany (2004) 'nin yaptıkları çalışmalardan elde ettileri bulgularla uyum göstermektedir.

ABA'daki prolin değerlerine bakıldığında, 400 mM tuz uygulamasındaki 150 ppm ABA hariç, genel olarak SA'daki prolin değerlerinden az olduğu kaydedildi. SA'nın prolin miktarına etkisi ABA'dan daha fazla olabilir.

Osmotik potansiyel

Osmotik potansiyel miktarlarına bakıldığında uygulamalarda genel kontrole göre bir azalma olduğu tespit edildi. Bu sonuç Bu sonuç Bajji ve ark. (1998) yaptıkları çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Osmotik potansiyel en yüksek değer olarak sadece 100 ppm SA uygulanan bitkide görüldü. Burada ortalama SA miktarı bitkide metabolizmayı uyarak osmotik potansiyeli artırmış olabilir. En düşük osmotik potansiyel değeri ise 400 mM tuz grubundaki 150 ppm SA uygulamasında görüldü. Bunun sebebi tuz miktarının artışı ile hormon miktarının artışı bitki metabolizmasını azaltması olabilir. Tuz gruplarındaki bazı hormon uygulamalarında osmotik

potansiyel miktarı artmıştır. Bunun sebebi hormonların tuza karşı bitki direncini artırması olabilir.

Protein profilleri

Yapılmış olan tuz uygulamasında protein profilleri arasında belirgin farklılıklar görülmemektedir. Ancak tuz muamelesi artışı ile birlikte bazı yapısal proteinlerin konsantrasyonlarının arttığı belirlenmiştir. Bu durum özellikle 400 mM tuz uygulamasında göze çarpmaktadır.

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., ve 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.
- Aldequy, H.S., 1998. Effect of seawater salinity and gibberellic acid on abscisic acid, amino acids and water-use efficiency of wheat plants. ***Agrochemica*, 42:** 147-157.
- Al-Khayri, J. M., Al-Bahrany, A. M. 2004. Growth, water content, and proline accumulation in drought-stressed callus of date palm, ***Biologia Plantarum*, 1:** 105-108.
- Allen, J.A., Chambers, J.L., and Stine, M. 1994. Prospects for increasing salt tolerance of forest trees: a review. ***Tree Physiology*, 14:** 843-853.
- Amor, N. B., Hamed, K. B., Debez, A., Claude G. C. ve 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. ve Gomes-Filho, E. 2004. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes, Braz. ***J. Plant Physiol.*, 16:** 31-38.
- Bajji, M., Kinet, J. M. ve Lutts, S. 1998. Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* L. and their corresponding callus cultures. ***Plant Science* 137:** 131–142.
- 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. And Tileklioğlu, 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., Poole R.J. 1988. Salt tolerance in suspension cultures of sugar beet, Induction of Na^+/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 waterstress 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.
- 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. ve 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
- 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.
- Elkahoui, S., Smaoui, A., Zarrouk, M., Ghir, R., Limam, F. 2004. Salt-induced lipid changes in *Catharanthus roseus* cultured cell. ***Phytochemistry***, **65**: 1911-1917.
- Fernandes, F. M., Arrabaça, M. C. ve 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. ve Yeo, A. R. 1997. The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annu. Rev. Plant Physiol.**, **28**: 89-121.
- Forment, J., Naranjo, M.A., Roldan, M., Serrano, R. ve Vicente, O. 2002. 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.
- Ghoulam, C., Foursy, A., Fares, K. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars , **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.
- Hamrouni, I., Salah, H.B. ve 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.
- Hassenein, A.M. 1999. Alterations in protein and esterase patterns of peanut in response to salinity stress. **Biol. Plant**, **42**: 241-248.

- Hernandez-Minana, F. M., Millo, E. P., Millo, J. P., 1989. Endogenous cytokinins in developing fruits of seeded and seedless citrus cultivars. *Journal of Experimental Botany*, **40**(219): 1127-1134.
- 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-Minana, 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-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., 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.
- 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 CaCl₂ on photosynthesis and growth of alfalfa plants. *Photosynthetica*, **35**: 461–466.
- Khedr, 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.
- Kovac, M., Zel, J., 1994. The Effect of aluminium on the cytokinins in the mycelia of *Lactarius piperatus*. *Planta Science*, **97**: 137-142.

- 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
- Larcher, W. 1995. ***Physiological Plant Ecology, Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups***, Springer-Verlag, Berlin.
- Levitt, J. 1972. ***Responses of Plants to Environmental Stresses***, Academic Press, New York
- Lockhart, J. A. 1965. An analysis of irreversible plant cell elongation. ***J. Theor. 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.
- Maathius, F.J.M., Amtmann, A. 1999. K⁺ nutrition and Na⁺ toxicity: the basis of cellular K⁺/Na⁺ ratios. ***Annals of Botany*, 84:** 123-133.
- Maggio, A., Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Consiglio, M.F., and Joly, R.J. 2001. Unraveling the functional relationship between root anatomy and stress tolerance. ***Aust. J. Plant Physiol.* 28:** 999-1004.
- 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.
- Mayer, A. M., Poljakoff-Mavber, A. 1975. ***The germinating of seeds***. 2nd edn. Pergamon Press, New York.
- Morgan, J. M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. ***Ann. Rev. Plant Physiol.*, 35:** 299-319.

- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.*, **25**: 239-250.
- 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. ve 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.
- 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.
- 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., Mittra, B., Mohanty, P. 2004a. Salt-stress induced alterations in protein profile and protease activity in the mangrove, *Bruguiera parviflora*. *Z. Naturforsch.*, **59c**: 408–414.
- Parida, A. K, Das, A. B., Monhanty, P. 2004b. Defense potentials to NaCl in a mangrove, *Bruguiera parviflora*: differential changes of isoforms of some antioxidative enzymes. *J. Plant Physiol.* **161**: 531-542.
- Prado, F. E., Boero, C., Gallardo, M., Gonzalez, J. A. 2000. Effect of NaCl on germinating, growth and souble sugar. *Bot. Bull. Acad. Sin.*, **41**: 27-34.
- 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
- Qamaruddin, M., 1996. Apperance of the zeatin riboside type of cytokinin in *Pinus sylvestris* seeds after red light treatment, *Scand. J. For. Res.*, **6**:41-46
- 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.

- Rausch, T., Kirsch, M., Iow, R., Lehr, A., Viereck, R., Zhigang, A. 1996. Salt stress responses of higher plants: the role of proton pumps and Na⁺/H⁺ antiporters. **J. Plant Physiol**, **148**, 425-433.
- 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
- Robinson, M., Very, A., Sanders, D., Mansfield, T.A. 1997. How can stomata contribute to salt tolerance? **Annals of Botany**, **80**: 387-393.
- Roby, J. F., White, B. J., 1990. **Biochemical Techniques Theory and Practica**. Waveland Press, Inc, 101-103.
- 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, degradation by stress in sunflower leaves. **Scientia Horticulturae**, **103**: 93-99.
- Selçuk, N. (1996). Türkiye’de yayılış gösteren *Biebersteinia* Steph. Cinsinin autokolojisi, **Doktora Tezi**, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Serrano, R. ve ark. 1999. A glimpse of the mechanisms of ion homeostasis during salt stress. **Journal of Experimental Botany**, **50**: 1023-1036.
- Serrano, R., Rodriguez-Navarro, A. (2001). Ion homeostasis during salt stress in plants. **Curr. Opin. Cell Biol.**, **13**: 399-304.
- Shannon, M.C., Grieve, C.M. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. **Scientia Horticulturae**, **78**: 5-38.
- 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.
- Sivritepe, N., Eriş, A. 1996b. Bitkilerde tuza dayanım mekanizması. **UÜZF Dergisi**, **12**: 223-234
- Tamas, L., Huttova, J., Mistrik, I. 2001. Impact of aluminum, NaCl and growth retardant tetracyclacis 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.
- Torije, E, Diez, C., Camara, M., Camacho, E and 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. ve Soriano, P. 2004 Responses to salt stress in the halophyte *Plantago crassifolia* (Plantaginaceae). ***Journal of Arid Environments***, **58**: 463–481.
- Volkmar, K.M., Hu, Y., Steppuhn, H. 1998. Physiological responses of plants to salinity: a review. ***Can. J. Plant Sci.*** **78**:19-27.
- 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. Hort. 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 pectinatus* 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.
- Winicov, I. 1998. New Molecular approaches to improving salt tolerance in crop plants. ***Annals of Botany*, 82:** 703-710.
- 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.**
- Zang, J., Davies, W.J. 1989. Absciscic 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.
- Zörb, 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

M. Cem KOÇER, 1976'da Konya'da doğdu. İlk, Orta ve Lise tahsilini Konya 'da tamamladı. Yüksek öğrenimini Yine Konya'da Selçuk 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.