

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI ASMA ANAÇLARI ÜZERİNE AŞILI SULTANI ÇEKİRDEKSİZ
(*Vitis vinifera* L) ÜZÜM ÇEŞİDİNİN BOR VE TUZ STRESİNE TOLERANS
MEKANİZMALARININ STRESLE İLGİLİ FİZYOLOJİK PARAMETRELER
VE ANTIOKSİDAN ENZİMLERLE BELİRLENMESİ

Özge ŞAHİN

TOPRAK ANABİLİM DALI

ANKARA

2009

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI ASMA ANAÇLARI ÜZERİNE AŞILI SULTANI ÇEKİRDEKSİZ (*Vitis vinifera* L.) ÜZÜM ÇEŞİDİNİN BOR VE TUZ STRESİNE TOLERANS MEKANİZMALARININ STRESLE İLGİLİ FİZYOLOJİK PARAMETRELER VE ANTİOKSIDAN ENZİMLERLE BELİRLENMESİ

Özge ŞAHİN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ

Bu çalışmada 8 farklı Amerikan asma anacı (41B, 99 R, 110 R, 1103P, 140Ru, SO4, 1616C ve 5BB) üzerine aşılı Sultani Çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinin tuzluluğa ve bor toksisitesine tolerans mekanizmaları araştırılmıştır. Tuzluluğa Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi aşılı anaçların toleranslarını belirlemek amacıyla bitkilere 25 ve 50 mM tuz (1:1, NaCl:Na₂SO₄) 20 mg kg⁻¹ bor ile birlikte ve ayrı ayrı uygulanmıştır. Farklı asma anaçları üzerine Sultani çekirdeksiz üzüm bitkisinde; B, Na, Cl miktarları kuru ve yaş ağırlık, H₂O₂, lipid peroksidasyonu (MDA) ve buna bağlı olarak membranlarında oluşan zararlanmalar ve prolin miktarları belirlenmiştir. Ayrıca abiotik strese toleranslı bitkilerin belirlenmesinde; stoma direnci, nisbi klorofil (SPAD), nisbi nem içeriği ve askorbik asit gibi fizyolojik parametreler ile katalaz (KAT), askorbat peroksidaz (AP) ve süperoksit dismutaz (SOD) antioksidan enzimleri de belirlenmiştir. Çalışma sonunda, uygulamalara bağlı olarak en yüksek yaş ve kuru ağırlığı 1616C de görülürken, bunu 5BB, 1103P, 41B, 99R, 110R ve 140Ru anaçları izlemiştir. Tuz uygulamalarıyla 41B, düşük tuz ve bor uygulamasıyla 1103P ve SO4, yüksek tuz ve bor uygulamasında 99R ve 5BB anaçları üzerinde yetişen Sultani çekirdeksiz üzümünün nisbi klorofil miktarları azalmıştır. Tuz uygulamalarına bağlı olarak tüm bitkilerin, tuz ve bor uygulamalarına bağlı olarak da 99R hariç diğer tüm bitkilerin stoma direnci artmıştır. Bitkilerin nisbi nem miktarı üzerine uygulamaların etkisi önemli olup en düşük nisbi nem düşük tuz ve bor uygulamasında yetiştirilen bitkilerde görülürken bunu yüksek tuz ve bor uygulaması izlemiştir. Stres uygulamaları genel olarak tüm bitkilerin prolin miktarının artmasına neden olmuştur. Düşük tuz ve bor uygulamasında 1616C ve 110R, yüksek tuz uygulamasında 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbat asit miktarlarında artma gözlemlenmiştir. Tuz ve tuzla birlikte bor uygulaması bitkilerin H₂O₂ konsantrasyonu ve lipid peroksidasyonunun artmasına sebep olmuştur. Bitkilerin KAT aktiviteleri özellikle 1616C ve 41B hariç yüksek şekilde artmıştır. Düşük tuz ve bor uygulamasında 1103P ve 140Ru, yüksek tuz ve bor uygulamasında 99R, 41B, 5BB ve SO4 anaçları üzerinde yetişen Sultani çekirdeksiz üzüm çeşitlerinin AP aktiviteleri artmıştır. Yüksek tuz uygulamasında 1103P, 110R ve 99R, düşük tuz ve bor uygulamasında 1616C, 1103P ve 99R anaçları üzerinde yetişen Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktiviteleri artmıştır. Sodyum birikimi yüksek olan anaçlar 140Ru, 1103P ve SO4 anaçlarıdır. Genel olarak en yüksek Cl içeriği 41B ve SO4 anaçlarında gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak Sultani çekirdeksiz üzüm çeşitlerinin tuz ve tuzla birlikte B toksisitesine olan toleransı onun üzerinde aşılı olduğu anaca büyük oranda bağlı olduğu anlaşılmıştır. Stres hassasiyet indeksine göre yapılan değerlendirmede tuz ve bor toksisitesine dayanıklılık açısından 1103P, 140Ru, 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz' in diğer anaçlar üzerine aşılı olanlardan daha başarılı olduğu anlaşılmıştır.

Temmuz 2009, 152 Sayfa

Anahtar kelimeler: Asma anaçları, bor toleransı, tuz toleransı, oksidatif stres, antioksidan enzimler, Sultani çekirdeksiz

ABSTRACT

Master Thesis

EVALUATION OF SALT AND BORON TOLERANCE OF SULTANA SEEDLESS GRAPEVINES (*Vitis vinifera* L.) GRAFTED ON DIFFERENT GRAPEVINE ROOTSTOCKS WITH PHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND ANTIOXIDANT ENZYMES SYMPTOMATIC FOR OXIDATIVE STRESS

Özge ŞAHİN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science

Supervisor: Prof.Dr. Aydın GÜNEŞ

In this study, salt and boron toxicity tolerance of Sultana seedless (*Vitis vinifera* L.) grapevine, grafted on 8 different American grapevine rootstocks (41B, 99 R, 110 R, 1103P, 140Ru, SO4, 1616C and 5BB). For this purpose, plants were supplied 25 and 50 mM (NaCl and Na₂SO₄, 1:1) with and without 20 mg kg⁻¹ boron. In order to determine stress tolerance, fresh and dry weights of the plants, B, Na, Cl concentration, hydrogen peroxide (H₂O₂), lipid peroxidation (MDA), proline concentrations were measured. In addition to this, stomatal resistance, relative chlorophyll (SPAD), relative water content (RWC), membrane permeability, ascorbic acid and enzymatic antioxidants such as catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX) and superoxide dismutase (SOD) were also measured. According to experimental results, 1616C rootstocks produced the highest yield and this was followed by 5BB, 1103P, 41B, 99R, 110R and 140Ru. Relative chlorophyll contents were lowered in 41B rootstock at low salt treatment, 1103P and SO4 rootstocks at low salinity plus boron treatment, and 99R and 5BB rootstocks at high salinity plus boron treatments. Stress treatments generally resulted in increased stomatal resistance, proline and decrease relative water contents of the all rootstocks. Ascorbic acid content of 1616C and 110R rootstocks at low salinity and boron treatments, and 5BB rootstock at high salinity treatments were increased. Salinity and salinity plus B toxicity stress increased H₂O₂ concentrations and consequently lipid peroxidation (MDA content). Catalase activity in response to stress treatments were more increased in high salinity plus B toxicity treatment compared to the other treatments. In fact, the activity of CAT of the Sultana seedless grapevine cultivars grafted on different rootstocks dramatically increased in all rootstocks except 1616C and 41B. The APX activity was increased in 1103P and 140Ru at low salinity plus B treatment, while the APX activity of the 99R, 41B, 5BB ve SO4 was found to be higher than that of the other rootstocks at high salt plus B treatments. The SOD activity of Sultana seedless grafted on different rootstocks 1103P, 110R and 99R at high salt treatment and 1616C, 1103P and 99R at low salt and B treatment. The rootstocks of 140Ru, 1103P and SO4 contained higher Na than that of the other rootstocks, while 41B and SO4 contained higher Cl compared to the other rootstocks. Boron concentrations is found to be higher in Sultana seedless grafted on 41B and SO4 rootstocks.

This work showed us that salt and salt plus boron tolerance of Sultana seedless grapevine grafted on different rootstocks greatly depends on their rootstocks grafted on. Salt and salt plus B tolerance of the Sultana seedless grapevine grafted on different rootstocks were evaluated by the parameter of stress susceptibility index. According to this evaluation criteria Sultana seedless grapevine grafted on the rootstocks of 1103P, 140Ru, 99R and SO4 were found more salt and salt plus B tolerant.

July 2009, 152 pages

Key words: Grapevine rootstocks, salt stress, boron toxicity, oxidative stress, antioxidant enzymes, Sultana seedless

TEŞEKKÜR

Çalıőmam süresince bana her konuda destek olan tez danıőmanım Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ' e, tez çalıőmam sırasında yardım ve katkılarını esirgemeyen Prof. Dr. Gökhan SÖYLEMEZOĞLU' na, çalıőmamın her aőamasında yanımda olan Ziraat Yüksek Mühendisi Esra GÜNERİ BAĞCI' ya, yardımlarından dolayı Arő. Gör. Atilla ÇAKIR' a, Arő. Gör. Nilüfer ÇEVİK TÜRKMEN' e, Dr. Yakup ÇIKILI' ya, Mehmet TÜRKÖĞLU' na ve Ziraat Mühendisi Mehmet Burak TAŐKIN 'a ve tez çalıőmamı destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'a teőekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca, beni her zaman destekleyen ve çalıőmam sırasında yardımlarını esirgemeyen canım aileme teőekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması 106 O 061 numaralı TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiőtir.

Özge şAHİN

Ankara, Temmuz 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ	6
2.1 Asmanın Sistemattikteki Yeri	6
2.1.1 Asmanın ekolojik istekleri.....	6
2.1.2 Amerikan asma anaçları ve özellikleri.....	7
2.2 Oksidatif Stres	8
2.2.1 Reaktif oksijen türleri.....	9
2.2.1.1 Singlet oksijen (1O_2)	9
2.2.1.2 Süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$)	10
2.2.1.3 Hidrojen peroksit (H_2O_2).....	11
2.2.1.4 Hidroksil radikali (OH^{\cdot})	12
2.2.2 Bitkilerde oksijen radikallerine karşı geliştirilen savunma mekanizmaları	14
2.2.2.1 Enzimatik antioksidan sistemler.....	15
2.3 Tuzluluk	19
2.3.1 Toprakta tuzluluğun oluşması	19
2.3.2 NaCl' nin köke alımı ve bitkide taşınımı.....	20
2.3.3 Bitkilerin tuzluluğa dayanım sınıfları	20
2.3.4 Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri	22
2.3.5 Tuzluluk ile ilgili kaynak özetleri	26
2.4 Bor	37
2.4.1 Toprakta bor	37
2.4.1.1 Toplam ve bitkiye yararışlı bor	37
2.4.2 Bitkide bor	38
2.4.2.1 Bor alımı.....	38
2.4.3 Bitkide bor taşınması	40
2.4.4 Bor' un metabolik işlevleri	41
2.4.5 Bor ile ilgili kaynak özetleri	42
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	49
3.1 Sera Denemesi	49
3.2 Bitki Analizleri	50
3.2.1 Nisbi nem	50
3.2.2 Membran stabilite indeksi.....	51
3.2.3 Lipid peroksidasyon.....	51
3.2.4 Hidrojen peroksit	51
3.2.5 Prolin	52
3.2.6 Stoma direnci.....	52
3.2.7 Nisbi Klorofil	52
3.2.8 Askorbik asit.....	52
3.2.9 Bitkilerin B, Na ve Cl içerikleri	53
3.3 Antioksidan Enzimler	53

3.3.1 Katalaz (KAT) aktivitesinin belirlenmesi.....	53
3.3.2 Askorbat peroksidaz (AP) aktivitesinin belirlenmesi	53
3.2.3 Süperoksit dismutaz(SOD) aktivitesinin belirlenmesi.....	54
3.4 Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinde Uygulanan Yöntemler	54
3.4.1 Tekstür (Bünye).....	54
3.4.2 Toprak reaksiyonu (pH).....	54
3.4.3 Elektriksel İletkenlik (EC)	55
3.4.4 Organik madde.....	55
3.4.5 Kireç	55
3.4.6 Toplam azot (N).....	55
3.4.7 Yarayırlı fosfor (P)	55
3.4.8 Yarayırlı potasyum (K) ve sodyum (Na)	55
3.4.9 Kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg).....	56
3.4.10 Yarayırlı bor (B).....	56
3.4.11 Yarayırlı klor (Cl)	56
3.4.12 Yarayırlı demir, çinko, bakır ve mangan (Fe, Zn, Cu ve Mn)	56
3.5 İstatistiki Analizler	57
3.6 Stres Hassasiyet İndeksi	57
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	58
4.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Analiz Sonuçları..	58
4.2 Farklı Asma Anaçları Üzerine Aşılı Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Bitki Verileri	59
4.2.1 Toksikite belirtileri	59
4.2.2 Yaş ve kuru ağırlık.....	61
4.2.3 Nisbi klorofil ve stoma direnci	63
4.2.4 Membran stabilite indeksi ve nisbi nem içerikleri.....	65
4.2.5 Prolin ve askorbik asit içeriği	67
4.2.6 Lipid peroksidasyon (MDA) ve hidrojen peroksit (H ₂ O ₂) miktarları.....	70
4.3 Farklı Asma Anaçları Üzerine Aşılı Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Antioksidan Enzim Aktiviteleri	73
4.3.1 Katalaz (KAT), süperoksit dismutaz (SOD) ve askorbat peroksidaz aktiviteleri (AP)	73
4.4 Farklı Asma Anaçları Üzerine Aşılı Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Yaprak, Petiol, Sürgün, Kabuk ve Gövdelerindeki Sodyum (Na), Klor (Cl) ve Bor (B) İçerikleri.....	77
4.4.1 Sodyum (Na) içerikleri.....	77
4.4.2 Klor (Cl) içerikleri.....	85
4.4.3 Bor (B) içerikleri	92
4.5 Farklı Asma Anaçları Üzerine Aşılı Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Stres Hassasiyet İndeksi	99
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	100
KAYNAKLAR	119
EKLER.....	141
ÖZGEÇMİŞ.....	152

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Singlet oksijen oluşumu	10
Şekil 2.2 Yüksek bitkilerde aktif oksijen türlerini bertaraf eden enzimatik antioksidan savunma sistemi	17
Şekil 2.3 Bitkilerin tuzluluğa adaptasyon mekanizmaları	25
Şekil 2.4 Bitkilerde bor alım mekanizmaları	40
Şekil 3.1 Sera denemesi genel görünüşü	50
Şekil 4.1 Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi üzerine aşılı 99R anacının yaprağındaki B toksisitesi	59
Şekil 4.2 Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi üzerine aşılı 41B anacının yaprağındaki B toksisitesi	60
Şekil 4.3 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki sodyum (Na) miktarları	78
Şekil 4.4 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki sodyum (Na) miktarları	79
Şekil 4.5 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki sodyum (Na) miktarları	80
Şekil 4.6 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kabuklarındaki sodyum (Na) miktarları	81
Şekil 4.7 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin gövdelerindeki sodyum (Na) miktarları	83
Şekil 4.8 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki klor (Cl) miktarları	86
Şekil 4.9 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki klor (Cl) miktarları	87
Şekil 4.10 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki klor (Cl) miktarları	88
Şekil 4.11 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kabuklarındaki klor (Cl) miktarları	89
Şekil 4.12 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin gövdelerindeki klor (Cl) miktarları	90
Şekil 4.13 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki bor (B) miktarları	93
Şekil 4.14 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki bor (B) miktarları	94

Şekil 4.15 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki bor (B) miktarları	95
Şekil 4.16 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kabuklarındaki bor (B) miktarları	96
Şekil 4.17 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin gövdelerindeki bor (B) miktarları	97

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Bazı Amerikan asma anaçlarının hastalık ve ekolojik koşullara dayanıklılık özellikleri	7
Çizelge 2.2 Bitki hücresi içinde ROS üretim ve giderim mekanizmaları	14
Çizelge 3.1 Toprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan standart değerler	57
Çizelge 4.1 Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	58
Çizelge 4.2 Tuz ve bor toksisitesinin farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkisi	62
Çizelge 4.3 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi klorofil ve stoma dirençleri üzerine etkisi	64
Çizelge 4.4 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin membran stabilite indeksi ve nisbi nem miktarları üzerine etkisi	66
Çizelge 4.5 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin ve askorbik asit miktarları üzerine etkisi	69
Çizelge 4.6 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA ve H ₂ O ₂ miktarları üzerine etkisi	72
Çizelge 4.7 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin katalaz (KAT), askorbat peroksidaz (AP), süperoksit dismutaz (SOD) miktarları üzerine etkisi	76
Çizelge 4.8 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sodyum (Na) miktarları üzerine etkisi	84
Çizelge 4.9 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin klor (Cl) miktarları üzerine etkisi	91
Çizelge 4.10 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin B (bor) miktarları üzerine etkisi	98
Çizelge 4.11 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin stres hassasiyet indeksi	99

1. GİRİŞ

Değişik iklim ve toprak koşullarında yetişebilmesi nedeniyle bugün dünya üzerinde kuzey yarımkürede 11°-52°, güney yarımkürede 20°-40° enlem dereceleri arasında yer alan birçok ülkede ekonomik anlamda bağcılık yapılmaktadır. Enlem dereceleri 36°-42° arasında bulunan ülkemiz bu yönden çok uygun bir konumda bulunmaktadır. Bu bağlamda ülkemizin hemen her yöresinde bağcılık yapılabilmekte, hatta toprak yapısı ve iklim koşulları bakımından diğer tarım ürünlerinin yetişmesine veya istenilen düzeyde kaliteli ürün eldesine elverişli olmayan bölgeler bu tarım koluna ayrılarak değerlendirilmektedir (Oraman 1965). Ayrıca arkeolojik bulgulardan edinilen bilgilere göre, asmanın ilk kez Anadolu'da kültüre alındığı belirlenmiştir. Daha sonraları Anadolu toprakları üzerinde süregelen farklı uygarlıklar, bağcılığa özel bir önem kazandırmışlar ve bu kültürün günümüze kadar ulaşmasını sağlamışlardır (Winkler *et al.* 1974, Çelik vd. 1998)

Dünya'daki bağ alanları ve üzüm üretimine kısaca bakılacak olursa, 2007 yılı itibarı ile toplam bağ alanı 7.5 milyon hektar, toplam üzüm üretimi 66.2 milyon tondur (Anonymous 2008). 2007 yılı verileri ile dünyada bağcılık yönünden ilk 10 ülkenin bağ alanı (ha) ve toplam üzüm üretiminde (ton); alan büyüklüğü sıralamasında İspanya, Fransa, İtalya, Türkiye ve Çin; üretim büyüklüğü sıralamasında ise İtalya, Fransa, İspanya, Çin ve A.B.D'in ilk beş ülkeyi oluşturduğu görülmektedir (Anonymous 2008).

Türkiye 2007 yılı FAO verilerine göre, üzüm yetiştiren ülkeler içinde 540.000 ha bağ alanı ile dördüncü, 3.923.040 ton yaş üzüm üretimi ile de altıncı sırada yer almaktadır (Anonymous 2008).

Dünya bağcılığında ilk sıralarda yer alan Türkiye, uluslararası piyasada çekirdeksiz kuru üzüm ihracatı ile tanınmaktadır. Dünya şarap üretim ve ihracatında ise ülkemizin payı son rakamlara göre % 0.11 gibi son derece düşüktür. Kaliteli şaraplık üzüm çeşitlerine sahip olmamıza rağmen şarap ihracatında, kuru üzüm ve sofralık üzüm ihracatı kadar başarılı olunamamıştır (Yılmaz 2006).

Bitkisel üretimde stres bir veya birden fazla etkenin, bitkiyi çevresel olarak etkileyerek büyümede yavaşlama ve verim düşüklüğüne neden olması şeklinde tanımlanabilir. Bitkide strese neden olan etmenler, hastalık oluşturanlar ve zararlılar gibi biyotik kökenli olabilmesinin yanında, tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, besin elementlerinin eksikleri veya fazlalıkları gibi abiyotik kökenli de olabilmektedir.

Doğal ortamlarında meydana gelen çevresel değişimlere karşı canlılar çeşitli içsel ve mekanik tepkiler gösterirler (Edreva 1998). Herhangi bir stres faktörü ile karşılaşan bitkilerde biyokimyasal ve fizyolojik olarak çeşitli tepkiler oluşmaktadır. Oluşan stres faktörleri, genlerin fizyolojik etkileri ile hücrel metabolizma değişimlerinin, büyüme oranları ve ürün miktarlarının değişimine kadar çok çeşitli tepkilere neden olurlar (Bray *et al.* 2000).

Bitkiler diğer stres koşullarında olduğu gibi bor toksisitesi ile baş edebilmek için biyokimyasal ve moleküler mekanizmalar gerçekleştirirler. Biyokimyasal stratejiler; seçici iyon birikimi veya dışlanması, köklerle alınan iyonların kontrolü ve yapraklara taşınımı, tüm hücre düzeyinde veya hücrel boyutta iyonların dağılımı, uyumlu bileşiklerin sentezi, fotosentetik yolunun değişmesi, membran yapısındaki değişimler, antioksidant enzimlerin ve bitki hormonlarının uyarılması olarak sıralanabilirler (Seçkin 2005).

Antioksidant savunma sistemi, aerobik canlılar için toksik olan oksijen ara ürünlerinin zararsız hale getirilmesinde enzimatik ve enzimatik olmayan savunma mekanizmaları sayesinde hücreleri oksidatif zararlara karşı korumaktadır. Enzimatik olmayan antioksidantlar mannitol, sistein, hidrokinin, C ve E vitaminleri, flavanoidler, bazı alkaloidler, karotinoidler ve ksantofiller . enzimatik antioksidantlar ise süperoksit dismutaz, peroksidaz, askorbat peroksidaz, katalaz ve glutation redüktazlar olarak sayılabilirler (Halliwell and Gutteridge 1989, Bowler *et al.* 1992, Çakmak *et al.* 1993, Rascio *et al.* 1994, Lopez *et al.* 1996, Renard *et al.* 1997, Asada 1999).

Tüm dünyada sulanabilir alanların yaklaşık %33'nün tuzla etkilenmiş olduğu bildirilmiştir (Carter 1975). Blum (1985) ise dünya üzerinde tarımda kullanılabilir

alanların sadece %10' unun her hangi bir çevresel stres etmeni ile karşı karşıya kalmadığını; %26 oranında en fazla karşılaşılan stres faktörünün kuraklık olduğu, %20' lik bir oranla bunu tuz stresine maruz kalan alanların takip ettiğini kaydetmiştir. Bu değerlendirmeden 10 yıl sonra yapılan bir başka açıklamada, dünyada tarım yapılan toprakların yaklaşık % 40' ının tuzluluk tehdidi altında olduğu ifade edilmiştir (Serrano and Gaxiola, 1994). Ghassemi *et al.* (1995), dünyada sulanabilir alanların %20'sinin tuzluluktan etkilendiğini bildirmişlerdir. Lopez and Satti (1996), sulama sularının tuzluluğu açısından yaptığı değerlendirmeye göre su bilimcilerin dünya yüzeyinde 1400 milyon km³ su bulunduğunu ve bunun %97.4' lük oranının tuzlu su olduğunu ileri sürmüşlerdir. Tuzlu sular tarafından dünyada sulanabilir 237 milyon hektarlık alanın, 30 milyon hektarlık bölümünün zarar gördüğünü, 80 milyonluk kısmının ise değişik düzeylerde etkilendiğini su bilimcileri dile getirmektedirler. Bu durum tuzluluğun giderek yaygınlaşan önemli bir stres faktörü olduğu göstermektedir. Türkiye topraklarının toplam tarım alanının 78 milyon hektar olduğunu, bunun %36'sının işlenebilir arazi olup bu alanların %3.2'sinin tuzluluk problemine sahip olduğunu belirtmektedir. Sönmez (2003) ise, Türkiye'de 2.775.113 hektar alanın tuzdan etkilenmiş topraklara sahip olduğu ve bu değerlerin sulanabilir alan potansiyelimizin 449.709 ha' ını kapsadığı bildirilmiştir.

Tuzluluk, diğer abiyotik stres faktörlerinden olan yüksek ve düşük sıcaklık, kuraklık ve mineral element eksikliğinden kaynaklanan stres faktörlerinde olduğu gibi bitkilerde karbon metabolizmasının ve elektron taşınım aktivitesini engellemektedir (Sreenivasulu *et al.* 2000). Tuz stresi altındaki bitkiler su kaybını azaltmak için stomalarını kapatmakta, böylece CO₂ gazının girişi engellenmektedir. Bunun sonucu olarak CO₂ fiksasyonu azalmaktadır (Brugnoli and Lauteri 1991, Makela *et al.* 1999). Karbondioksit fiksasyonunda kullanılmayan elektronlar ile absorbe edilen ışık enerjisi O₂'in aktivasyonunda, yani radikallerin sentezlenmesinde kullanılmaktadır (Hallewel and Gutteridge 1985). Karanlık (2001) tarafından da açıklandığı gibi, stres altındaki bitkide artan düzeylerde sentezlenen serbest radikaller hücrelere zarar vermekte, özellikle yavaşlama sürecine giren fotosentezin etkinliği daha da sınırlanmaktadır. Sentezlenen serbest oksijen radikalleri, protein membran lipidleri ve nükleik asitler ile klorofil gibi hücre komponentlerini de bozmaktadır (Fridovich 1986, Davies 1987).

Şimdiye kadar yapılmış pek çok araştırma, tuz stresi altında yetişen bitkilerde görülen nekrozların oksijen radikallerince gerçekleştirilmiş olan lipid tahribatından; klorozların ise oksijen radikallerinin klorofilleri parçalamasından kaynaklandığını göstermektedir (Salin 1987, Streb and Feirabend 1996).

Ülkemizde yetiştirilen ürünlerin başında gelen üzüm, yetiştiriciliğinin yoğun olduğu Ege Bölgesinin belirli yörelerinde gelişme, verim ve kalite yönleriyle yaşanan sorunların tuzluluk (NaCl) ve bor toksisitesi ile ilişkili olduğu anlaşılmıştır. Bölgede daha önce, genel olarak bağların makro element beslenmesi ile ilgili çalışmalar yapılmış, ancak tuzluluk problemiyle ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bağcılık açısından, bağların beslenme durumlarının belirlenmesiyle birlikte, karşılaşılan veya karşılaşımla olasılığı yüksek olan toprak kökenli tuzluluk ve bor fazlalığının belirlenmesi büyük öneme sahiptir. Bu nedenle bağcılığın yaygın olarak yapıldığı Manisa'nın Saruhanlı, Alaşehir ve Salihli ilçelerinde ve Denizli'nin Çal ilçesinde bazı bağ alanlarının, potansiyel tuzluluk ve bor toksisitesi problemleri ile birlikte, beslenme durumlarının incelenmesinin amaçlandığı çalışmada, bağlardan alınan toprak örneklerinin bor kapsamı 0.41-16.96 mg.kg⁻¹ arasında değişmekte olup, % 3'ünde çok az, % 3'ünde az, % 57'sinde yeterli, % 28'inde fazla, % 9'unda çok fazla düzeyde olduğu belirlenmiştir. Toprakların il/ilçe bazında bor düzeylerinin Manisa % 82, Saruhanlı % 71, Alaşehir % 44, Salihli % 29, Çal % 76 yeterli; Manisa % 12, Saruhanlı % 7, Alaşehir % 22, Salihli % 54 ve Çal % 16 fazla; Alaşehir % 33 ve Salihli % 17 çok fazla olduğu tespit edilmiştir. Araştırma bölgelerinden alınan toprakların sodyum kapsamı 0.32-376.94 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Toprak örneklerinin il/ilçe bazında sodyum kapsamının Manisa % 12, Saruhanlı % 14, Alaşehir % 22, ve Çal % 96 minimum değer altında; Manisa % 88, Saruhanlı % 86, Alaşehir % 78, Salihli % 97, Çal % 4 ortalama değer altında; Salihli % 3 ortalama değer üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Araştırma topraklarının klor kapsamının 260-1416.7 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. Toprakların il/ilçe bazında klor kapsamının Manisa % 59, Saruhanlı % 43, Alaşehir % 56, Salihli % 77, Çal % 76 ortalama değerler arasında (% 0.01-0.08) olduğu tespit edilmiştir. Araştırma alanlarındaki bağlardan alınan yaprakların bor kapsamının 57.28-758.78 mg.kg⁻¹ arasında değişim göstermiş. Yaprak örneklerinin il/ilçe bazında bor düzeylerinin Manisa % 53, Saruhanlı % 57, Salihli % 6

ve Çal % 16 yeterli; Manisa % 47, Saruhanlı % 43, Alaşehir tamamı, Salihli % 94, Çal % 84 fazla olduğu tespit edilmiştir. bağlardan alınan yaprak örneklerinin sodyum kapsamları $84.5-2070.5 \text{ mg.kg}^{-1}$ arasında değişmektedir. Bağların il/ilçe bazında sodyum düzeylerinin Manisa % 59, Saruhanlı % 57, Alaşehir tamamı, Salihli % 71, Çal tamamı yeterli; Manisa % 41, Saruhanlı % 43, Salihli % 23 kritik ve Salihli % 6 toksik olduğu belirlenmiştir. Araştırma bölgeleri bağlarından alınan yaprakların klor kapsamları $7.69-24.52 \text{ g.kg}^{-1}$ arasında değişmiştir. yaprak örneklerinin il/ilçe bazında klor kapsamlarının Manisa % 59, Saruhanlı % 79, Alaşehir tamamı, Salihli % 97, Çal tamamı yeterli; Manisa % 35, Saruhanlı % 21, Salihli % 3 kritik ve Manisa % 6 toksik düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Aksu, 2008).

Bağcılık yapılan alanlarda bor ve tuz stresi üretimi sınırlandırmaktadır. Bu nedenle stres koşullarına dayanıklı anaç ve çeşitlerin belirlenmesi önem taşımaktadır. Strese dayanıklı anaç ve çeşitlerin belirlenmesinde temel faktör bitkilerin stres altında geliştirmiş oldukları mekanizmalardır. Tuzlu ve B toksik toprakların ıslahı pahalı metodlar olup, başarı düzeyide düşüktür. Bu nedenle söz konusu çalışmayla, Türkiye’ de yaygın olarak bağcılıkta kullanılan 8 farklı anaç (41B, 99R, 110R, 1103P, 1616C, SO4 140Ru ve 5BB) üzerine aşılı Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinin (*Vitis vinifera* L.) abiotik streslere (bor ve tuz) toleranslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bor ve tuz stresi gibi abiotik stres koşulları ile oluşan oksidatif stresin farklı asma anaçları üzerinde aşılı Sultani Çekirdeksiz çeşidinde yarattığı fizyolojik ve biyokimyasal (antioksidan enzimlerin; katalaz (KAT; EC 1.11.1.6), askorbat peroksidaz (AP; EC 1.11.1.11), süperoksit dismutaz (SOD; EC1.15.1.1)) değişimler incelenmiş, bitkilerin abiotik stres tolerans mekanizmaları belirlenmeye çalışılmıştır. Buna ilave olarak tuz konsantrasyonları bakımından Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi aşılı anaçlar arasındaki ilişkiler belirlenerek asma çeşitlerinin tuz ve bor stresine tolerans düzeylerinin ortaya çıkartılması amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Asmanın Sistematikteki Yeri

Asmalar Rhamnales takımına bağlıdır. Bu takımın üç familyasından (Rhamnaceae, Leeaceae ve Vitaceae) yalnızca Vitaceae (Vitidaceae, Ampelidaceae, Ampelidae) familyasına ait bitkiler, bilinen anlamda asmaları tanımlamaktadır. Bu familyanın 12 cinsi ve yaklaşık 700 türü *Vitis* cinsine aittir. Bu cinsi diğerinden ayıran en önemli özelliği, taç yapraklarının üstte birleşerek çiçeği bir şapka şeklinde kapatması ve tozlanma döneminde alttan ayrılarak düşmesidir. *Vitis* cinsi iki seksiyondan (alt cins) oluşmaktadır. Bunlar kromozom sayısı $2n=38$ olan *Euvitis* ve 40 olan *Muscadinia*'dir (Winkler *et al.* 1974, Antcliff 1992).

2.1.1 Asmanın ekolojik istekleri

Ekonomik olarak bağcılık, dünya üzerinde genel olarak 10-20°C izotermlerine karşılık gelen 30-50°C kuzey ve güney enlemleri arasındaki ılıman iklim kuşağı üzerinde yapılmaktadır. Herhangi bir ekolojide ekonomik anlamda bağcılık yapılabilmesi için, yıllık ortalama sıcaklığın 9 °C'nin, en sıcak ay ortalamasının 18 °C'nin, en soğuk ay ortalamasının 0°C üzerinde olması gerektiği bildirilmektedir. Yıllık ortalama sıcaklığı 11-16 °C arasında olan yörelerin, bağcılık için en elverişli yöreler olduğu kabul edilmektedir (Eggenberger *et al.* 1975, Vogt and Götz 1977). Bağ alanları için 1500-1600 saatten az güneşlenmenin olmaması gerekmektedir. Yıllık toplam olarak 600 mm dolayında yağış alan yörelerde sulamaya gerek duyulmadan modern bağcılık yapılabilmektedir. Yıllık yağışın 300-600 mm arası olduğu alanlarda filokserasız yörelerde kurağa dayanıklı vinifera çeşidi yetiştirilmektedir. Yıllık yağışın 900 mm'nin üzerine çıktığı ekolojilerde mantari hastalıkla mücadele güç olduğu için *vinifera* bağcılığı sınırlanmaktadır. Asma, elverişsiz toprak koşullarına uyum yeteneği yüksek bir kültür bitkisi olmakla beraber, beslenme ve su isteğinin eksiksiz karşılandığı iyi niteliklere sahip topraklarda gelişme, verim ve ürün kalitesi yönünden daha iyi performans gösterir. Bağcılık açısından tınlı veya kumlu-tınlı, biraz çakıllı ve orta

düzyeyde kalkerli topraklar kuvvetli kök sistemi olan asmalar için ideal bağ toprakları olduğu kabul edilir (Çelik vd. 1998).

Asma köklerinin gelişmesi için elverişli toprak hacmi, toprak derinliği olarak adlandırılır. Köklerin 70 cm veya daha derin bir alanda gelişmesine uygun olan topraklar derin, köklerin 30 cm'den daha aşağıda sınırlı olarak geliştiği topraklara sığ topraklar denilmektedir (Çelik vd.1998). Sert kireç taşı, kalker ve kalsiyum-magnezyum karbonatlı topraklarda aktif kireç içeriğine bağlı olarak, bağcılık için sorunlu toprakları oluşturmaktadır. Kireçli topraklarda karşılaşılan en önemli sorun demir, çinko ve mangan'ın yeterli düzeyde alınmamasıdır (Çelik vd. 1998). Asma tür ve çeşitlerinin tepkileri farklı olmakla beraber, genel olarak asmalar toprak tuzluluğuna orta düzeyde hassastır (Çelik vd. 1998).

2.1.2 Amerikan asma anaçları ve özellikleri

Bazı Amerikan asma anaçlarının hastalık ve bazı ekolojik koşullara dayanıklılık özellikleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 2.1 Bazı Amerikan asma anaçlarının hastalık ve bazı ekolojik koşullara dayanıklılık özellikleri (Çelik vd.1998)

	Anaçlar	5 BB	110 R	99 R	1103 P	1616 C	41 B	140Ru	SO4
Adaptasyon Yeteneği ^b	Gelişme kuvveti ^a	2	3	4	3	3	2	4	2
	Islak toprak	3	3	1	3	2	1	2	3
	Kuru ve yüzlek killi toprak	2	4	2	3	1	1	3	1
	Derin milli veya ağır tınlı toprak	2	3	4	3	2	1	3	2
	Derin ve kuru kumlu toprak	1	3	2	3	2	1	4	1
Dayanıklılık ^c	Filoksera	4	4	4	4	3	4	4	4
	Nematodlar	3	2	3	2	1	1	3	4
	Kuraklık	1	4	3	3	1	3	4	3
Tolerans	Aktif kireç (%)	20	17	17	17	11	40	20	17
	Tuz (g l ⁻¹)	-	-	-	0.6	0.8	Çok duyarlı	-	-

^a (4: Kuvvetli, 1: Zayıf); ^b (4: Yüksek, 1: Düşük); ^c (5: Çok dayanıklı, 1: Çok duyarlı)

2.2 Oksidatif Stres

Oksidatif stres, serbest radikallerin, özellikle reaktif oksijen türlerinin [süperoksit molekülü ($O_2^{\cdot-}$), singlet oksijen (1O_2), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikallerinin (OH^{\cdot})] oluşumunu içeren ve reaktif oksijen türleri (reactive oxygen species; ROS) aracılığıyla bitkilerde zararlara neden olan stres olarak tanımlanır (Raychaudhuri 2000).

Serbest radikaller, eşleşmemiş elektron içeren moleküller olup oldukça reaktiftirler. Bütün organizmalarda yaşamsal faaliyetlerin bir sonucu olarak üretilirler. Bitki hücrelerinde, kloroplastlar en önemli hücre içi serbest radikal üretim bölgeleridir (Asada 1999). Serbest radikaller; bitkilerde fotosentezin bir yan ürünü olarak ortaya çıktıkları gibi; plazma membranı, mitokondri, endoplazmik retikulum membranlarında da oluşabilirler (McKersie and Leshem 1994). Serbest radikaller, hücre duvarı ve plazma membranına saldırı ve hücre parçalanması, fotosentetik verim kaybı, yapraklarda senesensin hızlanması, diğer streslere karşı dayanıklılığın kaybolması nedeniyle büyümenin azalmasına neden olurlar (Alonso *et al.* 2001).

Reaktif oksijen türleri (ROS), metabolizmanın yan ürünleri olarak ya da enzimler yoluyla fotosentez ya da solunum sırasında üretilirler (Desikan *et al.* 2004). ROS, tepkimeye girmeye oldukça yatkındır ve lipidler, proteinler ve nükleik asitler üzerinde oksidatif hasara neden olarak normal hücrel metabolizmayı değiştirebilmektedir (Alscher *et al.* 1997, del Rio *et al.* 2003, Imlay 2003). Oksijen, bütün aerobik organizmalarda, oksidatif reaksiyonlar için son oksidant olarak gereklidir. Ancak evrimsel olarak aerobik organizmaların yaşamsal bir bileşiği olarak seçilmiş olan oksijen, çok fazla olduğu zaman oldukça yıkıcı etkilere de neden olabilmektedir (França *et al.* 2006).

Kuraklık stresinde yaprakların absorbe ettiği ışık miktarı ve yararlanılan ışık arasındaki dengenin bozulması (Foyer and Noctor 2000) sonucu, bitkilerin kloroplastlarındaki bu fotokimyasal değişimler fotosistem II de aşırı miktarda biriken ve kullanılmayan ışık enerjisi dokularda aktif oksijen türevlerinin ($O_2^{\cdot-}$, 1O_2 , H_2O_2 , OH^{\cdot}) oluşumuna neden

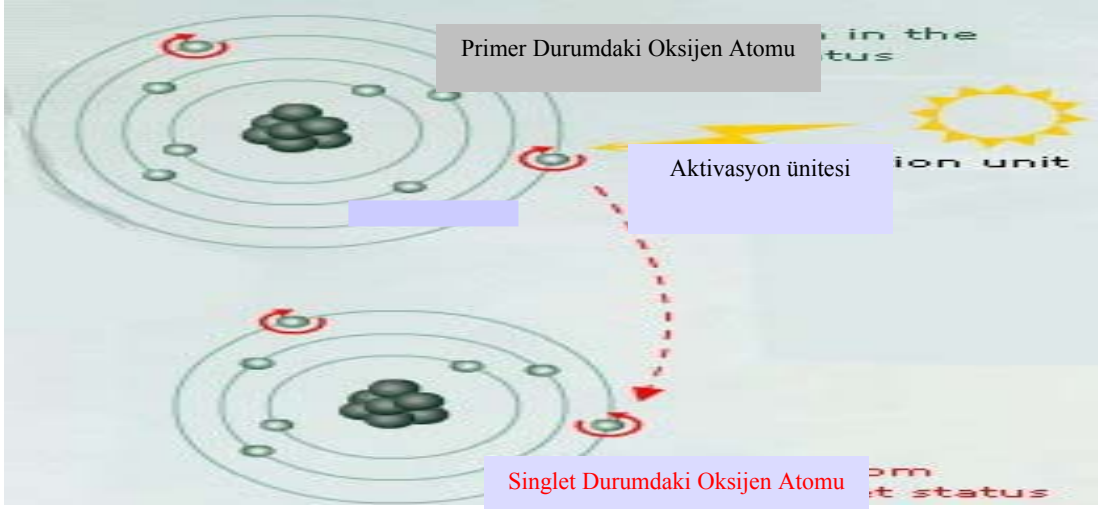
olur (Peltzer *et al.* 2002). Stres koşullarında fotosentez oranının azalmasının temel sebebinin stomatal sınırlamadan kaynaklığı genellikle kabul edilmektedir. Stomaların kapanması ile fotosentez oranı ve içsel CO₂ konsantrasyonu azalmakta, bu da sonuç olarak fotosentez metabolizmasını engellemektedir. Su stresinde stomaların kapanmasına bağlı olarak yaprakların mezofil dokularında CO₂'in seviyesi hızla düşmesi süperoksit radikallerinin (O₂^{•-}) artması ile bitki dokularında moleküler oksijen ile rekabet eden NADP'ler indirgenerek NADPH şeklinde akümüle olur. Bu koşullarda bitki dokularında NADP miktarı azalır ve oksijen alternatif elektron alıcısı olarak görev yapar. Bu durumda bitki dokularında indirgenmiş oksijen türevleri olan süperoksit radikalleri (O₂^{•-}) ve bunun indirgenmiş formu olan H₂O₂ ve hidroksil (OH[•]) radikalleri Haber-Weiss adı verilen reaksiyon ile oluşur (Cadenas 1989, Sairam and Saxena 2000). Aktif oksijen çeşitleri olarak adlandırılan süperoksit radikali, hidrojen peroksit ve hidroksit radikalleri, lipid peroksidasyonuna ve sonuçta membran zararlanmasına, proteinlerin degradasyonuna, enzimlerin inaktivasyonuna, pigmentlerin azalmasına ve DNA zincirlerinin bozulmasına yol açmaktadır (Fridovich 1986, Liebler *et al.* 1986, Davies 1987, Imlay and Linn 1988) (Cadenas 1989, Sairam and Saxena 2000 tez önerisi

2.2.1 Reaktif oksijen türleri

2.2.1.1 Singlet oksijen (¹O₂)

Kloroplastlarda lipid peroksit radikallerinden ve hidrojen peroksit ile süper oksidin oksidasyonu ile ışığa duyarlı reaksiyonlar boyunca üretilir (Asada and Takahashi 1987, Öztürk 1996). Oksijenin biradikal formu, paralel yörüngelerde elektron içeren triplet temel durumudur. Eğer triplet oksijen eşleşmemiş elektronlarından birinin yerini değiştirmeye yetecek kadar enerji absorbe edebilirse, iki elektronun zıt yörüngelerde yer aldığı singlet duruma dönüşür. Bu aktivasyon yörünge sınırlamasının üstesinden gelir ve sonuçta singlet oksijen iki elektronun aynı anda transferini içeren reaksiyonlarda yer alabilir (McKersie 1996). Bu özelliği singlet oksijeni organik moleküllere karşı, triplet olan benzerinden çok daha reaktif kılar. Singlet oksijen, triplet temel duruma elektron eklenmesi ile değil, temel durumun fizyolojik olarak enerjilendirilmesi ile oluşmuştur.

Yüksek bitkilerde bu enerji klorofil gibi transfer moleküller aracılığıyla ışık enerjisinden rahatlıkla sağlanabilmektedir.



Şekil 2.1 Singlet oksijen oluşumu (McKersie 1996)

Klorofil tarafından ışık enerjisinin absorbe edilmesiyle “aktif üçlü klorofil molekülü” ($^3\text{Chl}^*$) oluşmaktadır. Aktive olmuş klorofil molekülünün, absorbe ettiği enerjiyi moleküler oksijene aktarması sonucunda singlet oksijen üretilmektedir. Bununla birlikte, ışık altındaki kloroplastlarda singlet oksijene doğrudan rastlanmamıştır. Asada and Takahashi (1987), singlet oksijenin üretilse bile, sulu ortamlarda çok kısa ömrünün olduğunu, çevresindeki moleküllerle yüksek oranda tepkimeye girdiğini ve üretildiği yerde tilakoid membranlardaki karotenoidler tarafından yok edildiğini bildirmektedirler.

2.2.1.2 Süperoksit radikali ($\text{O}_2^{\cdot-}$)

Suyun kısıtlı olduğu periyotlarda, vejetatif bitki dokularında oksidatif stresin en yaygın nedeninin kloroplastta gerçekleşen ışık-klorofil etkileşimleri olduğu düşünülmektedir (Farrant 2000). Moleküler oksijenin ışık enerjisi ile indirgenmesi (fotoredüksiyonu) ilk kez 1951 yılında Mehler adlı araştırmacı tarafından tanımlanmıştır. Süperoksit radikali kloroplastlarda gerçekleşen Mehler reaksiyonu yoluyla oluşabileceği gibi mitokondrideki elektron sızıntısından dolayı da oluşabilir. Oksijenin tek elektron alarak

indirgenmesi sonucunda ilk oluşan ürün süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$)'dir. Su kısıtlı hale gelirken, bitki daha fazla su kaybetmemek için, genelde, stomalarını kapatır; bu da fotosentezle fiksasyon için gerekli CO_2 'nin alımının kısıtlanmasına neden olur. Bu durum; kuantum verimini azaltır ve fotosentetik dokularda aşırı enerjiye neden olur (Stuhlfauth *et al.* 1990). Bu durumda; NADP⁻ (fotosentezdeki e^- akseptörü) kısıtlı hale gelir ve ferrodoksin NADP⁻ yerine oksijeni indirger; böylece, PS I'in elektronları O_2 'ye transferi sonucunda reaktif $O_2^{\cdot-}$ radikali üretilir (Mehler Reaksiyonu) (Tambussi *et al.* 2000).

Birçok stres türü altında artan $O_2^{\cdot-}$ oluşum hızı lipid peroksidasyonuna, yağ asidi doygunluğuna ve sonuçta membranların bütünüyle zarar görmesine neden olur (Sgherri *et al.* 1996). $O_2^{\cdot-}$ hem yükseltgeyici hem de indirgeyici olarak rol oynayabilmekte; kükürt, askorbik asit veya NADPH'ı yükseltgeyebilmekte; sitokrom c ve metal iyonlarını indirgeyebilmektedir. $O_2^{\cdot-}$ radikalinin kendisi fazla etkin değildir ve daha çok H_2O_2 ve daha sonra OH^{\cdot} oluşturmak suretiyle etkili olur (Halliwell and Gutteridg 1989). İki molekül süperoksit radikalinin, hidrojen peroksit ve oksijen oluşumuna yol açan reaksiyonu kendiliğinden oluşabilir veya süperoksit dismutaz enzimi (SOD) tarafından katalizlenebilir. Bu radikal negatif yüklü bir moleküldür ve biyolojik membranlardan geçemez. Bu yüzden, hücrede, bulunduğu yerde giderilmesi önemlidir.



2.2.1.3 Hidrojen peroksit (H_2O_2)

Hidrojen peroksit kararlı bir ROS olup sentezi su stresi ve tuzluluk gibi çeşitli stres koşullarında artmaktadır (Ogawa and Iwabuchi 2001). Bitki hücrelerindeki hidrojen peroksitin (H_2O_2)'in büyük bölümü süperoksit radikallerinin, süperoksit dismutaz enzimi ile katalizlenmesi yoluyla oluşmaktadır (Reaksiyon 1). Buna ek olarak askorbat, tioller, ferrodoksin ve mangan iyonlarıyla $O_2^{\cdot-}$ 'nin indirgenmesiyle de H_2O_2 üretilir (Reaksiyon 2).

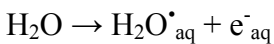


Optimal durumlarda bile hücrede çok yüksek seviyede sentezlenir. Hücreden hızla uzaklaştırılmazsa, hidroksil radikali gibi daha toksik olan moleküllere dönüşebilir (Wang *et al.* 1999). Hidrojen peroksitin parçalanması katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (AP) ve bazı genel peroksidazlar aracılığıyla katalizlenir. Askorbat ve hidrojen peroksitin APX katalizörlüğündeki reaksiyonu sonucunda monodehidroaskorbat ve su oluşmaktadır. Bu reaksiyonun tamamında monodehidroaskorbat redüktaz, dehidroaskorbat redüktaz, glutatyon redüktaz önemli yer tutmaktadır ve bir araya gelerek hidrojen peroksitin zararlı etkisi ortadan kaldırılmaktadır (Asada 1999).

Hidrojen peroksit, süperoksit gibi, hem indirgeyici hem de yükseltgeyici olarak davranır. Yüksüz bir molekül olması nedeniyle hem sulu hem de lipid ortamlardan difüzyon yapabilir ve süperoksit radikaline göre daha uzun bir yarılanma ömrüne sahiptir. Bu da hidrojen peroksitin, süperoksitten daha etkili bir sinyal molekül olduğunu düşündürmektedir (Desikan *et al.* 2004). Hidrojen peroksitin, yapraklarda stomaların kapanmasında (Karpinska *et al.* 2000) ve yaprağın yüksek ışığa uyumu ile yüksek sıcaklık şoku proteinlerinin indüklenmesinde bir sinyal olarak rol oynadığı gösterilmiştir (Karpinska *et al.* 2000). Ortamda metal katalizörler veya enzimler yoksa organik moleküllere doğru düşük bir reaktivite gösteren hidrojen peroksit, Calvin döngüsünde yer alan birçok enzimin aktivasyonunu engellemektedir (Kaiser 1979).

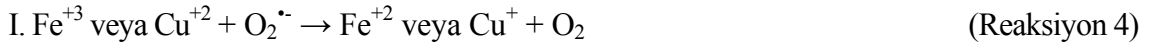
2.2.1.4 Hidroksil radikali (OH^{\bullet})

Su, iyonize edici radyasyon veya ultraviyole ışıkla aydınlandığında birincil iyonizasyon ürünlerinden biri olan OH^{\bullet} üretilmektedir (Reaksiyon 3). Son derece reaktif ve tehlikelidir.



Bu yolla hücrelerde OH[•]'nin direkt üretimi için içsel reaksiyonlar belirlenememiştir. Hücrelerdeki OH[•]'in ana kaynağı metalle katalizlenen Haber-Weiss reaksiyonu boyunca O₂^{•-}'den üretimidir. Süperoksit ve hidrojen peroksitin OH[•] radikalini oluşturmak üzere tepkimesi sırasında (Haber-Weiss reaksiyonu), artan demir ya da bakır gibi diğer geçiş metalleri, bu reaksiyonları hızlandırmak suretiyle oksidatif hasarı daha da arttırabilmektedir (Fenton Reaksiyonu) (Smirnoff 1993).

Haber-Weiss reaksiyonu iki kimyasal reaksiyondan oluşmaktadır, ilk reaksiyonda süperoksit molekülü Fe⁺³ veya Cu⁺² ile reaksiyona girer. Bunun sonucunda Fe⁺² veya Cu⁺ ile O₂ oluşur.



İkinci reaksiyon ise Fenton Reaksiyonu olarak bilinir.



Böylece süperoksit bir H₂O₂ kaynağıdır ve aynı zamanda FeIII ya da CuII'nin indirgeyicisi olarak görev yapar (Öztürk 1996).

Haber-Weiss reaksiyonunda üretilen metallerin, DNA'ya ve lipid membranlarına katalitik olarak etki ettikleri bilinir. Hidroksil radikalleri DNA üzerinde tek zincirli kırılmalar yaratarak etki gösterir ve hücre içindeki demir DNA hasarı ve hücre ölümü için aracı olmaktadır. Fe (demir) veya Cu (bakır) gibi metallerin varlığında hidroksil radikalleri oluşumu oldukça hızlıdır. Hidroksil radikalleri özellikle nükleik asit gibi biyolojik olarak önemli makro moleküllere de zarar verebilirler (Gülçin vd. 2005).

2.2.2 Bitkilerde oksijen radikallerine karşı geliştirilen savunma mekanizmaları

Direkt ya da dolaylı olarak bir çok hücrel reaksiyon sonucu bir çok aktif oksijen türlerinin üretildiği daha önceki bölümlerde ayrıntıları ile anlatılmıştır. Stres koşullarında ROS oluşumunu arttırmak suretiyle, tüm metabolizma üzerinde oldukça ciddi sonuçlara neden olan lipid peroksidasyonuna, enzimlerin inaktivasyonuna, pigment yıkımına, proteinlerin parçalanmasına ve nükleik asit hasarına neden olmaktadır (Johnson et al. 2003, Hansen et al. 2006).

Fotosentetik hücreler yüksek oksijen içeren alanlar oldukları için özellikle oksidatif bozulmaya eğilimlidirler (Robinson 1988). Sahip oldukları pigmentler nedeniyle ışığı adsorbe edilebilir ve çeşitli aktif oksijen türlerinin oluşumu için bu enerjiyi kullanabilirler (Asada and Takahashi 1987, Öztürk 1996).

Çizelge 2.2 Bitki hücresi içinde ROS üretim ve giderim mekanizmaları (Anonymous 2002)

ROS Üretimi	Üretildiği Yer	Türü
Fototentetik elektron taşınımı (ET) ve PS I veya II	kloroplast	$O_2^{\cdot-}$
Solunum ET	mitokondri	$O_2^{\cdot-}$
Glikolat oksidaz	peroksizom	H_2O_2
Uyarılmış klorofil	kloroplast	O_2^1
NADPH oksidaz	plazma membranı	$O_2^{\cdot-}$
Yağ asiti β -oksidasyonu	peroksizom	H_2O_2
Oksalat oksidaz	apoplast	H_2O_2
Ksantin oksidaz	peroksizom	$O_2^{\cdot-}$
Peroksidaz, Mn^{2+} ve NADH	hücre duvarı	$H_2O_2, O_2^{\cdot-}$
Amin oksidaz	apoplast	H_2O_2
ROS Giderimi		
SOD, süperoksit düsmutaz	kloroplast, sitosol, mitokondri, peroksizom, apoplast	$O_2^{\cdot-}$
APX, askorbat peroksidaz	kloroplast, sitosol, mitokondri, peroksizom, apoplast	H_2O_2
CAT, katalaz	peroksizom	H_2O_2
GPX, glutation peroksidaz	sitosol	$H_2O_2, ROOH$
Peroksidazlar	hücre duvarı, sitosol, vakuol	H_2O_2
Thioredoksin peroksidaz	kloroplast, sitosol, mitokondri	H_2O_2
Askorbik asit	kloroplast, sitosol, mitokondri, peroksizom, apoplast	$H_2O_2, O_2^{\cdot-}$
Glutation	kloroplast, sitosol, mitokondri, peroksizom, apoplast	H_2O_2
α -tokoferol	membranlar	$ROOH, O_2^1$
Karetenoidler	kloroplast	O_2^1
AOS, Alternatif oksidaz	kloroplast, mitokondri	$O_2^{\cdot-}$

Tüm bitkiler oksidatif hasarın yol açtığı yıkıcı etkilerle mücadele etmek için karmaşık bir antioksidant savunma sistemine sahiptir. ROS detoksifikasyon mekanizmaları, enzimatik [süperoksit dismutaz, katalaz, askorbat peroksidaz, peroksidaz, glutatyon redüktaz ve monodehidroaskorbat redüktaz] ve enzimatik olmayan (flavanoidler, antosiyaninler, karotenoidler, α -tokoferol ve askorbat) savunma mekanizmalar şeklinde sınıflandırılmaktadır. Strese maruz kalan bitkiler, bu antioksidant savunma sistemlerin bazılarının ya da tamamının aktivasyonu ile oksidatif stresin üstesinden gelebilirler (Sherwin and Farrant 1998, Srivalli *et al.* 2003, Jung 2004, Pinheiro *et al.* 2004, Türkan vd. 2005). Stres altında antioksidant enzim aktivitesinin ve antioksidant miktarının artış derecesi, birçok bitki türü ve hatta aynı türün iki kültürü arasında bile oldukça değişkenlik göstermektedir. Tepkinin derecesi stresin yoğunluğuna ve süresine olduğu kadar bitkinin türüne, gelişimine ve metabolik durumuna bağlıdır. Bununla beraber, uzun süreli ve akut; hatta bazen kısa süreli stres durumunda bile, savunma mekanizmalarının kapasiteleri aşılır ve bu durum, gözle görülür zararlara ve hatta bitki ölümüne neden olabilir (Alexieva *et al.* 2003).

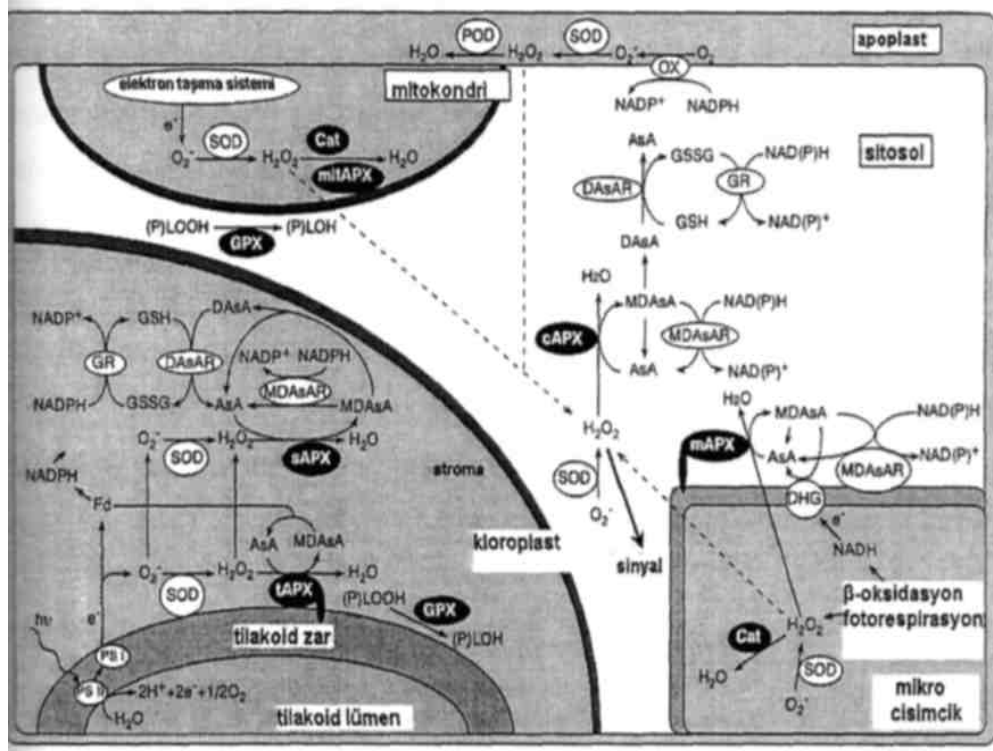
2.2.2.1 Enzimatik antioksidant sistemler

Stresin bitkide reaktif oksijen türlerine karşı savunmada enzimatik antioksidant sisteminin rol oynadığına dair pek çok çalışma vardır (Lima *et al.* 2002, Srivalli *et al.* 2003, Jung 2004, Nayyar and Gupta 2006, Yong *et al.* 2006). Süperoksit dismutaz (SOD; EC 1.15.1.1), katalaz (CAT; EC 1.11.1.6), peroksidaz (POD; EC 1.11.1.7), askorbat peroksidaz (APX; EC 1.1.1.11), glutatyon redüktaz (GR; EC 1.6.4.2) ve diğer askorbat-glutatyon döngüsü enzimleri (monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR; EC 1.6.5.4) ve dehidroaskorbat redüktaz (DHAR; EC 1.8.5.1)'i içeren antioksidatif enzimler; antioksidant moleküllerin çevrimini, degradasyonunu ve sentezini ya da serbest radikallerin hücreden doğrudan atılmasını katalizleyebilmektedir.

SOD, en reaktif hidroksil radikallerini üreten iki Haber-Weiss reaksiyonu substratı olan H_2O_2 ve $O_2^{\bullet-}$ 'nin konsantrasyonlarını tayin etmesiyle oldukça büyük bir öneme sahiptir. Detoksifikasyon sürecinin ilk enzimi olup süperoksitin hidrojen peroksit ve oksijene dismutasyonunu katalizler (Raychaudhuri 2000, Molassiotis *et al.* 2006).

Tüm aerobik organizmalarda ve en çok da reaktif oksijen üreten hücre içi organellerde bulunur. Mikroorganizmalardan insanlara kadar tüm canlılarda, oksijen toksisitesine karşı ilk savunma sistemi SOD enziminin en az bir formunu içermektedir (Pereira *et al.* 2003). Enzim, bu nedenle, savunma mekanizmasının merkezi gibidir. Bitkilerde metal kofaktörlerine göre sınıflandırılan üç farklı SOD tipi bulunmuştur. Bunlar; bakır/çinko (Cu/ZnSOD), mangan (MnSOD) ve demir (FeSOD) SOD formlarıdır (Smirnoff 1993, Raychaudhuri 2000). Bu üç farklı SOD tipi; deneysel olarak KCN ve H₂O₂'ye karşı bağıl duyarlılıklarına göre ayırt edilirler. Cu/ZnSOD hem H₂O₂ hem de KCN'ye duyarlı olması; MnSOD her iki inhibitöre karşı dirençli olması; FeSOD ise sadece H₂O₂'ye duyarlı olması ile karakterize edilmektedir. MnSOD; mitokondri matrisi ve peroksizomlarda, FeSOD kloroplast stromasında ve Cu/Zn SOD ise sitozol, kloroplast stroması ve peroksizomlarda yer almaktadır (Molassiotis *et al.* 2006). Ayrıca; çeşitli bitki türlerinde MnSOD'un glioksizomal izoenzimlerinin de bulunduğu dair bulgular vardır (Bowler *et al.* 1994). SOD enziminin aktif merkezinde yer alan geçiş metali, iki süperoksit radikali arasında bir elektron aktarımı gerçekleştirir ve yükseltgenme/indirgenme tepkimelerine girer. Her SOD tipinin aynı kataliz mekanizmasına göre çalıştığı düşünülmektedir. H₂O₂'nin detoksifikasyonu, hücrede bulunan çeşitli indirgeyiciler yardımıyla, H₂O₂'yi H₂O'ya indirgeyen POD ile sağlanabilmektedir.

Bununla beraber, H₂O₂'nin detoksifikasyonunu gerçekleştiren en önemli enzim, peroksizomlarda ve aynı zamanda glioksizomlarda yerleşmiş olan katalazdır (Mittler 2002, del Rio *et al.* 2003). Ancak katalaz, H₂O₂ için çok düşük bir affiniteye sahiptir ve aktivitesi sitozolde, mitokondride ve kloroplastta ya aşırı düşüktür ya da ölçülemez (Halliwell 1981). Bitki hücrelerinde H₂O₂'ye karşı hem kloroplast hem de sitozolde bulunan ve askorbat-glutatyon ya da Halliwell-Asada döngüsü adını alan daha etkili ve alternatif bir detoksifikasyon mekanizması daha vardır (Foyer and Halliwell 1976; Asada and Takahashi 1987). Bu yol; mitokondride olduğu kadar kloroplast ve sitozolde de en büyük H₂O₂ detoksifikasyon sistemi gibi gözükmektedir. İndirgenmiş düzeydeki askorbat ve glutatyon havuzlarının devamlılığında da bu yol önemlidir. Bu döngünün ilk enzimi, H₂O₂'nin suya indirgenmesini katalizleyen ve indirgeyici olarak askorbata büyük bir affinite ve özgülük gösteren askorbat peroksidaz (APX)'dir (Asada 1999).



Şekil 2.2 Yüksek bitkilerde aktif oksijen türlerini bertaraf eden enzimatik antioksidant savunma sistemi (Shigeoka *et al.* 2002)

Yüksek bitkilerde, sitozolde ya da mikrocisimcikler (glioksizomlar ve peroksizomlar), kloroplastlar ve mitokondri gibi organellerde APX'in birçok farklı izoenzimi bulunmaktadır (Madhusudhan *et al.* 2003). Organellerde bulunan APX, organellerin içinde üretilen H₂O₂'yi bertaraf ederken, sitozolik APX, sitozolde ve apoplastta üretilen ya da organellerden difüzyon yapan H₂O₂'yi bertaraf etmektedir (Mittler and Zilinskas 1992). APX, hücreleri H₂O₂'ye karşı yalnızca stres durumunda değil, normal koşullar altında da korumaktadır. Farklı bitki türlerinde, NaCl tuzluluğu, üşüme, metal toksisitesi, kuraklık, ısı gibi çevresel streslerde APX aktivitesinde gözlenen artış, APX'in H₂O₂'nin hücreden uzaklaştırılmasında olası bir rolü olduğunu göstermektedir (Davis and Swanson 2001, Bueno and Piqueras 2002). Membran-bağlı APX peroksizomda ve tilakoid membranlarda bulunur. Askorbat-glutasyon döngüsü tarafından, askorbat düzeyi sabit bir seviyede tutulurken hidrojen peroksit etkili bir şekilde ortadan kaldırılır.

Askorbik asit (AsA) H_2O_2 'yi H_2O 'ya indirgemek için elektron vericisi olarak askorbatı kullanırken, askorbatın yükseltgeneni olan monodehidroaskorbat (MDAsA) meydana gelmektedir. MDAsA kendiliğinden ya AsA'ya ya da dehidroaskorbata (DAsA) dönüşür. MDAsA, aynı zamanda, NAD(P)H-bağımlı MDAsA redüktazın çalışması ile de AsA'ya indirgenebilir. Oksidasyonun ardından askorbat havuzunun kaybından kaçınmak için, kloroplast, hem monodehidroaskorbat hem de dehidroaskorbatın geri dönüşümünü sağlayan mekanizmalar içerir ve bunlar askorbat havuzunun büyük ölçüde indirgenmiş formda kalmasını sağlar. Yapraklarda, tohumlarda ve diğer dokularda yüksek aktivitede bulunan DAsA redüktaz, DAsA'yı indirgemek için elektron verici olarak indirgenmiş glutatyonu (GSH) kullanır ve böylece AsA'nın rejenere edilmesini sağlar. Yükseltgenmiş olan glutatyon daha sonra, NAD(P)H'ın indirgeyici özelliğinden yararlanılarak, GSH redüktaz tarafından yeniden üretilir. Böylece, APX, AsA-GSH döngüsünün etkili fonksiyonlarıyla birlikte fotosentetik organizmalardaki H_2O_2 'nin toksik seviyelerde birikimini engeller (Asada 1992, 1997).

Halliwell-Asada döngüsünün son enzimi, glutatyon redüktazdır (GR). Bitki dokusunda GR'nin çeşitli izoenzimleri mevcuttur. GR'nin kloroplast, sitozol ve aynı zamanda da mitokondride yer aldığı belirtilmiştir (Hausladen and Alscher 1993). Glutation redüktaz, H_2O_2 uzaklaştırmada sınırlayıcı bir enzimdir ve askorbatın yeniden üretiminde istenen yüksek GSH/GSSG oranının korunmasında gereklidir (Sudhakar *et al.* 2001). Kuraklığa cevapta GR aktivitesinin artan seviyeleri, $NADP^+/NADPH$ oranını arttırabilir ve böylece fotosentetik elektron taşıma zincirinden elektronları kabul edecek $NADP^+$ 'nin bulunabilirliğini sağlar (Jung 2004). Hidrojen peroksiti ortadan kaldıran diğer bir enzim grubu olan peroksidazlar; lignin biyosentezinde, IAA bozunmasında ve hidrojen peroksitin suya dönüştürülmesinde rol alır.

2.3 Tuzluluk

2.3.1 Topraklarda tuzluluğun oluşması

Suda çözünebilir tuzlar yer altı ve yerüstü toprak katmanı içinde ve sularda birikmektedir. Tuzların kimyasal yapılarının farklı olmasına bağlı olarak, değişik çevresel koşullarda değişik tuzlu topraklar oluşur. Bütün iklim koşullarında oluşabilen tuzluluk ve alkalilik, kurak koşullarda daha fazla ve çabuk bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle tuzlu ve alkali topraklar kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yaygın olarak bulunurlar. Bitki kök bölgesinde depolanan suyun bir kısmı bitki tarafından kullanılırken bir kısmı da toprak yüzeyinden buharlaşarak ve derine sızarak kaybolur. Yıkama yapılmıyorsa tuzların küçük bir kısmı topraktan uzaklaşır, kalan kısmı ise zamanla bitki kök bölgesinde birikir. Ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgelerinde drenaj koşullarının iyi olmadığı topraklarda sulama suları ile gelen tuzlar, yağışlar ve sulama suları ile yeterli bir yıkama sağlanamıyorsa, zamanla toprakların tuzlulaşmasına neden olabilir. Türkiye'deki tüm mevcut veriler çoraklığın oluşmasında, iklim, drenaj, tuz içeriği yüksek sular, ana materyal, topografya, kapalı havzalar, tarımsal işlemler ve toprak karakteristiklerinin etkili olduğunu, bu faktörlerin etkilerini birbirinden ayrı olarak değerlendirmenin çok zor olduğunu ortaya koymaktadır (Uygan vd. 2006).

Toprak tuzlulaşması iklim öğelerinden özellikle sıcaklık ve nemliliğin etkisi altındadır. Hava sıcaklığı ve hava nemi, gerek toprak yüzeyinden olan buharlaşmayı ve gerekse bitki yapraklarından olan terlemeyi kontrol edici bir etkiye sahiptir. Buharlaşma ve terlemenin artmasıyla kök bölgesi içerisinde ve toprak yüzeyindeki suyun eksilmesi hız kazanmaktadır (Yurtseven 1999, Kanber vd, 1992).

Türkiye'de kurak ve yarı kurak iklim koşullarının etkisiyle beraber, kuru tarımdan sulu tarıma geçildiği ilk dönemlerdeki yüksek ürün artışına aldanarak, birçok sulama projesi tarla içi hizmetleri tamamlanmadan, çiftçilere sulama konusunda gerekli bilgiler aktarılmadan ve önlemler alınmadan hayata geçirilmiş, bunun sonucunda da verimli topraklar da çoraklaşma başlamıştır. Böylece doğal olarak var olanlara, yeni çorak

topraklar eklenmiştir. Bu süreç sonunda, alt yapı olmadan sulanan alanlarda sürekli bir üretim artışı sağlamanın söz konusu olamayacağı, sulama yatırımlarının toprak ve su kaynakları açısından entegre bir proje olmasının gerekliliği açık bir şekilde anlaşılmıştır. Çoraklığın genellikle ovalarda ve kapalı havzalarda, sulamaya elverişli derin topraklarda oluşumu aslında verim potansiyeli yüksek olması gereken bu toprakları hemen hemen istifade edilemez duruma getirmiştir (Sönmez 2003).

2.3.2 NaCl' nin köke alımı ve bitkide taşınımı

NaCl' ün toprak çözeltisinden köke doğru radyal taşınımı, apoplazmik/simplazmik (epidermis ve korteks) yolunu izleyerek simplazmik yoldan endodermise ve oradan da ksileme doğru olmaktadır.

Ksileme sodyum ve klor' un taşınımı, endodermisten önce epidermal ve korteks hücrelerinde sınırlanabilmektedir. Na ve Cl 'un ksileme girmesi pasif taşınım olmaktadır. Bununla birlikte bitkilerin ksilem özsuyundaki K/Na konsantrasyonunu düzenleyebilecek kapasitelerinin olduğu düşünülmektedir. Bitkilerde ksilem içinden sürgüne doğru tuz hareketi, transpirasyonel akışla sağlanmaktadır (Taiz *et al.* 2002).

Bitkilerde Na ve Cl iyonlarının dağılımı tuza dayanıklılığın ortaya çıkmasında büyük önem taşımaktadır. Örneğin tuzlu koşullarda yetiştirilen biber bitkisinin köklerindeki Na miktarı yapraklardan daha yüksek çıkarken, yapraklardaki Cl miktarı köklerdekinden daha yüksek bulunmuş ve yapraklardaki zararlanmalar yüksek Cl içeriğine bağlanmıştır (Chartzoulakis and Klapaki 2000).

2.3.3 Bitkilerin tuzluluğa dayanım sınıfları

Bazı bitkiler tuzluluğa karşı daha hassas iken, bazı bitkiler daha dayanıklıdır. Dayanıklı bitkiler, tuzlu topraklarda su gereksinimlerini karşılamak amacıyla ozmotik etkiye karşı daha fazla güç geliştirebilen bitkilerdir. Bitkinin tuza dayanımlarının incelenmesi, özellikle toprak tuzluluğunun belirli bir düzeyin altına düşürülemediği alanlarda,

ekonomik düzeyde ürün verebilecek bitkilerin seçilerek yetiştirilmesi amacıyla önemlidir (Kotuby *et al.* 1997).

Bitkilerin tuza dayanımları, iklim koşulları, toprağın nem durumu, tuz çeşidi ve ortamdaki diğer tuzlara göre oldukça farklılık göstermektedir. Bitkilerin tuza olan toleranslarının göstergesi kök bölgesindeki eriyebilir tuzların belli seviyesi için tahmin edilen verim azalmasıdır. Bu verim tuzsuz koşullar altında elde edilen verimle kıyaslanır. Böylece oransal verimler elde edilir.

Bitkilerde tuza dayanıklılık ya protoplazmada ulaşılan aşırı tuz miktarının düzenlenmesi ile yani tuz regülasyonu yolu ile tuzdan kaçınma ya da artan iyon konsantrasyonu ile bir araya gelen toksik ve osmotik etkileri tolere etme yeteneği ile sağlanabilmektedir. Örneğin tahıllar kendi tuz içeriklerini birkaç yolla düzenleyerek tuzdan kaçınmaya çalışırlar.

Tuzu bünyeye almama: Bu mekanizma kök ve sürgünlerdeki tuz taşımının engellenmesi söz konusudur. Örneğin köklerdeki taşınım bariyerleri tarafından oluşturulan ultrafiltrasyon, iletim sisteminde su tuzluluğunun çok yüksek hale gelmesini önlemektedir.

Tuz eliminasyonu: Bir bitki, tuzları kök ve sürgün yüzleri ile ve özelleşmiş bezler ve tüylerle dışarı atarak, uçucu metil halidleri serbest bırakarak, tuz içeren bitki kısımlarını dökerek ve önemli miktardaki tuzu biriktiren yaşlı yaprakların absisyonuyla kendisini aşırı tuzdan koruyabilir

Tuzun seyreltilmesi: Levitt'e göre tuz konsantrasyon artışını önlemek, suyun yeterli miktarda absorbe edilmesi sonucu hücre öz suyunun seyreltilmesi ile mümkündür.

Tuzun protoplastlardaki bölmelerde biriktirilmesi: Halofitler ve tuzlu topraklarda yaşayan karasal bitkiler, hücre özsularında tuz biriktirerek osmotik potansiyellerini azaltırlar ve turgorlarını korumaya çalışırlar.

2.3.4 Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri

Çözünebilir tuzlar, bitkiler tarafından kolayca alınabilirler. Topraklarda bulunan veya sulama sonucu oluşan tuzların neden olduğu toprak tuzluluğu, bitkiler üzerinde iki şekilde etkili olmaktadır. Birincisi, bitkilerin toprak çözeltisinden su alımını engelleyen toplam tuz etkisi veya ozmotik etki, ikincisi ise bitkilerdeki bazı fizyolojik olayları etkileyen toksik iyon etkisidir. Topraklarda bulunan fazla miktarlardaki değişebilir sodyum ise su geçirgenliği ve havalanmanın azalması gibi sorunlara neden olduğu için, bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Bresler *et al.* 1982). Toprak içerisinde yeterli miktarda su bulunmasına rağmen bazı koşullar altında bitkilerin solmaya başladıkları görülmüştür. Bu durum genellikle yüksek toprak tuzluluğunun yarattığı ‘fizyolojik kuraklık’ durumundan kaynaklanmaktadır. Fizyolojik kuraklık durumunda yüksek ozmotik basınç nedeniyle bitki kökleri topraktaki mevcut suyu alamamaktadırlar (Ayyıldız 1990).

Ekonomik öneme sahip bitkilerin pek çoğu tuzluluğa karşı duyarlıdır. Bu bitkilerin tuzlu koşullarda yaşamaları oldukça kısıtlıdır ve verimde önemli düşüşlerle karşılaşmaktadır. Bitkiler tuzlu koşullarda 3 yolla strese girmektedirler (Munns ve Termaat 1986, Lauchli 1986, Marschener 1995); 1) kök çevresindeki düşük su potansiyeli, 2) toksik etkiye sahip olan iyonlar özellikle Na ve Cl, 3) beslenmede ortaya çıkan dengesizlikler. Tuzluluk nedeniyle bitkisel üretimin ya da verimin düşmesinde bitkilerin, tuz düzeyi sürekli artan çevreye uyum göstermemeleri ana etmen olmaktadır (Kanber vd. 1992).

Uygulanacak bazı tarım şekilleri, değişik gelişme dönemlerindeki bitkilerin verimliliklerine etki edebilmektedir. Örneğin bitkiler zayıf olarak çimlenme ve ilk gelişme devresi geçirdiklerinde daha sonraki vejetatif gelişmelerini iyi sürdüremeyip, verimlerinde azalma oluşturabilmektedirler. Bu nedenle özellikle ilk gelişme dönemlerinde uygulanacak bazı kısa dönem kültürel önlemlerle bu olumsuz etki azaltılabilir (Ekmekçi vd. 2005).

Toprak tuzluluğu, bitkinin transpirasyonu ve solunumu yanında, su alımını ve kök gelişimini azaltmaktadır. Bunu sonucunda hormonal dengede yıkım meydana gelmekte, fotosentez azalmakta, nitrat alımı düşmesi sonucunda protein sentezinde azalma görülmekte ve bitki boyu kısalmaktadır. Bu durum, bitkinin yaş ve kuru ağırlığını etkilediğinden çiçek sayısını azaltmakta ve verimin azalmasına neden olmaktadır (Sharma 1980, Robinson *et al.* 1983, Çakırlar ve Topçuoğlu 1985).

Tuzluluk toprak ortamında bitkinin suyu kolaylıkla almasını engelleyen durumlardan birisidir. Kök bölgesi çözelti ortamında tuz konsantrasyonunun artması ile bitkinin bu suyu alabilmek için harcamak zorunda kaldığı enerji miktarı da artar ve sonuçta tuzluluk arttıkça bitkinin su kullanımı azalır. Bitkinin su kullanımının zorlaşması ve su kullanımının azalması, bitki verimi ve kalitesini azaltıcı etkide bulunur Tuzluluğun önemli etkilerinden birisi de toprak mikroorganizmaları üzerinedir. Yüksek düzeydeki tuzluluk, toprak mikroorganizmalarının faaliyetlerini ve çoğalmasını olumsuz yönde etkiler. Bunun sonucunda da, dolaylı olarak temel bitki besin maddelerinin dönüşümleri ve bitkiye olan yararlılıkları etkilenir (Yurtseven ve Bozkurt 1997, Yurtseven 2000, Yurtseven vd. 2001b, Kara ve Apan 2000, Sönmez, 2003).

Kök bölgesi içerisindeki tuzluluğun en önemli faktörü, sulama suyunun tuz konsantrasyonu ya da yüksek tuzluluktaki taban suyu olabilir. Belli bir konsantrasyonda toprağa iletilen sulama suyu, toprak içerisinde tutulduktan sonra, bitki kullanımı ve buharlaşma ile eksilmeye başlar. Bu sırada iletilen tuzların büyük bölümü toprak içerisinde kalmaktadır (Yurtseven 1999).

Bitki yetişme ortamındaki fazla tuz bitkinin gelişmesini önemli ölçüde sınırlar. Tuzlar bitki büyümesine üç şekilde etki ederler;

1. Fiziksel etki; Ozmotik basıncın yükselmesi sonucu bitkinin su alımı ve dolayısıyla beslenmesi yavaşlar veya tamamıyla durur. Bitki su alımında güçlük çeker. Buna ozmotik basınç etkisi de denir.

2. Kimyasal etki; Bir kısım tuzlar, bitki besin maddelerinin alımını zorlaştırıp, metabolizmayı bozarak bitkinin bünyesine zarar verirler. Buna özel iyonların toksisitesi de denir.

3. Dolaylı Etkiler; Tuzluluk veya sodyumluluğun toprak üzerinde meydana getirdiği değişiklikler, bitkilerin gelişmesine etki eder. Örnek olarak, su alımının sağlanması için metabolik enerjinin kullanılması ve verimde düşme meydana gelmesi verilebilir (Ekmekçi vd. 2005).

Bitkiler büyüme mevsiminin değişik zamanlarında tuzluluktan farklı ölçüde etkilenirler. Kanber vd. (1992)' nın bildirdiğine göre; Bernstein (1964)' in araştırma sonuçları göstermiştir ki, bitkilerin tuz direnci büyüme mevsiminin sonuna doğru artmaktadır. Genellikle hemen hemen tüm bitkiler ekim ve ilk gelişme dönemlerinde tuza karşı çok duyarlıdırlar.

Yapılan birçok sayıda araştırma tuzluluğun ve sodyum oranının artması ile bitkide verim azalışlarının arttığı gözlenmiştir.

Toprak suyu tuzluluğunun bitki gelişmesi üzerindeki zararlı etkileri şu şekilde özetlenebilir;

- Yavaş ve yetersiz çimlenme,
- Fizyolojik kuraklık, solma ve kuruma,
- Bodurluk, küçük yapraklar, kısa gövde ve dallar,
- Mavimsi yeşil yapraklar
- Çiçeklenmenin gecikmesi, daha az çiçek açma ve tohumların daha küçük olması,
- Tuza dayanıklı yabancı otların gelişmesidir.

Tuzluluk sorunu, bazen toprak kökenli olmayıp sulama suyundan kaynaklanabilmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak ekolojilerde gerçekleştirilen tarımsal üretimde, çoğu zaman sadece yağışlarla karşılanamayan su gereksinimi, sulama yapılarak karşılanmaktadır. Sulama suyu olarak kullanılacak tüm yüzey ve yeraltı

sularında az veya çok miktarda çözünmüş tuzlar bulunmaktadır. Sulama sularının içerdikleri tuz miktarlarına göre yapılan sınıflandırmada altı ayrı su tipi tanımlanmıştır.

Bitkiler doğadaki her türlü biyotik ve abiyotik kökenli stres faktörlerine karşı bazı savunma mekanizmaları geliştirmekte, olumsuz koşullara uyum sağlayarak büyüme ve gelişmelerine devam etmeye çabalamaktadırlar. Tuzluluk stresi ile karşı karşıya kalan bitkilerde genotipik özellikler çerçevesinde tepkiler oluşmakta, bazı bitki tür ve çeşitleri tuzluluktan az düzeyde etkilenirken, bazıları ise ölümcül biçimde zarara uğramaktadır. Genel temellere dayanan bu tip farklı uyum yeteneklerinin yanı sıra herhangi bir bitkinin farklı gelişme dönemleri, tuzun cinsi, konsantrasyonu, uygulama süresi gibi faktörlerinde bitkilerin geliştirdiği savunma mekanizmaları üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Bitkilerin tuzluluğa adaptasyon mekanizmaları Şekil 2.3’ de gösterilmiştir.

BİTKİLERİN TUZLULUĞA KARŞI TEPKİLERİ			
Tuzu dışlayan bitkiler		Tuzu içleyen bitkiler	
Tuzun olumsuz etkileri	Adaptasyon	Adaptasyon	Tuzun olumsuz etkileri
Su noksanlığı	İçsel su noksanlığından kaçınma	1- Doku toleransı	İyon dengesizliği
		a. Tuzların belirli kısımlarında yoğunlaşması	a. Cl, Na toksisitesi
a. Hücre genişlemesinin azalması	a. Organik bileşiklerin sentezlenmesi	b. Uyumlu ozmotik bileşiklerin sentezlenmesi	b. K, Ca noksanlığı
b. Protein sentezinde azalma	b. Yüzey alanını küçültme	c. Na’un K’un işlevini yürütmesi	
c. CO ₂ fiksasyonunda azalma		2. Yüksek iyon konsantrasyonundan kaçınma	
		a. İyonların floeme yüklenmesi	
		b. Dokuların su içeriğinin arttırılması	
		c. Tuz salgılama	
		d. Yaprak dökme	

Şekil 2.3 Bitkilerin tuzluluğa karşı tepkileri (Güneş vd. 2003)

2.3.5 Tuzluluk ile ilgili kaynak özetleri

Christ and Ulrich (1954) asma anaçlarının tuza karşı gösterdikleri reaksiyonları incelemek için yapılan bir çalışmada, *Thompson seedless*, *Perlette* üzüm çeşitlerinin klor toleransını toprağın saturasyon ekstraktında 25 meq l⁻¹, Cardinal ve Black Rose çeşitleri için ise 100 meq l⁻¹ olarak bulunmuştur.

Sauer (1968) *V.vinifera* ile Amerikan tür ve çeşitlerinde belirlenen toleransın mekanizması farklılık göstermektedir. Diğer türlerle karşılaştırıldığında *V.vinifera* topraktan Cl alımı en yüksek düzeyde olan türdür. Buna karşılık Amerikan türlerinde topraktan Cl alımı çok düşük düzeydedir. Yapılan bir çalışmada, kendi kökleri üzerinde yetiştirilen Sultani Çekirdeksiz ile karşılaştırılan Salt Creek ve Dogridge'in topraktan Cl alımının 6-8 kat daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Bernstein *et al.* (1969) klor birikiminden sakınabilirlerse asmaların tuza orta derecede bir dayanım gösterebileceklerini bildirmişlerdir. Sultani Çekirdeksiz, Cardinal, Dog-Ridge, 1613-3 ve Salt Creek üzerine aşılı Sultani Çekirdeksiz ve Cardinal üzüm çeşitlerine 12.5, 25 ve 50 meq l⁻¹ klor uyguladıklarında; Cardinal kökleri üzerindeki asmalar diğerlerine göre daha fazla klor akümüle etmiştir. Kalemler karşılaştırıldığında Cardinal yine daha fazla klor' a sahip olmuştur.

Galet (1970) asma'da tuz zararının % 0.1' den itibaren hissedilmeye başlamasına rağmen asma anaçlarından 3309' un % 0.4 ve *Rupestris du Lot'* un % 0.7' ye kadar dayandığı ve bunları 41B, 333, 110 R' nin izlediği, azami % 0.1'e kadar tutunabilen anaçların 1616, 216-3 olduğu, bundan fazla tuzlulukta ise yalnız *Vinifera* kullanmak gerektiği ve bunun dayanıklılık başlangıcı seviyesinin % 0.2-3.0 olduğu belirlenmiştir.

Alexander and Obbink (1971) Sultani Çekirdeksiz (*Vitis Vinifera*) ve Salt Creek (*Vitis champini*) asmalarının kısa kesilmiş çeliklerinin 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 meq l⁻¹ klor içeren çözelti içinde 4 haftalık gelişmeye bırakılmış ve sonuçta *Sultani Çekirdeksiz*

asma çeşidinin en çok 100 ve *Salt Creek* asma çeşidinin ise en çok 150 meq l⁻¹ klor içeren sıvı içinde yaşamını sürdürebildiği saptanmıştır.

Taha (1972) Thompson, Roumi Red guava ve Bolady üzüm çeşitleri 8000 ppm NaCl ve CaCl₂ içeren sulama suyu ile sulanmış, sonuçta tuz konsantrasyonu oranı doğrultusunda sürgün büyümesi ve bitki kuru ağırlığı azalmıştır.

Goroot and Alexander (1973) Sultani Çekirdeksiz, Shiraz, Clarette Riesling, Cabernet Sauvignon, Palomine ve Doradillo asma çeşitleri litrede 0, 50, 100 ve 150 meq l⁻¹ klor içeren su ile sulanarak sera koşullarında 4 hafta süreyle büyüme ve Cl birikimi açısından gözlenmiştir. Besin çözeltisindeki Cl miktarındaki fazlalaşma sürgün uzunluğunu arttırıp kuru madde miktarını azaltmıştır. Ayrıca Cl birikimi bütün çeşitlerde sürgünlerin orta kısmındaki yapraklarda daha fazla olmuştur. Klor toleransı Cabernet Sauvignon için yüksek olmuş ve bunu Shiraz, Sultai Çekirdeksiz, Clare Riesling, Palomino ve Dorodillo' nun izlediği görülmüştür.

Joolka *et al.* (1976) tarafından sodyum klorür ve sodyum sülfat'ın 4 asma çeşidi (*Vitis vinifera L.*) üzerinde 2-16 milimhos cm⁻¹ EC değerleri arasındaki etkisi araştırılmıştır. Sonuçta artan tuz konsantrasyonları sürgün oluşumunu ve miktarını azaltmıştır. Ayrıca sürgün uzunluğu, yaprak alanı, kök ve sürgün kuru ağırlığını azaltmıştır. Elektriksel geçirgenliğin 12 milimhos cm⁻¹ üstündeki düzeylerde ise asmaların çoğu ölmüştür. Yapraklarda zararlanmalar önce yaşlı yapraklarda başlamış ve en erken *Muscat* üzümü etkilenmiştir. Ayrıca sodyum klorür, sodyum sülfata göre daha fazla zararlı etki yaptığı bildirilmiştir.

Downton (1977a) kumda köklendirilmiş *Vitis vinifera* asmasının çelikleri 1-125 mM NaCl içeren çözelti ile sulanarak asmanın büyümesi ve fotosentez üzerine tuzluluğun etkisi incelenmiş, sonuçta yapraklarda tuz toksitesi belirtileri görülmediği halde büyüme gerilemiştir. Yapraklarda klor seviyesi artarken, CO₂ bağlama hızı azalmış ve fotosentezdeki bu azalış CO₂ bağlamaya karşı direncin artışı olarak kabul edilmiştir.

Downton (1977b) serada koşullarında yetiştirilen Cabernet Sauvignon asma çeşidi 1, 10, 25, 50 ve 75 mM konsantrasyonlarındaki NaCl ile sulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre sürgün büyümesi 50 ve 75 mM NaCl dozlarında önemli ölçüde azalmış, 25 mM NaCl ve daha düşük dozlarda ise fazla etkilenmemiştir. Sodyum, klor ve potasyumun yaprak sapı, yaprak ve meyvelerdeki karşılıklı etkileri farklı olmuş, yaprak saplarında sodyum kapsamının potasyum kapsamına göre fazla olduğu, fakat yaprak ve meyvelerde belirgin bir fark olmadığı, asmaların kök bölgesindeki sodyum ve klor seviyesinin meyve ve yapraklardakinden fazla olduğu bildirilmiştir.

Downton (1977c) asma anaçlarının klor içerikleri ile ilgili çalışmasında yaprak sapındaki klor miktarlarını tespit etmiş ve buna göre; Rupestris du Lot, Schwarzmann 99 R, 161-49, SO₄, V. Berlandieri, Riparia Gloire anaç çeşitlerinde % Cl 0.03 ile 0.15; V. Candicans, 420A, 101-14, Teleki C, Ramsey, V. Long, Dogridge, Harmony, ARG-1 anaç çeşitlerinde % Cl 0.29 ile 0.50; V. Cineria, LN33, V. Cordifolia, V. Vinifera % Cl 0.78 ile 2.0 arasında bulunmuştur.

Hawker and Walker (1978) tarafından Cabernet Sauvignon' un köklü çeliklerine 0, 20, 50 ve 75 mM konsantrasyonlarındaki NaCl uygulanmıştır. Uygulanan NaCl sürgün, yaprak ve meyve oluşumu ve gelişimini azaltmış, ayrıca çiçeklenmeden 10 gün sonra uygulanan 20 mM NaCl asmaların sürme gücünü azaltmıştır. NaCl'nin 50 ve 75 mM NaCl dozu ise sürgünlerde çeşitli bodurluğa neden olmuş. Ayrıca 75 mM dozu meyvelerin gelişmesini engellemiştir.

Downton and Crompton (1979) kendi kökü üzerinde veya Dogridge, 1613, Harmony, Ramsey (Salt Creek) anaçları üzerine aşılı olarak yetiştirilen asmalar 0, 12.5, 25, 50 ve 75 mM Cl içeren su ile sera koşullarında sulanmıştır. Uygulama sonucunda Ramsey ve Dogridge anaçları üzerine aşılı çeşitlerde tomurcuklanmanın geciktiği tespit edilmiştir.

Alsaidi (1980) Dess-Aniz, Jarshi Basrah, Rash Maiow ve Meirani üzüm çeşitlerine 4 farklı tuz seviyesi (3.7, 6.5, 9.3 ve 11.8 milimhos cm⁻¹) uygulanmıştır. Tuzluluk yaprak kuru ağırlığını tüm çeşitlerde azaltmış; fakat Dess-Anız çeşidi bundan daha az

etkilenmiştir. Tuzluluk ile yapraklarda Na ve Ca seviyesi artmıştır. Topraktaki tuzluluğun 3.7' den 6.5 milimhos cm^{-1} artması Dess-Aniz ve Jarshi Basrah' ta yapraklarda K konsantrasyonu oranını arttırmış fakat diğer iki çeşitte azaltmıştır. Tuzlu koşullar altında K/Na oranı Dess-Aniz çeşidinin yapraklarında yüksek düzeyde olmuştur. Dess-Aniz çeşidi tuza daha toleranslı olarak bulunmuştur.

Khanduja *et al.* (1980) Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidine toprakta değişebilir sodyum (ESP) 10, 15, 30, 45, 60 ve 75 konsantrasyonlarının etkisini saptamak amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Buna göre toprakta değişebilir sodyumun, asmanın büyümesini azalttığı, 4-5 hafta sonra yapraklarda yanıklığa neden olduğu saptanmıştır. Yaprak sürgün ve köklerde yapılan mineral analizinde ise toprakta değişebilir sodyumun artmasıyla sürgünlerde azotun azaldığı, yapraklarda ise arttığını gözlemiştir. Ayrıca yapraklardaki Mg ile kök ve sürgünlerdeki P dışında; P, K, Ca ve Mg miktarının azaldığı ve Na konsantrasyonunun bütün asmada arttığı tespit edilmiştir.

Barlass and Skene (1980b) asmanın gelişmesi üzerine NaCl' ün engelleyici etkisi, kendi kökleri üzerinde gelişen aynı çeşitle karşılaştırıldığında aşılacağı anacın kalemde klorür içeriğini azalttığı saptanmıştır. Bu amaçla Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Muscat, Godge blance, Dorodillo, Thompson seedless, Ramsey, Dogridge ve hibritleri; Harmony ve 1613 üzüm çeşitlerinin sürgün ucundaki apikal tomurcukları alınıp in vitro koşullarda yetiştirilmiştir. Klor konsantrasyonu sıvı ortamlar için yaklaşık 6.1 meq l^{-1} katı ortamlar için 6.8 meq l^{-1} olarak hesaplanmıştır. Deneme iki şekilde yürütülmüştür. Birinci denemede Cabernet Soavignon ve Thompson seedless çeşitlerinin sürgün uçları 0, 5, 20, 50, 100 ve 200 mM NaCl içeren sıvı ortam içersine direkt olarak alınmış ve 4 hafta sonra yine aynı şekilde katı ortama transfer edilmişlerdir. İkinci şekilde ise sürgün uçları 0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 ve 100 mM NaCl içeren katı ortama transfer edilmeden önce NaCl içermeyen katı ortama geçirmişler ve 24 gün sonra transfer edilmişlerdir. Kültürdeki asmaların gelişimini engelleyen klorür iyonunun, Sultani çekirdeksiz ile kıyaslandığında Gordo' nun tuza duyarlı, Ramsey' in ise tuza toleranslı olduğu ve Sultani çekirdeksiz' de artan klor konsantrasyonu ile birlikte yaprakların küçüldüğü saptanmıştır. Ayrıca ortamda Benzil Adenin' nin varlığı düşük tuz

konsantrasyonlarında büyüme engellemesini azaltıcı ve daha yüksek tuz konsantrasyonlarında ise herhangi bir etkiye neden olmadığı ortaya konmuştur.

Walker *et al.* (1981) Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kök çeliklerinin 0 ve 90 mM NaCl ile sulanarak sera koşullarındaki 80 günlük gelişme periyodu incelenmiş, sonuçta tuzun sürgün büyümesi ve fotosentezi azalttığı Tuz uygulamasının kesilmesi yaprak içindeki klorun hızla azalmasına neden olmuştur.

Antcliff (1983) tuzlu suyla sulanan 14 anaç (V. berlandieri, V. cinerea, V. rupestris, V. Champini, Ramsey, Dogridge, Rupestris du Lot, 1103 Paulsen, 140 Ruggeri, 110 Richter, 99 Richter, V. champinii x V. rupestris, V. berlandieri x V. rupestris) üzerinde yaprak sapındaki klor miktarını belirtmek için bir çalışma yapılmıştır. V. berlandieri' nin yaprak sapındaki klor miktarı en az olarak bulunmuştur. V. cinerea, V. rupestris ve V. champinii x V. rupestris hibridlerinin yaprak sapındaki klor miktarının V. berlandierinin 3-4 katı olduğu ve 99 Richter, 110 Richter, 140 Ruggeri ve 1103 Paulsen asmalarının yaprak sapı klor miktarı açısından V. berlandieri' ye benzer olduğu bulunmuştur.

Şener (1983) Dogridge 1613, Salt Creek ve 101-14 anaçları üzerine aşılı veya aşısız, kendi kökü üzerinde yetiştirilmiş Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yaprak saplarındaki klor konsantrasyonlarının araştırılması için yapılan bir çalışmada, aşılı çekirdeksiz ile aşısız Sultani çekirdeksiz asmalarının yaprak saplarındaki klor konsantrasyonu arasında önemli bir farklılık çıkmamıştır. Yalnız anaçlar arasında tuzdan etkilenmede önemli farklılıklar görülmüştür. Tuza dayanıklılık Dogridge ve 1613 anacı için % 50'nin üzerinde, Salt Creek ve 101-14 için % 75 kadar olmuştur.

Alsaidi and Alawi (1984), Sultani Çekirdeksiz, Black Corint ve Emperor üzüm çeşitlerine % 0.0, 0.2, 0.4 ve 0.6 oranında NaCl ve CaCl₂ uygulanmış ve toprakta artan tuz konsantrasyonu, yapraklarda, gövdede ve köklerdeki kuru ağırlığı azaltmıştır. Sodyum, potasyum, kalsiyum ve klor konsantrasyonlarının artması yapraklardaki magnezyum miktarının azalmasına neden olurken, gövdedeki kalsiyum ve klor miktarını azaltmış ve köklerde ise kalsiyum, potasyum ve magnezyum miktarını

arttırmıştır. Tuzluluğa karşı Thompson ve Emperor üzüm çeşitleri, Black Corint'e göre daha toleranslı olarak bulunmuştur.

Maas (1985) değişik bitkilerde üründe azalmanın olmadığı toprağın maksimum EC değerlerini ve EC'nin bir birim artmasına karşılık üründe meydana gelebilecek azalma miktarlarını incelemiştir. Asma için üründe azalmanın olmadığı maksimum EC değerini 1.5 dS m^{-1} ve EC'nin bir birim artmasına karşılık üründe meydana gelebilecek azalma miktarlarının % 22 olduğunu bildirmiştir.

Sourial *et al.* (1985) Banati ve Ruby Red üzüm çeşitleri 500-3000 ppm NaCl ve CaCl_2 ' ün birlikte etkileri iki yıllık deneme sonucunda değerlendirilmiştir. Buna göre yüksek tuzluluk her iki çeşidin yapraklarındaki total şeker yüzdesini düşürürken Ruby Red çeşidinde kök ve gövdede azalmaya neden olmuştur. Her seviyedeki tuz, bitkilerin kök, gövde ve yapraklarında N ve K yüzdesini ve yapraklardaki P yüzdesini azaltmıştır. Azot, fosfor ve potasyum' un kök, gövde ve yapraklardaki oranı bütün tuzluluk seviyelerinde azaltmıştır. Aynı şekilde kuru ağırlık miktarında da bir azalma olmuştur.

Arbabzadeh ve Dutt (1987) 0.45 , 2.5 ve 5.0 dS m^{-1} elektriksel iletkenliğe sahip tuzlu su ile sulanan asma anaçlarında da sürgün büyümesi, yaprak alanı ve gövde çapının artan tuzlulukla birlikte önemli derecede azaldığı belirlenmiştir. Büyümedeki azalış en az Salt Creek'de belirlenirken, bunu sırasıyla Kober 5 BB, Oppenheim SO4, Couderc 1613, Richter , Baniera ve 41 B. izlemiştir.

Alsaidi *et al.* (1988a) Deiss Anz ve Halwani asma çeliklerinde, toprakta artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak (% 0, 0.1, 0.2 ve 0.3 NaCl yada CaCl_2) ortalama sürgün uzunluğu, sürgün çapı ve kök sayısı ile tüm organların kuru ağırlıkları azalmıştır. Deiss Anz çeşidi tuzlu ortamda köklenirken, Halwani çeşidi başarısız olmuştur.

Alsaidi (1988b) % 0.1, 0.2 ve 0.3 tuzluluk seviyelerinde köklenmeye bırakılan asma çeliklerinde, ortam tuzluluğunun artması köklenmeyi azaltmış, bu etkinin Kemali çeşidinde Abbasi' den daha kuvvetli olduğu belirlenmiştir.

Charbaji *et al.* (1989) Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinde 6 meq l^{-1} NaCl bitkinin büyümesi üzerine yararlı bir etkiye sahip olurken, 40 meq l^{-1} ye kadar olan dozlar kök büyümesini azaltmış, 80 meq l^{-1} ve üzerindeki dozlar ise bitkilerin tamamını öldürmüştür.

Ercan ve Gülcan (1992) *in vitro* koşullarda 0, 2, 4, 6, 8 ve 10 g l^{-1} NaCl ilave edilen besin ortamında tek gözlü yeşil asma çeliklerini dikerek, farklı çeşitlerin gelişmesini izlemişlerdir. Tuz dozlarındaki artışa bağlı olarak, bitkilerde yaprak yanıklıkları, kurumalar, kök ve sürgün gelişiminde azalışlar belirlemişlerdir. Bu verilere dayanarak Yuvarlak Çekirdeksiz asma çeşidinin tuza en dayanıklı, Solanis Riparia, 1616 ve Rupestris du Lot asma anaçlarının orta derecede dayanıklı, Berlandieri x Rupestris asma anacının ise tuza en hassas çeşit olduğunu bildirmişlerdir.

Sivritepe ve Eriş (1997) *In vitro* koşullarda 5 BB, 41 B ve 1613 asma anaçlarının tuzluluğa toleranslarını araştırmışlardır. Bitkilere MS ortamda 0.00, 0.25, 0.50, 0.75 ve % 1.00 düzeyinde NaCl uygulanmıştır. Anaçların gelişme ve klorofil içerikleri tuzluluğa bağlı olarak azalmıştır. 1616 anacı tuzluluğa en dayanıklı olarak belirlenmiş, bunu 5BB ve 41 B izlemiştir.

Sivritepe ve Eriş (1998) tuza orta dayanıklı 5BB ve dayanıklı olarak bilinen 1613 anaçlarının tuza toleranslarını ve iyon metabolizmalarındaki değişimleri sera koşullarında araştırmıştır. Anaçlar % 0, 0.25, 0.50, 0.75 ve 1.00 NaCl içeren besin çözeltisiyle sulanarak yetiştirilmiştir. Tuz uygulamaları bitkilerin kök, gövde, yaprak sapı ve ayalarında Na birikimine ve K/Na oranının azalmasına, buna karşılık Na/Ca oranının artmasına sebep olmuştur. 5BB' ye göre 1613 daha az sodyum almış ve yapraklara aşırı Na' un taşınmasını engellemiştir. Tuza dayanıklı 1613 anacının 5BB' ye göre yapraklarında K/Na oranı daha yüksek ve köklerinde Na/Ca oranı daha düşük olarak belirlenmiştir. 1613 anacının bu özelliğinin tuzluluğa toleransında rolü olduğu sonucuna varılmıştır.

Hassan vd. (1999) toprak tuzluluğunun Fayoumi üzüm çeşidinin verim, gelişme, Na ve Cl içeriğine etkisini araştırmıştır. Toprak tuzluluğu 2.0 dS m⁻¹'ye kadar üründe bir azalmaya sebep olmamıştır. 2.0 dS m⁻¹'den sonraki her bir birim EC artışı verimi % 3.7 azaltmıştır. Üründeki azalma vejetatif gelişmedeki azalmaya bağlanmıştır. Vejetatif gelişme, verime göre tuzluluktan daha yüksek oranda etkilenmiştir. Yaprak sapının Cl içeriği ile gelişme arasında Na içeriğinden daha yüksek oranda negatif korelasyon belirlenmiştir. Yaprak sapının Cl konsantrasyonu artan tuzluluğa bağlı olarak artış göstermiştir.

Troncosa *et al.* (1999) artan düzeylerde uygulanan tuzluluğa (0, 50, 85, 120, 155 mM NaCl) 11 asma anacının tepkilerini in vitro koşullarda araştırmışlardır. Denemede kullanılan anaçlar hassas (41 B, R.Lot, 110 R, 140 R ve 161-49), orta düzeyde dayanıklı (13.5 ve Ramsey) ve dayanıklı (196-17, CH-1, CH-2 ve Superior) olarak gruplandırılmıştır. Artan tuzluluk düzeyleri bütün anaçların kök ve yapraklarında su seviyelerinin azalmasına sebep olmuş, bununla birlikte bu azalma dayanıklı çeşitlerde daha az düzeyde gerçekleşmiştir.

Sivritepe ve Eriş (1999) Çavuş, Müşküle ve Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşitlerinin tuz toleranslarını in vitro koşullarda araştırmışlardır. Üzüm çeşitlerine MS ortamda 5 farklı düzeyde NaCl (% 0, 0.25, 0.50, 0.75 ve 1.00) uygulanmıştır. Gelişme, toplam klorofil artan tuzluluğa bağlı olarak azalmıştır. Tuz uygulamaları yapraklarda nekrozlara sebep olmuştur. Nekrozların şiddeti çeşitlere bağlı olarak değişim göstermiştir. Araştırmada çavuş çeşidi diğerlerine göre tuza en dayanıklı çeşit olarak belirlenmiştir.

Stevens and Walker (2002) aşısız ve Ramsey anacı üzerine aşılı asma (*Vitis vinifera* L.) çeşitlerinin tuzlu sulama suyuna tepkisi değişik lokasyonlarda araştırılmıştır. Lokasyonlara göre çeşitlerin Na ve Cl konsantrasyonları değişiklik göstermiştir. Aşısız Sultani Çekirdeksiz çeşidinin yaprak ve yaprak sapının Na ve Cl konsantrasyonu lokasyona göre 2 kat farklılık göstermiştir.

Storey *et al.* (2003) tarafından Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidi üzerine aşılı 80-23 ve 80-15 olmak üzere 2 farklı genotipteki asma anacına 25 mM NaCl uygulanarak Na⁺ ve

Cl⁻ iyonlarının birikiminin incelendiği çalışmada, tuzluluğun 80-23 ve 80-15 genotiplerinde hücre tipine göre, iyon birikimi ve iyon alımlarında önemli farklılıklar yarattığını belirlemişlerdir.

Güneş vd. (2003) tarafından, dokuz asma anacı (Rup.du Lot, 5BB, 5C, 1103P, 110R, 16-13 C, 16-16 C, 161-49 C, Harmony) ile dört farklı anaç (1103 P, 5BB, 140 Ru, 16-13C) üzerine aşılı Yuvarlak Çekirdeksiz, üç farklı anaç (1103 P, 5BB, 41B) üzerine aşılı Kalecik Karası ve iki farklı anaç (5BB, 41B) üzerine aşılı Cabernet Sauvignon üzüm çeşitlerinin B, Na ve Cl alımları sera koşullarında yürütülen iki farklı deneme ile belirlenmiştir. Anaçların tuzluluğa toleranslarının karşılaştırıldığı denemede 0 ve 30 mM NaCl, farklı anaçlar üzerine aşılı üzüm çeşitlerinin karşılaştırıldığı denemede 0 ve 40 mM NaCl uygulamalarının, yapraklardaki Na ve Cl konsantrasyonları üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre. tuzlu koşullarda, anaçların ve farklı anaçlar üzerine aşılı çeşitlerin Na ve Cl alımları arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Anaçlar arasında, daha yüksek Na (Rup.du Lot, 16-16 C, 16-13 C ve Harmony) ve Cl (16-13, 16-16 C, Harmony, 5BB ve 161-49 C) alımı gerçekleştiren anaçlar ile çeşitler arasında Kalecik Karasının, tuzluluğa karşı iyon akümüasyonu bakımından daha hassas genotipler olarak belirlendiğini bildirmişlerdir.

Charbaji and Ayyoubi (2004) Ashlamesh, Helwani, Kassofee ve Khoudeiry olmak üzere dört farklı asma çeşidine (*Vitis vinifera*), 0, 10, 20, 30, 40, 80, 120 ve 150 mM NaCl olmak üzere artan tuz konsantrasyonlarında tuz stresi uygulamışlardır. Bazı çeşitlerde 10 ve/veya 30 mM NaCl konsantrasyonlarında sürgün uzunluğunda ve yaprak sayısında artış gözlenirken, 150 mM NaCl konsantrasyonunda çeşitlerden biri hariç diğer tüm çeşitlerin sürgün uzunluklarında azalış olduğunu; 80 mM NaCl ve daha fazla tuz konsantrasyonlarında tüm çeşitlerin klorofil miktarlarında azalış olduğunu belirlemişlerdir.

Paranychianakis *et al.* (2004) tarafından tuzlu suyun Sultani Çekirdesiz üzüm çeşidi üzerine aşılı 41 B, 1103 P ve 110 R anaçlarına etkileri araştırılmıştır. Tuzlu bölgelerde yetiştiriciliği yapılan asma anaçlarının farklı tuz konsantrasyonlarında yağmurlama

sulama suyu ile sulama suyu kalitesinin anaçlar üzerine yapmış oldukları etkiler incelenmiştir. Anaçların sürgün uzunluklarının büyüme döneminde önemli derecede tuzluluktan etkilendiği, tuzluluk nedeniyle asma anaçlarının tüm vejetatif aksamalarının gerilediği belirtilmiştir.

Hepaksoy *et al.* (2006) Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera*) asma çeşidinde artan tuz konsantrasyonuna (1.8, 3.3 ve 4.8 dS m⁻¹) sahip sulama suyundaki tuzluluğun iyon birikimine, turgora, ürüne ve kaliteye etkilerini incelemişlerdir. Düşük (1.8 dS m⁻¹) ve orta (3.3 dS m⁻¹) seviyelerde tuzlulukla birlikte bitki optimum gelişme gösterirken, 4.8 dS m⁻¹ düzeyinde tuzlulukta bitki gelişiminin azaldığı, tuz konsantrasyonu arttıkça bitki besin maddesi alınımının azaldığı, asmanın tuza toleransının da azaldığı belirtilmiştir.

Müftüoğlu vd. (2006) tarafından bazı sofralık üzüm çeşitlerinin tuza toleranslarını belirlemek amacıyla alınan tek gözlü kalemlerde kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kök su içeriği, sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, sürgün su içeriği, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, bitki su içeriği, kalem su içeriği, sürgün uzunluğu, boğum sayısı ve yaprak sayısı parametreleri belirlenmiştir. Bütün parametreler bir arada değerlendirildiğinde, en yüksek konsantrasyonlarda bile (15000 mg l⁻¹ ve 20000 mg l⁻¹) tuza en fazla tolerans gösteren çeşidin Amasya üzüm çeşidi olduğu ve bunları Cardinal üzüm çeşidi, Italia ve Yalova İncisi çeşitlerinin izlediği belirlenmiştir.

Hamrouni *et al.* (2008) tarafından asma genotiplerinin tuz stresine toleransları araştırılmak üzere *in vitro* koşullar altında bazı asma anacı ve çeşitlerinin tuza hassasiyetlerinin test edildiği çalışmada 7 farklı tuz konsantrasyonu (0, 20, 50, 80, 100, 150 ve 200 mM NaCl) uygulanmış ve farklı büyüme parametreleri analiz edilmiştir. Canlı kalma süresi, sürgün uzunluğu, tomurcuk ya da sürgün gözü oluşumu ve köklenme kapasitesinin ölçüldüğü belirtilmiştir. Elde edilen bulgular *in vitro* koşullarda yetişen asmaların büyüme ve gelişimini tuzluluğun azalttığını göstermiştir. Uygulanan NaCl konsantrasyonu arttıkça hücre büyümesi sonucu doku kültüründeki çoğalma, büyüme, köklenme ve sürgünlerin canlılığı azalmıştır. Stresin ilk semptomlarının yapraklardaki nekrozlar olduğu, 80 mM NaCl uygulamasında 10 gün sonra görülmeye

başlandığı ve sonuçta bitkilerin kurumasına neden olduğu gözlenmiştir. Tuzluluktan dolayı bitkideki zararlanmaların miktarının, genotip ve NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Tuz uygulamalarına en dayanıklı asma çeşitlerinin Sejnene ve Aslı, orta hassasiyette olanların Saouadi ve Sakasly olduğu ve bu genotipleri ise hassas olan Razegui, 1103P, 41B, SO4 genotiplerinin takip ettiği belirlenmiştir.

2.4 Bor

2.4.1 Toprakta bor

2.4.1.1 Toplam ve bitkiye yararlı bor

Yerkabuğunda toplam B konsantrasyonu ana kayanın çeşidine bağlı olarak farklılık göstermekle birlikte, Power ve Woods (1997)' a göre 10-20 mg kg⁻¹ arasında, Barber (1995)' e göre 1-270 mg kg⁻¹ arasında değişmekte ve ortalama olarak 20-50 mg kg⁻¹ B bulunmaktadır. Krauskopf (1972)' ye göre, yerkabuğunun ortalama bor kapsamı 10 mg kg⁻¹ olup genellikle toprakların toplam B içeriği 2-100 mg kg⁻¹ arasında değişmekte ve ortalama B konsantrasyonu 10 mg kg⁻¹' dır.

Toprakların bor kapsamı yönünden ikiye ayrılabilceğini ve düşük bor kapsamına sahip toprakların <10 mg B kg⁻¹, yüksek bor kapsamına sahip toprakların ise 10-100 mg B kg⁻¹ içerdiğini belirtmiştir. Toprakların B içerikleri genellikle düşüktür. Ancak B içeriği fazla olan toprakların bu özellikleri volkanik olaylardan kaynaklanmaktadır (Shorrocks 1997).

Topraktaki toplam B'un yaklaşık %10' unun bitkiye yararlı durumda bulunmaktadır (Shorrocks 1997), bununla birlikte topraktaki toplam B' un ancak %5' inin bitkilere yararlı formdadır (Bokde 1963, Gupta 1968, Katyal and Vlek 1985).

Kacar and Fox (1967) Türkiye'nin farklı yörelerinden alınan 20 adet toprak örneğinin sıcak suda çözünebilir B kapsamının 0.74-4.55 mg B kg⁻¹ arasında değişmekte olduğunu bildirmişlerdir. Kacar vd. (1979), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 30 farklı çay bahçesinden aldıkları toprak örneklerinde B kapsamının 0.56-1.94 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve toprakların %63 'ünde bor noksanlığının bulunabileceğini bildirmişlerdir.

Sillanpaa (1982) tarafından 30 farklı ülkeyi kapsayan global düzeyde yapılan çalışmada, Türkiye topraklarının B kapsamının 0.06-9.99 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve ortalama B miktarının ise 1.6 mg kg⁻¹ olduğu saptanmıştır. Aynı çalışmada, en yüksek B miktarına

Orta Anadolu Bölgesinin sahip olduğu, en düşük B miktarının ise Karadeniz, Ege ve Marmara Bölgesi'nde olduğu belirtilmiştir.

Bayraklı ve Er (1995) bağlardaki bor içeriğini belirlemek için Konya'nın Hadim Aladağ bölgesindeki topraklarda yaptıkları çalışmada; 52 adet toprak örneğinin bitkiye yararışlı B kapsamının 0-30 cm derinlikten alınan örneklerde 0.05-4.33 mg kg⁻¹ arasında, 30-60 cm derinlikten alınan örneklerde ise 0.05-3.96 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Güneş vd. (1999) Beypazarı yöresinde havuç yetiştirilen alanlardan alınan 57 toprak örneğinde bitkiye yararışlı B miktarının 1.12-10.90 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve yaprak analizlerinden elde edilen sonuçlara göre bitkilerin bor beslenmesinde yetersizliğin söz konusu olmadığını bildirmişlerdir.

Eyüpoğlu vd. (2000) Orta Anadolu topraklarının bor durumunu belirlemek amacıyla bölgedeki 11 ilden alınan toplam 278 adet toprak örneğinin bitkiye yararışlı B kapsamının 0.01-11.0 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve ortalama B kapsamının 0.62 mg kg⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, topraklarda kritik noksanlık düzeyi 0.3 mg B kg⁻¹ kabul edilirse çalışma alanının %44.24' ü, kritik noksanlık düzeyi 0.5 mg B kg⁻¹ kabul edilirse % 62.59' u potansiyel olarak bor noksan alanlar olarak rapor edilmiştir.

2.4.2 Bitkide bor

2.4.2.1 Bor alımı

Mikro elementler arasında ametal olan tek bitki besin maddesi B' un yüksek bitkiler için bitki besin maddesi olarak mutlak gerekliliği yaklaşık 86 yıl önce Warington (1923) tarafından belirlenmiş olmasına karşın bitki bünyesindeki fonksiyonları hala tam olarak anlaşılmış değildir. Bitkilerin topraktan B alımını etkileyen en önemli etmenleri; toprağın bitkiye yararışlı B kapsamı, toprak pH' sı, topraktaki değişebilir iyonların tipi, topraktaki minerallerin miktarı ve tipi, toprağın organik madde kapsamı, toprağın

ıslanması ve kuruması, toprak / su oranı olarak sıralamak mümkündür (Goldberg 1997, Keren *et al.* 1985).

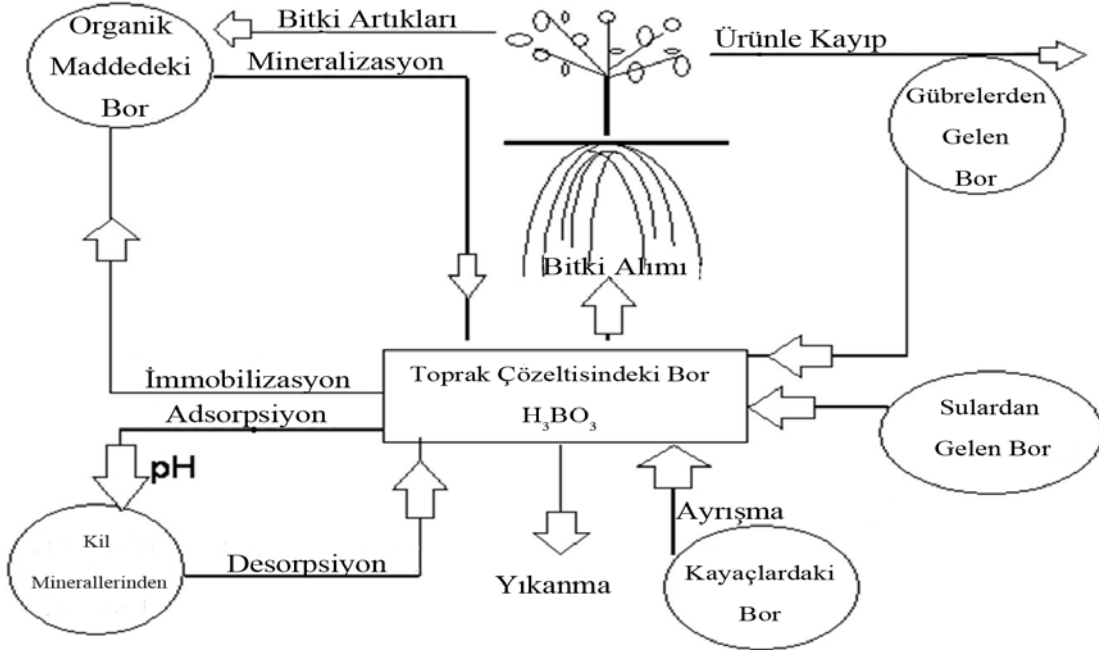
Tek çenekli, çift çenekli ve iğne yapraklı bitkiler, eğrelti otu, çoğu diatom (deniz algi) türleri ve azot fikse eden siyanobakterlerin gelişimi için B'un temel bir besin elementi olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Shelp 1993, Loomis ve Durst 1992). Genellikle yulaf, buğday gibi tek çenekli bitkilerin bazı türleri, çift çenekli bitkiler ve mısır, zambak gibi diğer tek çenekli bitkilere göre B' a gereksinimi daha azdır (Marschner 1995).

Bitkiler tarafından B' un alımı konusunda araştırmacılar arasında fikir birliği olmamasına karşın, temelde pasif absorpsiyon yoluyla dissosiye olmamış borik asit [B(OH)₃] şeklinde alındığına inanılmaktadır. Bitkiler tarafından B alınımının, borik asidin [B(OH)₃] ve sonradan oluşan cis-diol komplekslerinin kolaylıkla geçişini sağlayan kök plazma membranlarında meydana gelen pasif bir işlem olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Brown and Hu 1994, Shelp 1993, Seresinhe and Oertli 1991). Brown and Hu (1997), bitkilerin B alınımının, borik asit (H₃BO₃) formunda pasif absorpsiyon yoluyla olduğunu ve bitkiler tarafından alınan B'un, hücre duvarlarında ve sitoplazma içerisinde çok hızlı bir şekilde B kompleksi oluşturduğunun tahmin edildiğini; bununla birlikte bitkide B komplekslerinin oluşumunun, hücre duvarlarındaki borik asit konsantrasyonunu azaltmasının bitkinin çözeltiden B alımını artırdığını ve çözeltiden alınan serbest borik asidin konsantrasyonundan dolayı bitki dokularındaki B konsantrasyonunun aşırı miktarda artabildiğini belirtmişlerdir.

Araştırmacılar tarafından yapılan deneysel ve arazi çalışmaları sonucunda, benzer çevresel koşullar altında yetiştirilen bitkilerde bile B alınımının bitki türlerine göre büyük farklılıklar gösterdiği saptanmıştır (Brown and Hu 1997). Bitki türleri hatta aynı türün çeşitleri arasında bile B alımında büyük farklılıklar olduğuna örnek olacak bir çalışmada, Nable (1988), B toksisitesine dayanıklılıklarını belirlemek amacıyla 5 arpa ve 6 buğday çeşidini su kültüründe yetiştirmiştir. Arpa ve buğday çeşitlerinin bütün organlarındaki B konsantrasyonu ve toplam B kapsamının birbirlerinden oldukça farklı

olduğunu ve B toksisitesine dayanıklı çeşitlerin duyarlı çeşitlerden her zaman daha az B biriktirdiğini bildirmiştir.

Borun doğadaki taşınım döngüsü ve bitkilerin alım mekanizmaları Şekil.2.5' de verilmiştir.



Şekil.2.4 Bitkilerde bor alım mekanizması (Anonymous 2003)

2.4.3 Bitkide bor taşınması

Suyun, bitki bünyesinde taşıyıcı olarak işlev gördüğü ve besin elementlerinin bitki içerisindeki uzun mesafe taşınımının ksilem ve floem iletim demetleri içerisinde meydana geldiği bilinmektedir. Borun bitki bünyesinde hareketliliği konusunda da araştırmacılar arasında fikir birliği olmamasına karşın, bitkideki taşınımının ksilem iletim demetlerinde olduğuna dair görüşler yoğunluk kazanmaktadır. Bitki köklerinden yeşil aksamına olan yukarı doğru taşınma ksilemin canlı olmayan hücrelerinde olur ve gün boyunca yeşil aksamdan oluşan su kayıplarının sonucu olarak su potansiyeli gradientinden dolayı bitki içerisinde B taşınımı meydana gelir. Ksilemdeki ilk B taşınımı genel olarak fazla besin maddesi ihtiyacı olmayan yaşlı yapraklara (yüksek transpirasyon yerlerine) doğru olmaktadır (Pate 1975). Buna karşın, bitki bünyesinde

floemdeki taşınım transpirasyona bağlı olmayıp, hem aşağı hem de yukarı doğru meydana gelmekle birlikte genç yapraklar, meyveler ve tohum gibi sürekli su kaybı olmayan bitki organlarında besin ihtiyacının büyük çoğunluğu floem taşınmasıyla karşılanmaktadır.

Aynı tarla koşullarında yetiştirilen badem, elma, fıstık ve ceviz ağaçlarının çeşitli organlarındaki B dağılımının farklı olduğu, fıstık ve cevizde en yüksek B konsantrasyonunun yaprakta (130 ve 295 mg kg⁻¹), en düşük ise meyve ve tohumda (1 ve 4 mg kg⁻¹) olduğu; buna karşın, bademde en yüksek B konsantrasyonunun meyve kabuğunda (170 mg kg⁻¹), elmada ise meyve çekirdeğinde (54 mg kg⁻¹) bulunduğunu, badem ve elmanın yaprak B konsantrasyonlarının (41 ve 42 mg kg⁻¹) ise daha düşük olduğu saptanmıştır (Brown and Hu 1996). Bununla birlikte, Brown and Shelp (1997) tarafından, B' un bitki türlerinin farklı organlarında dağılımının B hareketliliğinin bir kanıtı olabileceği ifade edilmiştir.

Bazı araştırma sonuçları ise B 'un floemde hareketliliği olasılığını da ortaya çıkarmaktadır.

Borun floemde hareketli olduğunu gösteren bir çalışmada (Shelp 1987), yeterli B koşullarında yetiştirilen brokolinin floeminden bitkinin büyüme organlarına taşınan B miktarını belirlemeye çalıştığı araştırmasında; tüm elementlerin ağırlık esasına göre nispi yüzdelerinin karşılaştırılması sonucunda, floemde hareketli olarak sınıflandırılan N, P, K gibi elementlere eşit veya daha büyük miktarlarda B' un bitkinin büyüme yerlerine taşındığını saptamış ve bitkinin büyüme organlarında B gereksinimini karşılamada floemin ksilemden daha baskın olduğunu ileri sürmüştür.

2.4.4 Bor' un metabolik işlevleri

Birçok bitki çeşidinde B' un fizyolojik, biyokimyasal ve yapısal faaliyetlerde yer alması (Shelp 1993, Marschner 1995), borun bitkideki direkt ve dolaylı etkileri arasındaki farkı ayırt etmeyi zorlaştırmaktadır. Bitkilerde bor; şeker taşınmasında, hücre duvarı sentezinde, ligninleşmede, hücre duvarı yapısının oluşumunda, ribonükleik asit (RNA),

indol asetik asit (IAA), karbonhidrat ve fenol metabolizmasında, solunumda, biyolojik membranların yapısal ve fonksiyonel özellikleri üzerine (Parr and Loughman 1983), oksijen aktivasyonunun uyarılmasında (Marschner 1995) ve askorbat metabolizmasında (Lukaszevski and Blevins 1996) önemli ve belirgin işlevlere sahiptir. Bitkideki tüm bu işlevlerine karşın, B'un enzimlerin yapılarında yer aldığını ya da bir enzimin bileşeni olduğunu gösteren veya herhangi bir enzim aktivitesinde doğrudan rolü olduğuna ilişkin hiçbir bulguya rastlanmamıştır (Bimbaum *et al.* 1977, Çakmak and Römheld 1997).

Bor noksanlığı, toksik O₂ radikallerinin neden olduğu oksidatif stresin bir yansıması olabilmekle birlikte B noksanlığında, konsantrasyonları azalmaktadır (Çakmak ve Römheld 1997). Bor noksanlığında, askorbik asit ve protein olmayan SH bileşiklerinin miktarları azalırken, aynı zamanda glutation redüktaz aktivitesi de dikkate değer şekilde azalmaktadır. Bor noksanlığında yetiştirilen bitkilerde glutation redüktaz aktivitesi yeterli B ile beslenen bitkiler göre yaklaşık 3.5 kat azalmakta ve ayrıca, polifenol oksidaz aktivitesi ise 5.5 kat artmaktadır (Çakmak and Römheld 1997).

2.4.5 Bor ile ilgili kaynak özetleri

Yapılan çalışmalar, üzüm çeşitlerinin bor fazlalığına karşı toleranslarının oldukça farklı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Kaliforniya eyaletinde (Fresno) yapılan bir çalışmada, bor'a karşı French Colombard, Beyaz Malaga, Grenache ve Emerald Riesling çeşitlerinin toleranslı; Thompson Seedless, Carignane, Ruby Cabernet, Emperor, Cardinal, Ruby Red, C. Sauvignon ve Perlette' in orta derecede toleranslı; Calmeria, Alicante Bouschet ve Muscat of Alexandria' nın ise duyarlı olduğu belirlenmiştir (Christensen *et al.* 1978).

Hakerlerler *et al.* (1986) Büyük Menderes havzası pamuk ekim alanlarında borun topraktaki ve bitkideki durumunu belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, toprak örneklerinin B miktarının 0.48–6.60 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Nikolaou *et al.* (1995) tarafından İtalya' da yapılan araştırmada, Victoria bağ alanı B' u zengin (4.3 mg kg⁻¹) sulama suyu ile sulanmış. İlk yılda bor toksisitesi görülmeye

başlamış, gelişimin altıncı yılından sonra sulama durdurulmuş ve dördüncü yılda ölçülen bor konsantrasyonu 6.9'dan 1.5 mg kg⁻¹' a düşmüş düşen bor konsantrasyonu ile yapraklardaki bor oranının 4 kat azaldığı gözlenerek, borun olumsuz etkisinin elimine edildiği bildirilmiştir.

Taban vd. (1997) Orta Anadolu'da çeltik tarımı yapılan toprakların bitkiye yararlı B içeriğinin 1.36–6.25 mg kg⁻¹ arasında değişerek ortalama 2.73 mg kg⁻¹ olduğunu ve toprakların %40'ında yeterli, %55' inde fazla ve %5' inde çok fazla B bulunduğunu bildirmişlerdir.

Shelp and Brown (1997) B bitkilerde en fazla yaprak ve üreme organlarında bulunurken sırasıyla en az kök, meyve ve tohumlarda bulunmuştur. Pamuk'ta B miktarında yüksek konsantrasyondan düşük konsantrasyona doğru sıralama yaptığımızda; en yüksek düzeyde üst yapraklarda, kabuk bölgesinde, kökte, gövdede ve en az ise odun bölgesinde bulunduğu bildirilmiştir.

Bellaloui and Brown (1998) bitkiler arasında B elementine olan gereksinim oldukça büyük farklılık göstermektedir. Bitkiler B gereksinimlerine göre En az, Orta ve En yüksek düzeyde bor'a ihtiyaç duyan bitkiler olarak 119 grupta sınıflandırılmaktadırlar. Çift çenekli bitkilerin B istekleri, tek çenekli bitkilere göre 3-4 misli daha fazladır.

Blevins and Lukaszewski (1998) bor eksikliği belirtilerinin görüldüğü yerler ve büyüme evreleri temel alınarak bitkiler çift çenekli bitkiler ve tek çenekli bitkiler olmak üzere iki grupta toplanmıştır. Çift çenekli bitkilerde, B eksikliği ayçiçeği, domates, bal kabağı ve yoncalarda kök büyümesinin durmasına ve meristematik bölgelerde dejenerasyonlara neden olurken, bezelye, soya fasulyesi ve acı baklada büyüme noktalarında dejenerasyonların meydana gelmesine neden olmuştur. Tek çenekli bitkilerde ise, mısır, sorgum, soğan ve darının yetiştirme ortamlarında bor'un bulunmadığı koşullarda çift çenekli bitkilere göre normal kök büyümesini ve vejetatif büyümeyi daha uzun bir süre devam ettirebilmektedirler. Arpa, yulaf, çavdar ve buğdayın da bulunduğu Poaceae grubunda ise, sadece generatif organların gelişiminde B eksikliği belirtileri görülmektedir.

Işık vd. (1999) 5.1 milyon hektar arazi varlığına sahip ve bu arazi varlığının yaklaşık 3 milyon hektarında tarım yapılmakta olan Konya ve Karaman illerinden toprakların bazı özellikleri ve bitkiye yarayışlı mikro element kapsamalarını belirlemek amacıyla alınan 1028 adet toprak örneğinin bitkiye yarayışlı bor kapsamının 0.06–3.23 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlardır. Aynı çalışmada, Konya ve Karaman illeri tarım topraklarının ortalama bitkiye yarayışlı bor miktarı 0.60 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Güneş vd. (2000a) ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen mısır (*Zea mays L.*) çeşitleri üzerinde yapılan bir çalışma sonunda; B toksisitesine duyarlılıkları yüksekten düşüğe doğru sıralandığında Helix, Riogrande, Furio, Poker, Sele, Missouri, DK 743 ve Betor şeklinde olduğu görülmüştür. Bor toksisitesine dayaklı türlerde az miktarda bor biriktiği, B toksisitesine duyarlı türlerde ise daha fazla bor biriktiği belirlenmiştir.

Güneş *et al.* (2000b) domates (*Lycopersicon esculentum L.* cv. 'Lale') bitkisine uygulanan B, 10 ve 20 mg kg⁻¹ düzeylerinde toksisite semptomlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bitkinin yaş ve kuru ağırlığı belirgin bir şekilde azalmıştır.

Sotiropoulos *et al.* (2002) kivi bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada B konsantrasyonunun 20 mM' dan 50 mM 'a çıkarılması ile fotosentetik oran ve interselüler CO₂ konsantrasyonu maksimum seviyeye çıkmıştır. B konsantrasyonları 100 mM, 200 mM, 500 mM 'a çıkarılan deneme gruplarında ise fotosentez oranı da ve interselüler CO₂ konsantrasyon miktarında değişiklik olmamıştır. Çalışmada denenen farklı B konsantrasyonlarının stomal iletkenlik üzerinde önemli bir etkisi gözlenmemiştir.

Zhao and Osterhuis (2002) bor' un yaprakta dağılımında da farklılıklar vardır. Yaprığın en uç bölgesinde bor konsantrasyonu en yüksek iken, yaprak kenarları, merkezi bölüm ve petiole yaklaştıkça B konsantrasyonun da azaldığı tespit edilmiştir.

Güneş vd. (2003) tarafından, dokuz asma anacı (Rup.du Lot, 5BB, 5C, 1103P, 110R, 16-13 C, 16-16 C, 161-49 C, Harmony) ile dört farklı anaç (1103 P, 5BB, 140 Ru, 16-13C) üzerine aşılı Yuvarlak Çekirdeksiz, üç farklı anaç (1103 P, 5BB, 41B) üzerine aşılı

Kalecik Karası ve iki farklı anaç (5BB, 41B) üzerine aşılı Cabernet Sauvignon üzüm çeşitlerinin B, Na ve Cl alımları sera koşullarında yürütülen iki farklı deneme ile belirlenmiştir. Bu amaçla, B çalışması için; 0 ve 30 mg kg⁻¹ B (H₃BO₃) ve aşılı çeşitlerin karşılaştırıldığı denemede ise 0 ve 40 mg kg⁻¹ B (H₃BO₃) uygulamalarının etkileri incelenmiştir. Anaçlar ve çeşit/anaç kombinasyonları arasında B konsantrasyonları yönünden önemli farklılıklar belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; özellikle 161-49 C ve 5 C anaçlarının diğer anaçlara göre daha toleranslı olduğu; çeşitlerden YÇ için 1103P ve 5BB, KK için 41 B ve CS için 1103 P anaçları üzerine aşılı asmaların daha az B içerdikleri ve söz konusu anaçların, anılan çeşitlerin bor'a karşı toleranslarını artırdıkları belirtilmiştir.

Güneş vd. (2003) yaptıkları bir araştırmada, bor uygulanmamış asma anaçlarının B konsantrasyonları 76 mg kg⁻¹ (16-16C) ile 136 mg kg⁻¹ (Rup. du Lot) arasında değişim gösterdiğini ve bu değişimin istatistiksel olarak önemli bulunmadığını bildirmişlerdir. Buna karşın, B uygulamasıyla birlikte asma anaçlarının B konsantrasyonlarının önemli düzeylerde arttığını, bor uygulanan saksılarda yetiştirilen bütün asma anaçlarının B konsantrasyonları kritik B seviyesinin (150 mg kg⁻¹) oldukça üzerinde bulunduğunu, denemenin sonucunda, 30 mg kg⁻¹ B uygulanan anaçların B konsantrasyonları arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli bulunduğunu, 16-16C, 1103 P, 16-13 C ve Harmony anaçları genel olarak diğerlerine göre bünyelerinde daha fazla B biriktirdiklerini, bir başka ifade ile bu çeşitlerin B toksisitesine, diğer anaçlardan daha duyarlı olduklarını bildirmişlerdir. Diğer taraftan özellikle 161-49 C ve 5C' nin diğer anaçlara göre bünyelerinde çok daha az B biriktirdikleri saptanmış, bu nedenle, söz konusu iki anacın B' a karşı toleranslarının, üzerinde çalışılan diğer yedi anaca göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Karabal *et al.* (2003) antioksidan enzimler ile B toksisitesinin ilişkilendirildiği bir çalışmada; bor'a toleranslı arpa çeşidi Anadolu ile bor'a hassas Hamidiye arpa kültür çeşidine 5 gün süreyle 5 ve 10 mM borik asit uygulanmıştır. Kök ve gövdede büyüme parametreleri, protein, prolin, MDA, H₂O₂ miktarı, membran hasarı, SOD, AP, KAT ve GR analizleri yapılmıştır. Kontrolle karşılaştırıldığında kök ağırlıklarının azaldığı, protein miktarlarında bir değişimin belirlenmediği bildirilmiştir. Prolin ve H₂O₂

miktarlarında da önemli bir değişim belirlenmemiş, ancak MDA miktarlarında ve elektrolit geçirgenliklerinin gövdelerde arttığı, köklerde ise herhangi bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Bor'a hassas Hamidiye arpa kültür çeşidinin yaprak yüksek değerlerde hasar meydana gelmiştir. Her iki kültür çeşidinin gövdelerinde yapılan analizlerde SOD, KAT ve GR aktivitelerinde kayda değer bir değişim belirlenmemiş, AP aktivitesi ise 10 mM borik asit uygulamasında artmıştır. Bor'a hassas Hamidiye arpa kültür çeşidinin köklerinde SOD ve KAT aktivitesi artmış, GR aktivitesi ise düşmüştür. Bor'a toleranslı arpa kültür çeşiti Anadolu'nun köklerinde; KAT artmış, AP azalmış, SOD ve GR miktarlarında değişim olmamıştır. Sonuç olarak; B toksisitesi arpa yapraklarında hasar meydana getirirken; aktif oksijen türevlerinin ve antioksidan sisteminin B toksisitesi için kritik faktörler olmadığı belirlenmiştir.

Papadakis *et al.* (2004b) narenciyeler üzerinde bor' un toksik düzeylerinin araştırıldığı çalışmada 80. ve 120. günlerde bitkilerde herhangi değişiklik gözlenmez iken, 204. günde hasat edildiklerinde yapraklardaki klorofil miktarı, stomatal geçirgenlik ve fotosentez oranının azaldığı, hücre içi CO₂ konsantrasyonunun ise etkilenmediği belirtilmiştir. Yapraklarda laminada stinger parankimasının kalınlığı ve kloroplastların büyüklüğü azalırken yapısında bir değişiklik olmamıştır.

Gunes *et al.* (2006) yaptıkları çalışmada, asma (*Vitis vinifera* L. cv. Kalecik Karası) (5BB anacı V. berlandieri X V. riparia aşılantısı) bitkisine 0, 10, 20 ve 30 mg kg⁻¹ dozlarında bor uygulanmış ve B konsantrasyonu, stoma direnci, lipid peroksidasyon, membran permeabilitesi, lipoksijenaz aktivitesi, prolin, H₂O₂ birikimi, antioksidan enzim (SOD, KAT ve AP) ölçümleri yapılmıştır. Borun toksik düzeylerinde kök ve yaprak ağırlıkları azalmış; ayrıca artan bor konsantrasyonları ile bitkinin yaprak, sürgün ve gövde ağırlıklarında da azalma gözlenmiştir. Yapraklarda bor birikimi daha fazla olmuştur. Stoma direnci aşırı bor alımı ile artmıştır, özellikle 20 ve 30 mg kg⁻¹ bor düzeylerinde H₂O₂, MDA ve membran permeabilitesi artarken; toksik bor düzeylerinde prolin ve lipoksijenaz aktivitesi düşmüştür. Kontrolle karşılaştırıldığında SOD ve KAT aktiviteleri artmış; AP aktivitesi azalmıştır.

Gunes *et al.* (2007b) toksik düzeyde bor içeren toprakta, silisyumun ıspanak ve domates bitkisinde fizyolojik ve enzimatik parametrelerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, stoma direnci, membran geçirgenliği, prolin, H₂O₂, MDA konsantrasyonlarının toksik düzeyde bor içeren toprakta yüksek aynı zamanda SOD, KAT ve AP' in de yüksek olduğu, silisyum uygulamasıyla ise azaldığı bildirilmiştir.

Gunes *et al.* (2007c) toksik düzeyde bor içeren toprakta, silisyumun buğday bitkisinde oksidatif zararlanma üzerindeki etkisini araştırıldığı çalışmada, prolin, H₂O₂ konsantrasyonu, MDA, ve lipoksigenaz aktivitesinin silisyum uygulamalarıyla azaldığı, SOD, KAT ve AP konsantrasyonlarında azalarak silisyum uygulamalarıyla bor toksisitesini elimine edildiği bildirilmiştir.

Gunes *et al.* (2007d) toksik düzeyde bor içeren toprağa ilave edilen silisyum uygulamasının arpa bitkisinin fizyolojik ve enzimatik parametreleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada; silisyum uygulamasıyla, bitkide bor ve sodyum konsantrasyonlarının azaldığı, membran geçirgenliği, H₂O₂ konsantrasyonlarının, MDA' a artarken, prolin konsantrasyonunun azaldığı, SOD, KAT aktivitesinin ise arttığı bildirilmiştir.

Gunes *et al.* (2007e) ıspanak bitkisinde silisyumun uygulamasının bor toksisitesi üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, 0 ve 30 mg kg⁻¹ bor uygulamalarıyla kök ve gövdede bor konsantrasyonunun arttığı; stoma geçirgenliğinin azaldığı, H₂O₂ konsantrasyonu, prolin, membran geçirgenliğini, MDA, ve lipoksigenaz' un arttığı ve yine bor toksisitesinin görüldüğü düzeyde SOD, KAT ve AP konsantrasyonlarının arttığı bildirilmiştir.

Eraslan *et al.* (2007a) havuç bitkisinde tuzluluğun ve bor toksisitesinin antioksidan enzim aktivitelerine etkisini araştırmışlardır. Tuz uygulamasında 50 mmol NaCl kg⁻¹ ve 25 mmol Na₂SO₄ kg⁻¹, bor uygulamasında ise 0 ve 25 mg kg⁻¹ B uygulanmıştır. Bitkilerin sürgünlerinde toplam antioksidan aktivitesinin arttığını; tuz ve bor uygulamalarının bitkilerin sürgünlerinde prolin içeriğini, katalaz aktivitesini ve hidrojen peroksit konsantrasyonunu etkilemediğini belirlemişlerdir.

Lopez-Gomez *et al.* (2007) malta eriğinde (yenidünya) borun antioksidan sistemlerle birlikte tuza toleransının etkilerini araştırmışlardır. Yenidünya bitkisine orta ve yüksek seviye olmak üzere 20 ve 35 mM NaCl konsantrasyonlarında tuz uygulayarak bitkinin büyümesi ve gelişimine etkilerini incelemişlerdir. Bitki gelişiminde orta düzeyde (20 mM NaCl) tuz uygulaması sonucunda %44 ve yüksek düzeyde (35 mM NaCl) tuz uygulaması sonucunda % 65 oranında gerileme belirlemişlerdir. Bitki yapraklarında Na konsantrasyonu artarken, Cl konsantrasyonunda bir değişiklik gözlenilmemiştir. Orta düzeyde tuz uygulaması sonucu AP artarken, yüksek tuzlulukta SOD aktivitesi azalmıştır. Düşük konsantrasyonda tuz uygulamasına (5 mM NaCl, kontrol bitkisi) borun eklenmesiyle birlikte AP aktivitesinin arttığı belirlenmiştir. 20 mM NaCl, 0.2 mM B uygulaması yenidünya üzerine aşılı bitkilerde AP aktivitesini azaltmış, daha yüksek NaCl konsantrasyonlarında ise; bor AP seviyesini artırmıştır. Tuz uygulanmış bitkilerde bor düzeyleri SOD aktivitesinde artışa neden olurken, bor uygulamaları borun membranlar üzerine yaptığı koruyucu etkisi nedeniyle lipid peroksidasyonunu azaltmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen 8 Amerikan asma anacı (41B, 99R, 110R, 1103P, 140Ru, SO4, 1616C ve 5BB) üzerine aşılı Sultani Çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinin tuzluluğa ve bor toksisitesine tolerans mekanizmaları araştırılmıştır. Tuzluluğa asma anaçlarının toleranslarını belirlemek amacıyla toprağa 0, 25 ve 50 mM seviyelerinde NaCl ve Na₂SO₄ 1:1 oranında uygulanmıştır. Bor toksisitesi tuzlu topraklarda yaygın olarak görüldüğü için bor ve tuzun birlikte etkisini belirlemek amacıyla, tuz uygulamaları borsuz ve 20 mg kg⁻¹ B ile kombine olarak uygulanmıştır. Çeşitlere tuz ve bor uygulamaları 17.07.2008 ve 22.07.2009 tarihlerinde olmak üzere 2 kerede uygulanmıştır. Şaşırtma öncesinde anaçlara 150 mg kg⁻¹ N ve 100 mg kg⁻¹ N olacak şekilde 19-19-19 gübresinden temel gübreleme yapılmıştır. Araştırmada kullanılan aşılı Amerikan asma anaçları Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir.

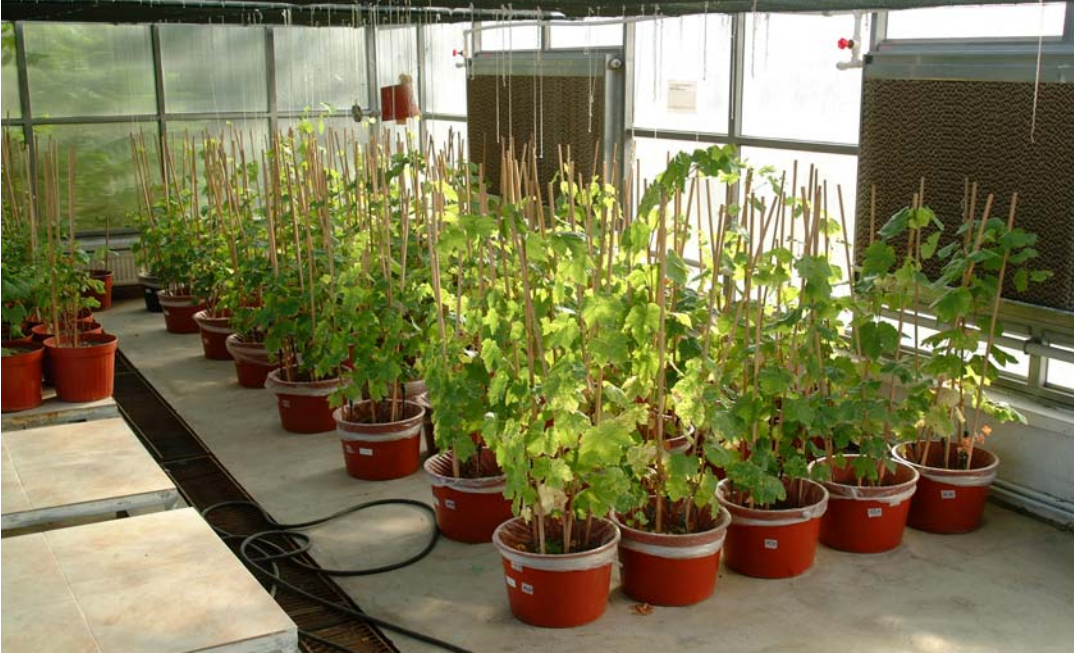
Araştırma, 10 Haziran-21 Ekim 2008 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü serasında yürütülmüştür. Bitki örneklerinin analizleri ise Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Bitki Fizyolojisi Araştırma Laboratuvar'ında yapılmıştır. Sera denemesinin sonucunda bitkiler toprak yüzeyinden kesilerek hasat edilmiştir. Bor, Na ve Cl taşınımını izlemek amacıyla anaçların 1 yaşlı gövde (kabuksuz), kabuk, ve Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin 1 yazlık sürgün (sürgün), yaprak ve bunların petiollerinde analizler yapılmıştır.

3.1 Sera Denemesi

Sera denemeleri ile 2 farklı stres koşulu (Bor ve Tuzluluk) ayrı ayrı ve birlikte araştırılmıştır. Deneme "Tesadüf Parselleri" deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrürde çeşide ait aşılı 1 yaşlı 5 fidan kullanılmıştır. Denemede kullanılan çeşitler 15 kg toprak ve %5 perlit + %5 torf bulunan saksılara dikilmiştir. Sera denemelerine vejetasyon dönemi başında başlanmıştır.

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılı olduğu asma anaçlarının hasadında bitkiler yaprak, petiol, sürgün (yazlık), kabuk (ince bir tabaka halinde soyulan gövdeyi saran kısım), gövde (kabuksuz) olmak üzere ayrılmıştır.

Verim parametresinin belirlenmesi amacıyla yaprak, petiol, sürgün ağırlıkları alınan bitkiler Bosch marka öğütücü ile öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.1 Sera denemesinin genel görünüşü

3.2 Bitki Analizleri

3.2.1 Nisbi nem içeriği (NNİ)

Hasattan önce alınan yaprak örnekleri hemen tartılarak yaş ağırlık belirlenmiş (YA) ve örnekler 4 saat saf suda bekletilip turgor haline getirilip tekrar tartılmış (TA), son olarak ta yaprak örnekleri 60 °C' de hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 24 saat kurutulup kuru ağırlıkları (KA) belirlenmiştir (Dhanda ve Sethi (1998). Aşağıdaki formül yardımıyla yaprakların nispi nem içeriği hesaplanmıştır.

$$NNİ (\%) = [(YA-KA)/(TA-KA)] \times 100$$

3.2.2 Membran stabilite indeksi (MSI)

Hasattan önce alınan yaprak örnekleri (0.1 g) önce çeşme suyu ile daha sonra saf su ile yıkanmış ve bitki örnekleri 10 ml saf su içerisinde 40 °C' de 30 dakika bekletilip çözeltilinin EC' si ölçülmüş (C₁), su banyosunda 100 °C' de 10 dakika bekletilen örnekte EC tekrar ölçülmüş (C₂) ve MSI aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır (Premchandra vd. 1990 ve Sairam, 1994).

$$MSI = [1 - (C_1/C_2)] \times 100$$

3.2.3 Lipid peroksidasyonu (MDA)

Bitkilerde lipid peroksidasyonu malondialdehit (MDA) içeriği olarak ifade edilmektedir. 0.5 g yaprak örneği 10 ml % 0.1' lik trikloro asetik asit (TCA) ile homojenize edildikten sonra homojenat 15 000 g' de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneğin berrak kısmından 1 ml alınıp, üzerine 4 ml % 20' lik TCA içerisinde çözülmüş % 0.5' lik tiobarbiturik asit (TBA) katılmıştır. Karışım 95 °C' de 30 dakika bekletildikten sonra hızla buz banyosunda soğutulmuştur. 10 000 g' de 10 dakika santrifüj yapıldıktan sonra berrak kısımda 532 nm dalga boyunda absorban belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlik ile malondialdehit (MDA) içeriği belirlenmiştir (Heath and Packer 1968; Sairam and Saxena 2000.)

$$MDA \text{ (nmol ml}^{-1}\text{)} = [(A_{532} - A_{600}) / 155\ 000] \times 10^6$$

3.2.4 Hidrojen peroksit (H₂O₂)

1 g titanyum dioksit ve 10 g potasyum sülfat 150 ml konsantre sülfürik asit ile hot plate üzerinde 2 saat kaynatılıp hazırlanan karışım soğutulularak 1.5 l' ye tamamlanmıştır. Bu karışım titanyum çözeltilisi olarak kullanılmıştır. 0.5 g bitki örneği 10 ml soğuk aseton ile homojenize edilip homojenat Whatman No. 10 filtre kağıdı ile süzölmüştür. Ekstrakt üzerine 4 ml titanyum çözeltilisi ve 5 ml konsantre amonyak çözeltilisi ilave edilip

hidrojen peroksit-titanyum kompleksi oluşturulmuştur. 10 000 g' de 5 dakika santrifüj edilip, berrak kısım dökülmüş ve çökelti 10 ml 1 M H₂SO₄ ile çözülmüştür. Tekrar 10 000 g' de 5 dakika santrifüj yapılarak çözünmemiş materyal uzaklaştırılıp 415 nm' de absorbans belirlenmiştir. H₂O₂ ile hazırlanan standart kurve ile değerlendirme yapılmıştır (Teranishi *et al.* 1974; Mokherjee and Choudhuri, 1983).

3.2.5 Prolin

Hasattan önce uygulamaları temsil edecek şekilde bitkilerden alınan yaprak örneğinden 0.5 g, 10 ml % 3' lük sülfosalisilik asit ile homojenize edilip ve Whatman No 2 filtre kağıdından süzölmüştür. Ekstrakta prolin spektrofotometrik olarak Bates *et al.* (1973) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir.

3.2.6 Stoma direnci

Gelişmenin son döneminde "Steady State Porometre" ile temsil edecek sayıda bitki yapraklarında doğrudan ölçüm yapılarak belirlenmiştir.

3.2.7 Nisbi klorofil

Gelişmenin son döneminde doğrudan klorofil (SPAD) değerleri günün aynı saatinde yapılacak ölçüm ile belirlenmiştir.

3.2.8 Askorbik asit

0.25 g yaprak örneği 10 ml % 6'lık trikloroasetik asit ile ekstrakte edilip, ekstraktın 4 ml'lik kısmı 2 ml %2'lik dinitrofenilhidrazin (asit ortam) ile karıştırılıp üzerine 1 damla %10'luk thioüre (%70'lik etil alkolde çözülmüş) katılmıştır. Karışım 15 dakika su banyosunda kaynatılıp, oda sıcaklığına kadar soğutulan örnek üzerine, 0°C'de 5 ml %80 (v/v)'lik H₂SO₄ ilave edildikten sonra 530 nm' de absorbans belirlenmiştir. Askorbik

asitin konsantrasyonu standart kurveden hesaplanmıştır (Mokherjee and Choudhuri 1983).

3.2.9 Bitkilerin B, Na ve Cl içerikleri

Kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örnekleri kuru yakma yöntemi ile yakıldıktan sonra, B (Wolf, 1974)' göre spektrofotometrik olarak ve Na fleymfotometre ile, su ile ekstrakte edilmiş bitkinin klor miktarı, potasyum kromat indikatörü ile renklendirilmiş ve AgNO₃ ile titre edilerek belirlenmiştir (Johnson and Ulrich 1959) ile belirlenmiştir.

3.3 Antioksidan Enzimler

Bitki ekstraktının çıkarılması

1 g sıvı-N de dondurulmuş örnek 5 ml soğuk (0.1 M na-fosfat pH (7.5), 0.5 mM Na-EDTA ve 1 mM Askorbik asit ile homojenize edildikten sonra, homojenat 4 °C de 30 dakika 18000 g de santrifüj edilmiştir. Homojenatın bir kısmında hemen Katalaz belirlenmiştir ve daha sonra SOD ve AP belirlemesi için ekstrakt -20 °Cde bekletilmiştir (Jebara *et al.* 2005).

3.3.1 Katalaz (KAT) aktivitesinin belirlenmesi

KAT: 240 nm da H₂O₂ nin kaybolmasının izlenmesi ile belirlenmiştir. Reaksiyon çözeltisi: 2.5 ml 0.05 M fosfat bufer (pH 7.0), 1.5 mM H₂O₂ ve 0.2 ml ekstraktıdır. Değerlendirme: 1 mg protein için 1 dakika içinde absorbansdaki değişim veya Ext. Coef. 240 nm dalga boyunda 40 mM cm⁻¹ olarak belirlenmiştir (Jebara *et al.* 2005).

3.3.2 Askorbat peroksidaz (AP) aktivitesinin belirlenmesi

290 nm de askorbik asite bağlı H₂O₂ nin indirgenmesi ölçülmüştür. Reaksiyon çözeltisi: 3 ml 50 mM K-Fosfat bufer (pH 7.0), 0.5 mM askorbik asit, 0.1 mM EDTA, 1.5 mM

H₂O₂ ve 0.1 ml enzim ekstraktıdır. Reaksiyon 0.1 ml ekstrak proteinin ilavesi ile başlar. Değerlendirme: 1 mg protein için 1 dakika içinde absorbandsaki değişim 290 nm dalga boyunda 2.8 mM cm⁻¹ olarak belirlenmiştir (Sairam *et al.* 2000).

3.3.3 Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin belirlenmesi

Nitroblue Tetrazolium (NBT) un 560 nm’ de inhibasyonu ile belirlenmiştir. Reaksiyon çözeltisi: 2.5 ml (50 mM Na-fosfat bufer(pH 7.0), 0.1 mM Na-EDTA, 33 µM NBT, 5 µM Riboflavin, 13 mM methionin) ve 0. 1 veya 0.2 ml enzim ekstraktı çalkalanmıştır ve 560 nm de absorpsiyon belirlenmiştir. Reaksiyon 25 °C de (40 W) 75 µmol m⁻² s⁻¹ de 10 dakika bekletilerek sağlanmıştır. Kontrol çözeltisi (enzimsiz olarak karanlıkta aynı süre bekletilir). Kontrol ve Reaksiyon çözeltisi 560 nm de okunmuştur. SOD aktivitesi Unit olarak NBT nin % 50 sini indirgeyen aktivite olarak belirlenmiştir (Rahnama and Ebrahimzadeh, 2005).

3.4 Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinde Uygulanan Yöntemler

Toprak örnekleri, laboratuvarında hava kurusu duruma getirilip ve 2 mm’lik elekten geçirildikten sonra aşağıda belirtilen fiziksel ve kimyasal analiz işlemlerine tabi tutulmuştur (Anonymous 1951). Araştırmada ele alınan tüm toprak analizleri üç tekrarlamalı olarak değerlendirilmiştir.

3.4.1 Tekstür (Bünye)

Toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde Hidrometre yöntemine göre belirlenmiş, tekstür sınıfları ise “Soil Survey Manual” (Anonymous 1951)’e göre saptanmıştır.

3.4.2 Toprak reaksiyonu (pH)

1/2.5 toprak / su karışımında cam elektrotlu pH-metre ile belirlenmiştir (Jackson 1958).

3.4.3 Elektriksel iletkenlik (EC)

Elektriksel iletkenlik değeri 1:2.5 oranında saf su ile sulandırılmış toprak örneklerinde EC metre ile belirlenmiştir (Richards 1954).

3.4.4 Organik madde

Jackson (1958) tarafından bildirildiği şekilde değiştirilmiş Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir

3.4.5 Kireç

Hızalan ve Ünal (1966) tarafından açıklandığı şekilde Scheibler kalsimetresiyle belirlenmiştir.

3.4.6 Toplam azot (N)

Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

3.4.7 Yarayışlı fosfor (P)

Toprak örneklerinde fosfor Olsen *et al.* (1954) tarafından bildirildiği şekilde, 0.5 N NaHCO₃ (pH: 8.5) ile ekstrakte edilerek çözeltiliye geçen fosfor (P), molibdofosforik mavi renk yöntemine göre Shimadzu model UV 1201 spektrofotometresinde belirlenmiştir.

3.4.8 Yarayışlı potasyum (K) ve sodyum (Na)

Pratt (1965) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örnekleri 1.0 N nötr (pH: 7.0) amonyum asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) ile ekstrakte edilerek süzükteki potasyum (K) ve sodyum (Na) fleymfotometre ile belirlenmiştir.

3.4.9 Yarayışlı kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg)

Pratt (1965) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örnekleri 1.0 N nötr (pH: 7.0) amonyum asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) ile ekstrakte edilerek süzükteki kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) AAS Vario 6 atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir.

3.4.10 Yarayışlı bor (B)

Wolf (1971) tarafından bildirildiği şekilde; pH'sı 4.8 olan sodyum asetat (100 g $\text{CH}_3\text{COONa L}^{-1}$) çözültisiyle ekstrakte edilen bor (B) azometin-H yöntemine göre Shimadzu model UV 1201 spektrofotometresinde belirlenmiştir.

3.4.11 Yarayışlı klor (Cl)

Su ile ekstrakte edilmiş toprakların klor miktarı, potasyum kromat indikatörü ile renklendirilmiş ve AgNO_3 ile titre edilerek belirlenmiştir (Johnson and Ulrich 1959).

3.4.12 Yarayışlı demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu) ve mangan (Mn)

Lindsay and Norvell (1978) tarafından açıklandığı gibi, toprak-çözelti oranı 1:2 olacak şekilde 0.005 M DTPA (diötilen triamin penta asetik asit) + 0.01 M CaCl_2 + 0.1 M TEA (trietanolamin) karışım çözültisi (pH: 7.3) ile 2 saat çalkalanarak ekstrakte edilen süzükte Fe, Zn, Cu ve Mn Analytikjena AAS Vario 6 atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir.

Çizelge 3.1 Toprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan standart değerler (N %, diğerleri mg kg⁻¹ olarak ifade edilmiştir). (Follet 1969, Lindsay and Norwell 1969, Wolf 1971, Anonymus 1990)

Besin maddesi	Metot	Çok az	Az	Yeterli	Fazla	Çok fazla
N	Kjeldahl	< 0.045	0.045-0.090	0.090-0.170	0.170-0.320	>0.320
P	NaHCO ₃	< 2.5	2.5-8.0	8.0-25.0	25.0-80.0	> 80.0
K	CH ₃ COONH ₄	< 50	50-140	140-370	370-1000	> 1000
Ca	CH ₃ COONH ₄	0-380	380-1150	1150-3500	3500-10000	> 10000
Mg	CH ₃ COONH ₄	0-50	50-160	160-480	480-1500	> 1500
Mn	DTPA	< 4	4-14	14-50	50-170	> 170
Zn	DTPA	< 0.2	0.2-0.7	0.7-2.4	2.4-8.0	> 8.0
B	CH ₃ COONH ₄	<0.4	0.4-0.9	1.0-2.4	2.5-4.9	>5
Fe	DTPA	Az <0.2	Orta 0.2-4.5	Fazla >4.5		
Cu	DTPA	Yetersiz < 0.2	Yeterli > 0.2			

3.5 İstatistik Analizler

Uygulama sonuçlarının önemliliği “Varyans analizi” ile Minitab paket programı kullanılarak, uygulamalar arasındaki farklılıklar ise Mstat paket programı ile LSD testi ile belirlenmiştir.

3.6 Stres Hasasiyet İndeksi (SSI)

Deneme sonunda stres uygulanan ve uygulanmayan bitkilerden alınan kanopi ağırlığı (sürgün + yaprak) ile anaçların stres stabilite indeksleri belirlenecektir (SSI). SSI aşağıda verilen formül yardımıyla hesaplanacaktır (Cornic1996).

$$SSI = (1 - Y_{ds} / Y_{no}) / (1 - X_{ds} / X_{no})$$

Y_{ds}: stresli koşullarda kanopi (sürgün ve yaprak)

Y_{no} optimal koşullarda kanopi ağırlığı

X_{ds} stresli koşullarda çeşitlerden elde edilen ortalama kanopi ağırlığı (sürgün ve yaprak),

X_{no} ise optimal koşullarda çeşitlerden elde edilen ortalama kanopi ağırlığı

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan toprakta yapılan analizler sonucu belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre deneme toprağının killi tınlı bünyeye sahip, organik madde miktarı çok az, orta kireçli, azot ve fosfor miktarı bakımından yeterli, tuzsuz ve alkalın reaksiyonlu, kalsiyum ve mangan içeriğince yetersiz, magnezyumca fazla, bor, sodyum, demir, çinko ve bakır içeriği bakımından yeterli, Çizelge 4.12’ de verilen sınır değerleri ile karşılaştırılarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.1 Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özelliği		Birim	Miktar	
Toplam Kireç (CaCO ₃)		%	5.94	
Elektriksel İletkenlik (EC)		dS m ⁻¹	0.215	
pH		1:2.5 (toprak/su)	7.90	
Organik Madde		%	1.206	
Toplam Azot (N)		%	0.153	
Bitkiye yararlı	Klor (Cl)	%	0.068	
	Potasyum (K)	mg kg ⁻¹	489	
	Kalsiyum (Ca)	mg kg ⁻¹	8120	
	Magnezyum (Mg)	mg kg ⁻¹	723	
	Sodyum (Na)	mg kg ⁻¹	17.21	
	Fosfor (P)	mg kg ⁻¹	17.71	
	Bor (B)	mg kg ⁻¹	1.98	
	Çinko (Zn)	mg kg ⁻¹	1.16	
	Bakır (Cu)	mg kg ⁻¹	2.00	
	Mangan (Mn)	mg kg ⁻¹	13.6	
	Demir (Fe)	mg kg ⁻¹	2.80	
Tekstür Sınıfı	Killi Tın	Kil	%	39.6
		Silt	%	33.7
		Kum	%	26.6

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan toprakta yapılan analizler sonucu belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre deneme toprağının killi tınlı bünyeye sahip, organik madde miktarı çok az, orta kireçli, azot ve fosfor miktarı bakımından yeterli, tuzsuz ve alkalın reaksiyonlu, kalsiyum ve mangan içeriğince yetersiz, magnezyumca fazla, bor, sodyum, demir, çinko ve bakır içeriği bakımından yeterli, Çizelge 4.12’ de verilen sınır değerleri ile karşılaştırılarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.1 Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özelliği		Birim	Miktar	
Toplam Kireç (CaCO ₃)		%	5.94	
Elektriksel İletkenlik (EC)		dS m ⁻¹	0.215	
pH		1:2.5 (toprak/su)	7.90	
Organik Madde		%	1.206	
Toplam Azot (N)		%	0.153	
Bitkiye yararlı	Klor (Cl)	%	0.068	
	Potasyum (K)	mg kg ⁻¹	489	
	Kalsiyum (Ca)	mg kg ⁻¹	8120	
	Magnezyum (Mg)	mg kg ⁻¹	723	
	Sodyum (Na)	mg kg ⁻¹	17.21	
	Fosfor (P)	mg kg ⁻¹	17.71	
	Bor (B)	mg kg ⁻¹	1.98	
	Çinko (Zn)	mg kg ⁻¹	1.16	
	Bakır (Cu)	mg kg ⁻¹	2.00	
	Mangan (Mn)	mg kg ⁻¹	13.6	
Demir (Fe)	mg kg ⁻¹	2.80		
Tekstür Sınıfı	Killi Tın	Kil	%	39.6
		Silt	%	33.7
		Kum	%	26.6

4.2 Farklı Amerikan Asma Anaçları Üzerine Aşılı Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Bitki Verileri

4.2.1 Toksikite belirtileri

Yüksek tuz (50 mM Tuz) ve bor (20 mg kg⁻¹B) uygulamasında yetiştirilen 41B ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarında görülen bor toksisitesi Şekil 4.1 ve 4.2' de verilmiştir.

Şekil 4.1 ve 4.2' den de görüldüğü gibi sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin özellikle yaşlı yapraklarının yaprak kenarlarında daha yoğun olmak üzere nokta nokta renk açılmaları meydana gelmiş ve bu belirtiler zamanla yanma ve nekroz oluşumlarına dönüşmüştür. Toksikite belirtileri özellikle 41B ve 99R anacı üzerine aşılı asmalarda kendisini daha şiddetli olarak göstermiştir



Şekil 4.1 99R anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yaprağındaki bor toksisitesi



Şekil 4.2 41B anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yaprağındaki bor toksisitesi

4.2.2 Yaş ve kuru ağırlık

Bor ve tuz uygulanan 8 farklı Amerikan asma anacı üzerine aşılı sultani çekirdeksiz (*vitis vinifera L.*) üzüm çeşidinin yaş ve kuru ağırlıkları Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Tuz ve tuz ile bor uygulanan sekiz farklı asma anacı üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yaş ve kuru ağırlıklarına etkisi incelendiğinde uygulama*çeşit interaksiyonunun ve uygulamaların etkisinin önemli olmadığı, çeşitler arası farklılığın ise önemli olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerin yaş ve kuru ağırlıkları incelendiğinde en yüksek ağırlık 1616C (41.3 g/bitki) bitkisinden elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 5BB (39.6 g/bitki), SO4 (38.6 g/bitki), 1103P (33.6 g/bitki), 41B (33.4 g/bitki), 99R (32.9 g/bitki), 110R (32.4 g/bitki) ve 140Ru (29.8. g/bitki) anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi izlemiştir. Çeşitlerin kuru ağırlıklarında ise yine en yüksek kuru ağırlık 1616C (14.1 g/bitki) bitkisinde görülürken, bunu sırasıyla 5BB (13.1 g/bitki), SO4 (12.9 g/bitki), 41B (11.1 g/bitki), 1103P (10.9 g/bitki), 110R (10.9 g/bitki), 99R (10.7 g/bitki), ve 140Ru (9.64 g/bitki) anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi izlemiştir.

Çizelge 4.2. Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yaş ve kuru ağırlıkları (g/bitki) üzerine etkisi

		(yaprak+petiol+sürgün)								
	Uygulamalar	SÇ/1616C	SÇ/1103P	SÇ/140Ru	SÇ/110R	SÇ/99R	SÇ/41B	SÇ/5BB	SÇ/SO4	Ortalama
Yaş Ağırlık (g/bitki)	Kontrol	44.7	28.0	30.7	24.7	33.3	24.0	38.7	42.7	33.3
	25 mM tuz	40.0	36.0	29.3	30.0	31.3	32.0	38.7	34.0	33.9
	50 mM tuz	36.0	40.0	33.3	34.7	37.3	44.7	42.0	35.3	37.9
	25 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	42.0	31.3	29.3	39.3	32.7	34.0	40.0	38.0	35.8
	50 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	44.0	32.6	26.7	33.3	30.0	32.7	38.7	43.3	35.1
	F çeşit: 3.39** (LSD 6.22)	41.3 A	33.6 BCD	29.8 D	32.4 CD	32.9 BCD	33.4 BCD	39.6AB	38.6 ABC	
Kuru Ağırlık (g/bitki)	Kontrol	13.7	9.6	10.2	8.45	10.7	7.86	12.1	13.7	10.8
	25 mM tuz	14.7	12.8	9.44	10.6	10.5	11.3	12.6	11.2	11.6
	50 mM tuz	12.2	12.2	10.0	11.7	11.4	14.2	14.4	11.0	12.2
	25 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	14.03	10.0	9.95	13.3	11.0	10.9	12.9	13.3	11.9
	50 mM tuz + 20 mg kg⁻¹ B	15.9	9.98	8.57	10.2	10.0	11.2	13.3	15.1	11.8
	F çeşit: 2.97** (LSD 2.45)	14.1 A	10.9 BC	9.64 C	10.9 BC	10.7 BC	11.1 BC	13.1 AB	12.9 AB	

ö.d : önemli değil. *:p<0.05 düzeyinde öneml **: p<0.01 düzeyinde önemli.. Aynı harfler Duncan testine göre ortalamalar arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir. Harfler yukarıdan aşağıya Duncanları vermektedir.

4.2.3 Nisbi klorofil ve stoma direnci

Anaçların nisbi klorofilleri üzerine uygulama*eşit interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur (izelge 4.3). Tuz uygulamalarına bağlı olarak 140Ru, 1103P, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi klorofil miktarları artmış, 41B bitkisinin nisbi klofil miktarı ise azalmıştır. 110R anacı üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi klorofil miktarının tuz uygulamalarından etkilenmediği belirlenmiştir. Düşük tuz uygulamasının 1616C ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi klorofil miktarı üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisi olmamıştır. Bunun aksine yüksek tuz uygulaması ile aynı bitkilerin nisbi klorofil miktarlarında artış olmuştur. Tuz ve bor uygulamaları yalın tuz uygulamaları ile beraber değerlendirilmiştir. Buna göre, tuz ve bor uygulamalarının 140Ru, 110R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi klorofil miktarları üzerine etkisi önemsiz olmuştur. Yüksek tuz ve bor uygulaması yalın tuz uygulamasıyla karşılaştırıldığında 99R ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi klorofil miktarındaki artışın, 1103P ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi klorofil miktarlarındaki azalışın önemli olduğu belirlenmiştir. Her iki tuz uygulamasına ilave edilen bor ile 1616C anacı üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi klorofil miktarı artmıştır. Tuz ve bor uygulamaları kontrole karşılaştırıldığında 1616C, 1103P, 140Ru ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi klorofil miktarları bor ve tuz uygulamalarına bağlı olarak artarken, 41B anacı üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi klorofil miktarı azalmıştır. 110R bitkisi üzerine ise tuz ve bor uygulamalarının önemli bir etkisi olmamıştır.

Farklı Amerikan asma anaçları üzerine aşılı sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinin stoma direncinde meydana gelen değişimler izelge 4.3' te verilmiştir. Buna göre Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidi aşılı anaçların stoma dirençleri üzerine uygulama* eşit interaksiyonu önemli bulunmuştur. Tuz uygulamalarına bağlı olarak tüm bitkilerin stoma dirençlerindeki artış önemli olmuştur. Tuz ve bor uygulamaları yalın tuz uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ilave edilen bor ile genel olarak tüm bitkilerin stoma dirençlerinin daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi klorofil ve stoma dirençleri (s/cm) üzerine etkisi

	Uygulamalar	SÇ/1616C	SÇ/1103P	SÇ/140Ru	SÇ/110R	SÇ/99R	SÇ/41B	SÇ/5BB	SÇ/SO4	Ortalama
Nisbi Klorofil	Kontrol	149 C	142 D	170 C	204 A	178 B	195 A	164 C	96 D	163
	25 mM tuz	152 C	163 C	207 AB	201 A	192 B	149 B	208 A	137 C	177
	50 mM tuz	189 B	247 A	213 AB	214 A	233 A	151 B	188 B	180 A	202
	25 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	201 AB	197 B	222 A	199 A	161 C	151 B	161 C	129 C	178
	50 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	207 A	200 B	202 B	196 A	220 A	160 B	201 AB	162 B	193
	F çeşit*uyg.:14.87 (LSD 16.5)	179	190	203	203	197	161	184	141	
Stoma Direnci (s/cm)	Kontrol	3.07 D	6.63 D	3.37 D	2.26 D	3.10 C	5.15 D	9.13 D	11.7 C	5.5
	25 mM tuz	10.9 C	14.9 C	8.13 C	8.63 C	13.97 B	9.83 C	13.2 C	17.9 B	17.4
	50 mM tuz	15.4 B	20.6 B	12.17 B	17.1 B	20.1 A	13.2 B	17.9 B	17.4 B	16.7
	25 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	13.4 BC	16.9 C	13.1 B	14.4 B	16.8 B	19.4 A	19.9 A	18.2 B	16.5
	50 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	18.8 A	23.7 A	23.9 A	35.2 A	21.9 A	21.4 A	25.9 A	22.0 A	22.8
	F çeşit*uyg.: 4.39 (LSD2.96)	12.3	16.5	12.1	13.5	15.1	13.8	17.2	16.8	

ö.d : önemli değil. *:p<0.05 düzeyinde önemli. **: p<0.01 düzeyinde önemli.Aynı harfler Duncan testine göre ortalamalar arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir. Harfler yukarıdan aşağıya Duncanları vermektedir.

4.2.4 Membran stabilite indeksi ve nisbi nem içerikleri

Tuz ve bor uygulamalarının Amerikan asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin membran stabilite indeksi üzerine etkisi Çizelge 4.4' de verilmiştir. Buna göre, uygulama*çeşit interaksyonu önemli bulunmuştur. Yalın tuz uygulamalarının bitkilerin membran stabilite indeksi üzerine etkisi önemsiz olmuştur. Bitkilerin membran stabilite indeksleri tuz ile bor uygulamalarına bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. 1616C, 1103P, 140Ru, 110R, 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin membran stabilite indeksleri uygulamalardan önemli oranda etkilenmezken 41B anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin membran stabilite indeksi 25 mM tuz ve 20 mg kg⁻¹ bor uygulamasında azalırken, 5BB anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinden 50 mM tuz ve 20 mg kg⁻¹ bor uygulamasında en düşük membran stabilite indeksi değeri elde edilmiştir.

Çizelge 4.4' te 8 farklı Amerikan asma anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi nem miktarları üzerine etkisi verilmiştir. Buna göre uygulamaların etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Kontrole göre 25 mM tuz ve 50 mM tuz (%96.2 ve %95.4) uygulamalarında yetiştirilen bitkilerin nisbi nem miktarlarındaki azalışın önemli olmadığı görülmüştür. Düşük ve yüksek tuz ile beraber uygulanan bor' a bağlı olarak bitkilerin nisbi nem miktarlarındaki azalış (%92.7 ve %94.7) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.4 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin membran stabilite indeksi (%) ve nisbi nem (%) miktarları üzerine etkisi

	Uygulamalar	SÇ/1616C	SÇ/1103P	SÇ/140Ru	SÇ/110R	SÇ/99R	SÇ/41B	SÇ/5BB	SÇ/SO4	Ortalama
Membran Stabilite İndeksi (%)	Kontrol	89.9 A	88.7 A	89.4 A	89.8 A	89.1 A	90.1 A	88.9 A	88.6 A	89.3
	25 mM tuz	88.4 A	88.3 A	88.0 A	88.1 A	88.6 A	89.0 AB	88.4 AB	88.9 A	88.5
	50 mM tuz	89.4 A	89.1 A	88.8 A	89.9 A	90.3 A	89.6 AB	88.4 AB	87.5 A	89.1
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	88.4 AB	90.9 A	88.2 A	89.2 A	89.5 A	87.1 B	86.9 AB	88.9 A	88.6
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	90,6 A	90.8 A	88.4 A	87.3 A	88.9 A	88.8 AB	86.0 B	87.9 A	88.6
	F çeşit*uyg.: 2.01* (LSD 1.58)	89.3	89.6	88.5	88.9	89.3	88.9	87.7	88.3	
	Kontrol	93.4	95.7	97.8	97.9	98.1	97.4	100	98.2	97.3 a
Nisbi Nem (%)	25 mM tuz	96.6	89.2	92.7	100	100	96.0	100	95.3	96.2 ab
	50 mM tuz	94.3	97.8	96.4	94.0	98.2	92.9	94.2	97.7	95.4 ab
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	94.8	92.5	92.5	91.8	93.6	93.8	95.3	87.4	92.7 c
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	95.4	96.0	93.9	96.3	92.6	94.5	95.9	92.7	94.7 bc
	Ortalama (ö.d)	89.3	89.6	88.6	88.9	89.3	88.9	87.8	88.3	Fuyg.:4.37** (LSD 2.32)

ö.d : önemli değil *p:<0.05 düzeyinde önemli. **: p<0.01 düzeyinde önemli .Aynı harfler Duncan testine göre ortalamalar arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir. Harfler yukarıdan aşağıya Duncanları vermektedir.

4.2.5 Prolin ve askorbik asit içeriği

Sekiz farklı asma anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin miktarları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Buna göre Sultani çekirdeksiz prolin miktarları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi üzerine uygulama*çeşit interaksyonu önemli bulunmuştur. Düşük tuz uygulamasında 140Ru ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin miktarlarında artış görülürken diğer bitkilerin prolin miktarındaki değişim önemli olmamıştır. Artan tuz konsantrasyonu 41B anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin miktarında önemli bir değişime neden olmazken, diğer tüm bitkilerin prolin miktarlarındaki artış istatistiki olarak önemli olmuştur. Düşük tuz uygulamasına ilave edilen bor ile yalın tuz uygulaması beraber değerlendirildiğinde, 1103P, 140Ru, 110R, 41B ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin miktarlarındaki artış önemli olmuştur. Bunun aksine 1616C, 99R ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin miktarlarındaki değişim ise önemsiz olmuştur. Artan tuz ve bor uygulaması ile yalın tuz uygulaması karşılaştırıldığında, 41B ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin miktarlarında artış görülmüş, 110R anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin miktarında ise azalma olmuştur. Diğer bitkilerin prolin miktarlarındaki değişim ise önemsiz olmuştur. Düşük tuz ve bor uygulaması kontrol ile beraber değerlendirildiğinde, 1103P, 140Ru, 110R, 41B, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin miktarlarındaki artışın, yüksek tuz ve bor uygulamasında ise 1103P, 140Ru, 99R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin miktarlarındaki artışın önemli olduğu belirlenmiştir. Bunun aksine 110R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin miktarlarında azalışın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5' de farklı Amerikan asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin tuz ve tuz ile bor uygulamaları sonucu askorbik asit miktarlarındaki değişimler verilmiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde bitkilerin askorbik asit miktarları üzerine uygulama*çeşit interaksyonunun önemli olduğu belirlenmiştir. Buna göre, düşük tuz

uygulamasını kontrolle karşılaştırıldığında 1616C ve 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarlarında azalma, 99R ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarlarında artma görülmüştür. Diğer bitkilerin askorbik asit miktarlarındaki değişim ise önemsiz olmuştur. Artan tuz uygulamaları kontrolle beraber değerlendirildiğinde, 1616C, 140Ru ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarlarında azalış, bunun aksine 5BB anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarında artış görülmüştür. 1103P, 99R, 110R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarlarındaki değişimin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Tuz ve bor uygulamaları yalnız tuz uygulamaları ile karşılaştırıldığında 1616C, 99R ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarlarındaki değişim önemli olmamıştır. 25 mM tuz ve bor uygulamasında 110R anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarında artış görülürken, artan tuz ve bor uygulamasında 41B ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarlarında artış görülmüştür. Tuz ve bor uygulamaları kontrole göre değerlendirildiğinde 1616C, 1103P ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarında tuza ve bora bağlı olarak düşüş görülmüştür.

Çizelge 4.5 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin (mmol kg^{-1}) ve askorbik asit (mmol kg^{-1}) miktarları üzerine etkisi

	Uygulamalar	SÇ/1616C	SÇ/1103P	SÇ/140Ru	SÇ/110R	SÇ/99R	SÇ/41B	SÇ/5BB	SÇ/SO4	Ortalama
Prolin (mmol kg^{-1})	Kontrol	0.07 B	0.11 C	0.10 D	0.08 C	0.09 D	0.13 B	0.14 D	0.37 A	0.13
	25 mM tuz	0.11 AB	0.09 C	0.33 C	0.11 C	0.25 A	0.13 B	0.19 CD	0.36 A	0.19
	50 mM tuz	0.14 A	0.20 A	0.19 B	0.32 A	0.18 BC	0.12 B	0.26 B	0.16 C	0.20
	25 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	0.13 AB	0.14 B	0.25 B	0.24 B	0.23 AB	0.21 A	0.21 BC	0.24 B	0.21
	50 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	0.10 AB	0.17 AB	0.20 BC	0.12 C	0.17 C	0.20 A	0.49 A	0.15 C	0.20
	F çeşit*uyg.: 17.49** (LSD 5.59)	0.11	0.14	0.21	0.18	0.19	0.16	0.27	0.26	
Askorbik Asit (mmol kg^{-1})	Kontrol	65.9 A	64.1 A	75.3 A	60.7 A	69.5 BC	67.8 A	53.6 C	62.3 BC	64.9
	25 mM tuz	46.4 B	61.6 AB	78.8 A	51.0 B	78.6 A	63.9 AB	54.1 AB	67.9 B	62.8
	50 mM tuz	52.7 B	61.4 AB	62.1 B	59.6 A	63.9 C	57.1 BC	54.6 AB	58.8 C	58.8
	25 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	51.7 B	49.4 C	64.1 A	62.0 A	76.6 AB	55.0 C	61.0 A	68.5 B	61.0
	50 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	47.4 B	55.7 BC	59.3 C	59.4 A	70.4 BC	67.9 A	47.6 B	78.2 A	60.7
	F çeşit*uyg.: 5.65* * (LSD7.66)	52.8	58.4	67.9	58.5	71.8	62.3	54.2	67.1	

ö.d : önemli değil. *:p<0.05 düzeyinde önemli. **: p<0.01 düzeyinde önemli. Aynı harfler Duncan testine göre ortalamalar arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir. Harfler yukarıdan aşağıya Duncanları vermektedir.

4.2.6 Lipid peroksidasyon (MDA) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) miktarları

Sekiz farklı Amerikan asma anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin lipid peroksidasyon (MDA) miktarları Çizelge 4.6' da verilmiştir. Bitkilerin MDA miktarları üzerine uygulama*çeşit interaksiyonunun etkisi önemli olmuştur. Artan tuz uygulamalarına bağlı olarak 1616C ve 140Ru anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA miktarlarındaki azalış önemli olmuştur. 1103P ve 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA miktarındaki değişim ise önemsiz olmuştur. 99R, 41B, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin 25 mM tuz uygulamasındaki MDA miktarları artarken, 50 mM tuz uygulamasında aynı bitkilerin MDA miktarları değişmemiştir. Tuz ve bor uygulamaları yalın tuz uygulamalarıyla karşılaştırıldığında 1616C, 1103P, 110R, ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA miktarlarındaki değişim önemsiz olmuştur. 25 mM tuz ve bor uygulamasında 41B ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA miktarlarında azalış, 50 mM tuz ve bor uygulamasında 140Ru, 99R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA miktarlarındaki artış önemli bulunmuştur. Tuz ve bor uygulamaları kontrole göre değerlendirildiğinde 1616C, 110R, 41B ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA miktarlarında uygulamalara bağlı olarak bir değişme görülmemiştir. 25 mM tuz ve bor uygulamasında 1103P ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA miktarları artar iken, 110R ve SO4 anaçlarının MDA miktarlarında azalmıştır. 50 mM tuz ve bor uygulaması kontrol ile beraber değerlendirildiğinde 140Ru anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA miktarında azalma, bunun aksine 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA miktarlarında yükselme olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6 incelendiğinde anaçların hidrojen peroksit (H₂O₂) miktarları üzerine çeşit* uygulama interaksiyonunun önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.6' ya göre 1616C, 1103P, 140Ru, 41B, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin üzerine artan tuz konsantrasyonlarının etkisi önemsiz olmuştur. 99R anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin H₂O₂ miktarında ise artış olduğu

belirlenmiştir. Tuz ve bor uygulamalarının 1616C, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin H₂O₂ miktarları üzerine önemli etkisi olmadığı saptanmıştır. 25 mM tuz ve bor uygulaması yalın tuz uygulaması ile karşılaştırıldığında, 1103P ve 140Ru anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin H₂O₂ miktarlarında artış, 110R anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin H₂O₂ miktarında ise azalma olmuştur. 50 mM tuz ve bor uygulaması 50 mM yalın tuz uygulaması ile karşılaştırıldığında 1103P, 99R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin H₂O₂ miktarlarındaki artışın istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. Tuz ve bor uygulamaları kontrol ile beraber değerlendirildiğinde 1616C, 110R, 41B, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin H₂O₂ miktarları değişme olmadığı, 1103P ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin H₂O₂ miktarlarının arttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.6 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA (nmol kg⁻¹) ve H₂O₂ (mmol kg⁻¹) miktarları üzerine etkisi

Uygulamalar		SÇ/1616C	SÇ/1103P	SÇ/140Ru	SÇ/110R	SÇ/99R	SÇ/41B	SÇ/5BB	SÇ/SO4	Ortalama
MDA (nmol kg ⁻¹)	Kontrol	10.3 A	6.23 B	12.1 A	8.34 ABC	7.70 B	10.5 BC	9.54 BC	7.27 B	9.02
	25 mM tuz	6.97 BC	7.39 AB	7.57 B	9.29 AB	16.5 A	9.84 A	13.5 A	12.4 A	10.0
	50 mM tuz	5.37 C	7.39 AB	4.30 C	5.93 C	7.27 B	4.51 C	7.44 C	9.89 AB	6.51
	25 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	8.81 AB	10.1 A	7.18 B	10.2 A	14.8 A	11.8 B	10.8 AB	7.57 B	10.1
	50 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	7.82 ABC	5.29 B	7.48 B	6.70 BC	15.0 A	11.5 B	9.77 BC	12.3 A	9.51
	F çeşit*uyg.: 5.68** (LSD 2.75)	7.82	7.30	7.74	8.11	12.2	9.60	10.2	9.91	
H ₂ O ₂ (mmol kg ⁻¹)	Kontrol	13.6 A	9.75 C	13.8 AB	12.1 B	13.6 C	12.4 AB	12.0 A	8.55 A	12.0
	25 mM tuz	12.1 A	11.8 C	16.1 A	20.8 A	20.8 B	14.7 AB	15.7 A	10.0 A	15.2
	50 mM tuz	15.1 A	8.55 C	9.65 BC	16.4 AB	20.0 B	9.45 B	13.5 A	11.8 A	13.0
	25 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	9.55 A	23.5 A	8.45 BC	14.7 B	22.7 B	12.2 AB	11. A	9.85 A	14.0
	50 mM tuz + 20 mg kg⁻¹B	11.3 A	17.5 B	7.85 C	11.8 B	50.2 A	17.7 A	13.4 A	10.4 A	17.6
	F çeşit*uyg.: 10.65** (LSD 5.15)	12.3	14.2	11.2	15.2	25.5	13.3	13.2	10.1	

ö.d : önemli değil. *:p<0.05 düzeyinde önemli.**: p<0.01 düzeyinde önemli . Aynı harfler Duncan testine göre ortalamalar arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir.
Harfler yukarıdan aşağıya Duncanları vermektedir

4.3 Farklı Amerikan Asma Anaçları Üzerine Aşılı Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Antioksidan Enzim Aktiviteleri

4.3.1 Katalaz (KAT), süperoksit dismutaz (SOD) ve askorbat peroksidaz (AP) aktiviteleri

Çizelge 4.7' de Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılı olduğu 8 farklı Amerikan asma anacının tuz ve tuz ile bor uygulamaları sonucu katalaz aktivitesindeki değişimler verilmiştir. Çizelge 4.7 incelendiğinde uygulama*çeşit interaksiyonunun bitkilerin katalaz (KAT) miktarı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Buna göre tuz uygulamalarına bağlı olarak bitkilerin KAT aktivitesinde farklılıklar görülmüştür. Düşük tuz uygulamasında 1103P, 110R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin KAT aktivitesindeki artış önemli bulunurken, 140Ru anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin KAT enzim aktivitesindeki azalış önemli bulunmuştur. Yüksek tuz uygulamasında yetiştirilen bitkilerin KAT enzim aktivitesi değerlendirildiğinde 1616C, 1103P anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin enzim aktivitesinde artış, 140Ru, 99R, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin KAT aktivitesinde azalma görülmüştür. 110R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin KAT aktivitesindeki değişimin ise istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Tuz ve bor uygulamaları yalın tuz uygulamaları ile karşılaştırıldığında bitkilerin KAT aktivitesindeki değişim değerlendirilmiştir. Buna göre düşük ve yüksek tuz uygulamalarına ilave edilen bor ile 1103P, 140Ru, 99R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin KAT enzim aktivitesinde yalın tuz uygulamalarına göre önemli artışlar belirlenmiştir. Yüksek tuz ve bor uygulaması yalın tuz uygulaması ile karşılaştırıldığında 110R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin KAT aktivitesinde artış, yine aynı bitkilerin düşük tuz ve bor uygulamasında KAT aktivitelerinde düşüş olduğu belirlenmiştir. 5BB anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin KAT aktivitesinde ise düşük tuz ve bor uygulamasına bağlı olarak artış, yüksek tuz ve bor uygulamasına bağlı olarak azalış olduğu belirlenmiştir. Her iki tuz düzeyine ilave edilen borun KAT aktivitesi üzerine etkisi kontrole göre değerlendirildiğinde, 1103P, 99R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin KAT aktivitesinde artış olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.7 incelendiğinde uygulama*çeşit interaksiyonunun anaçların askorbat peroksidaz (AP) miktarı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Düşük tuz uygulamasının bitkilerin AP aktivitesi üzerine etkisi değerlendirildiğinde, 110R, 99R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP enzim aktivitesinde artış, bunun aksine 1616C, 140Ru anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP enzim aktivitesinde azalış görülmüştür. Aynı uygulamanın 1103P, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP aktivitesi üzerine önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Yüksek tuz uygulaması değerlendirildiğinde, sadece 110R anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP aktivitesi artmış, 41B ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP enzim aktivitesi azalmış, diğer bitkilerin AP aktivitesi ise değişmemiştir. Tuz ve bor uygulamaları yalın tuz uygulamalarına ile beraber değerlendirilmiştir. Buna göre, düşük tuz ve bor uygulamasında yetiştirilen 1103P, 140Ru ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP aktiviteleri artarken, 110R, 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP aktiviteleri azalmış, diğer bitkilerin enzim aktivitelerinde ise önemli düzeyde bir değişimin olmadığı belirlenmiştir. Yüksek tuz ve bor uygulaması yalın tuz uygulamasına ile karşılaştırıldığında 1616C, 99R, 41B, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP aktiviteleri artmış, 1103P, 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP aktiviteleri azalmıştır.

Çizelge 4.7 incelendiğinde uygulama*çeşit interaksiyonunun anaçların süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Buna göre 25 m tuz uygulaması kontrolle karşılaştırıldığında, 1616C, 140Ru, 110R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktivitesindeki azalışın, SO4 anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktivitesindeki artışın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Yüksek tuz uygulamasını kontrol ile beraber değerlendirildiğinde, 1103P, 110R ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktiviteleri artmış, bunun aksine 140Ru ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktiviteleri azalmıştır. Diğer bitkilerin SOD aktivitelerinde değişme olmamıştır. Tuz uygulamalarına ilave edilen borun etkisi yalın tuz uygulamaları ile karşılaştırılmıştır. Buna göre düşük tuz ile bor uygulamasında 1103P ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktivitesindeki artış önemli bulunurken, aynı bitkilerin yüksek tuz ve bor

uygulamasındaki SOD aktivitesindeki azalışın önemli olduğu belirlenmiştir. 140Ru, 41B ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktivitesi her iki tuz ve bor uygulamasında azalmıştır. SO4 anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi üzerine ise tuz ve bor uygulamalarının önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Yüksek tuz ile bor uygulaması yalın tuz uygulamasıyla karşılaştırıldığında 1616C, 110R ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktivitelerinde azalma görülmüştür. Diğer bitkilerin SOD aktivitesindeki değişim ise önemli bulunmamıştır. Tuz ve bor uygulamaları kontrolle karşılaştırıldığında, düşük ve yüksek tuz ile beraber uygulanan borun 1103P, 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktivitesinde artışa neden olduğu, aynı uygulamanın 140Ru, 110R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktivitesinde azalışa neden olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.7 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin katalaz (KAT) ($\text{mmol g}^{-1} \text{ YA dk}^{-1}$), askorbat peroksidaz (AP) ($\text{mmol g}^{-1} \text{ YA dk}^{-1}$), süperoksit dismutaz (SOD) (unite g^{-1}) miktarları üzerine etkisi

Uygulamalar		SÇ/1616C	SÇ/1103P	SÇ/140Ru	SÇ/110R	SÇ/99R	SÇ/41B	SÇ/5BB	SÇ/SO4	Ortalama
KAT (mmol g^{-1} YA dk^{-1})	Kontrol	0.05 B	0.06 D	0.11 B	0.09 C	0.14 C	0.11 D	0.15 B	0.11 B	0.10
	25 mM tuz	0.05 B	0.09 C	0.08 C	0.12 B	0.15 C	0.18 B	0.16 B	0.11 B	0.12
	50 mM tuz	0.07 A	0.14 B	0.08 C	0.08 C	0.11 D	0.10 D	0.09 C	0.09 C	0.09
	25 mM tuz + 20 mg kg^{-1} B	0.07 A	0.15 B	0.11 B	0.09 C	0.17 B	0.22 A	0.18 A	0.05 D	0.13
	50 mM tuz + 20 mg kg^{-1} B	0.04 B	0.18 A	0.16 A	0.29 A	0.23 A	0.14 C	0.09 C	0.26 A	0.17
	F çeşit*uyg.: 22.30** (LSD 1.35)	0.06	0.12	0.11	0.13	0.16	0.15	0.14	0.12	
AP (mmol g^{-1} YA dk^{-1})	Kontrol	3.00 A	2.02 AB	1.45 BC	0.83 C	0.82 B	2.80 B	1.07 B	2.16 BC	1.77
	25 mM tuz	0.77 C	1.57 B	0.73 D	4.28 A	1.85 A	3.40 A	1.50 B	2.67 AB	2.10
	50 mM tuz	3.41 A	1.48 B	1.84 AB	3.48 B	0.89 B	0.61 D	1.59 B	1.54 D	1.86
	25 mM tuz + 20 mg kg^{-1} B	1.23 C	2.13 A	2.03 A	0.96 C	1.05 B	3.50 A	2.39 A	1.89 CD	1.90
	50 mM tuz + 20 mg kg^{-1} B	1.77 B	0.92 C	1.28 C	0.96 C	1.72 A	1.57 C	2.29 A	2.77 A	1.67
	F çeşit*uyg.: 6.10** (LSD 0.52)	2.04	1.62	1.47	2.10	1.27	3.38	1.77	2.21	(ö.d)
SOD (unite g^{-1})	Kontrol	1116 A	719 C	1189 A	1199 B	519 C	1261 A	1133 AB	843 C	997
	25 mM tuz	733 C	685 C	1018 B	898 C	624 BC	1017 B	1209 A	1031 AB	902
	50 mM tuz	1060 A	1340 A	722 C	1363 A	1060 A	791 C	1070 BC	942 BC	1043
	25 mM tuz + 20 mg kg^{-1} B	924 B	1054 B	622 C	971 C	1130 A	629 D	973 C	1121 A	928
	50 mM tuz + 20 mg kg^{-1} B	751 C	1109 B	479 D	874 C	682 B	541 D	825 D	1039 AB	787
	F çeşit*uyg.: 6.00** (LSD 121.16)	917	981	806	1061	803	848	1042	995	

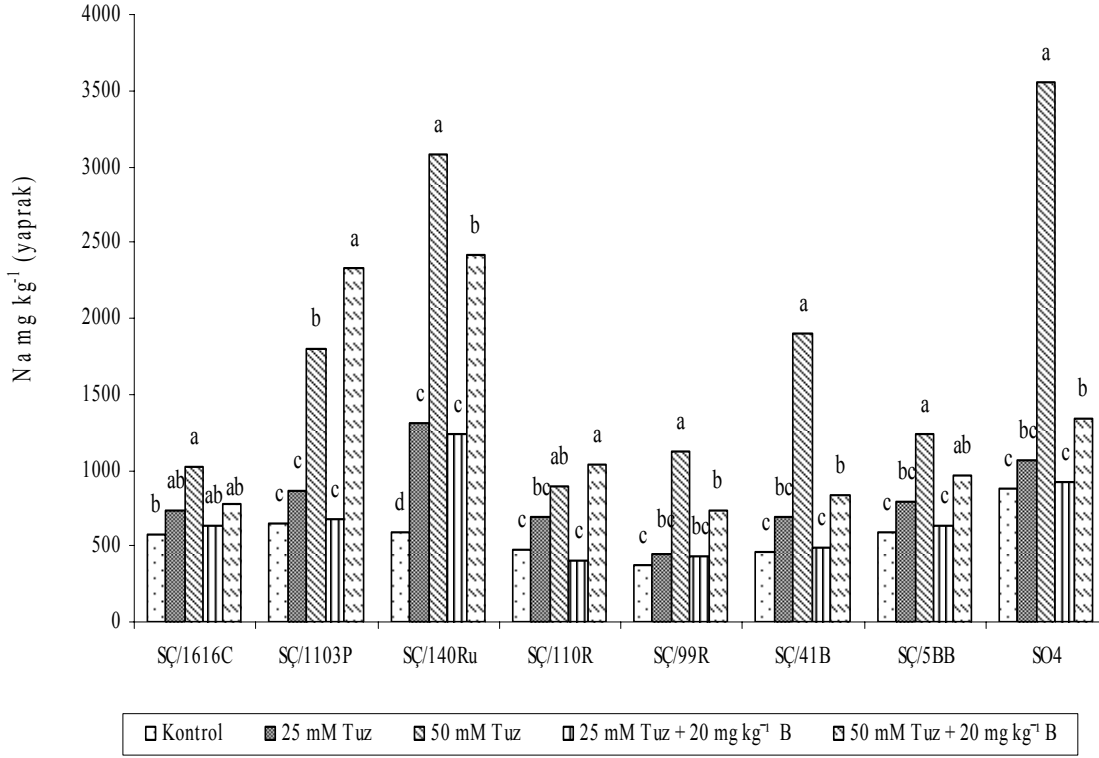
ö.d : önemli değil *p:<0.05 düzeyinde önemli **: p<0.01 düzeyinde önemli. Aynı harfler Duncan testine göre ortalamalar arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir
Harfler yukarıdan aşağıya Duncanları vermektedir.

4.4 Farklı Amerikan Asma Anaçları Üzerine Aşılı Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Yaprak, Petiol, Sürgün, Kabuk ve Gövdelerindeki Na, Cl ve B İçerikleri

4.4.1 Sodyum (Na) içerikleri

Sekiz farklı Amerikan asma anacı üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yaprak, petiol, sürgün, kabuk ve gövdelerindeki sodyum miktarları üzerine çeşit* uygulama interaksyonunun etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.8 değerlendirildiğinde düşük tuz konsantrasyonunda 140Ru anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki Na miktarındaki artış önemli bulunurken, diğer tüm Sultani çekirdeksiz aşılı anaçların Na miktarındaki artış önemsiz olmuştur. Yüksek tuz uygulamasında tüm bitkilerin Na birikimleri önemli seviyede kontrole göre artış göstermiştir. Tuz ve bor uygulamaları yalın tuz uygulamaları ile karşılaştırılmıştır. Buna göre, düşük tuz ve bor uygulamasında Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi aşılı anaçların yapraklarındaki sodyum miktarlarındaki değişim önemsiz olmuştur. Yüksek tuz ve bor uygulamaları değerlendirildiğinde, 1616C ve 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin Na miktarları üzerine uygulamaların etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir. Yüksek tuz ve bor uygulaması 1103P anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki Na miktarında artışa neden olurken, 140Ru, 99R, 41B ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki Na miktarında azalışa neden olmuştur. Yüksek tuz ve bor uygulaması kontrolle karşılaştırıldığında ise 1103P, 140Ru, 99R, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin Na miktarındaki artışın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Özetle, 1103P, 140Ru ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki Na birikimi diğer anaçlardan daha fazla olmuştur (Şekil 4.3).

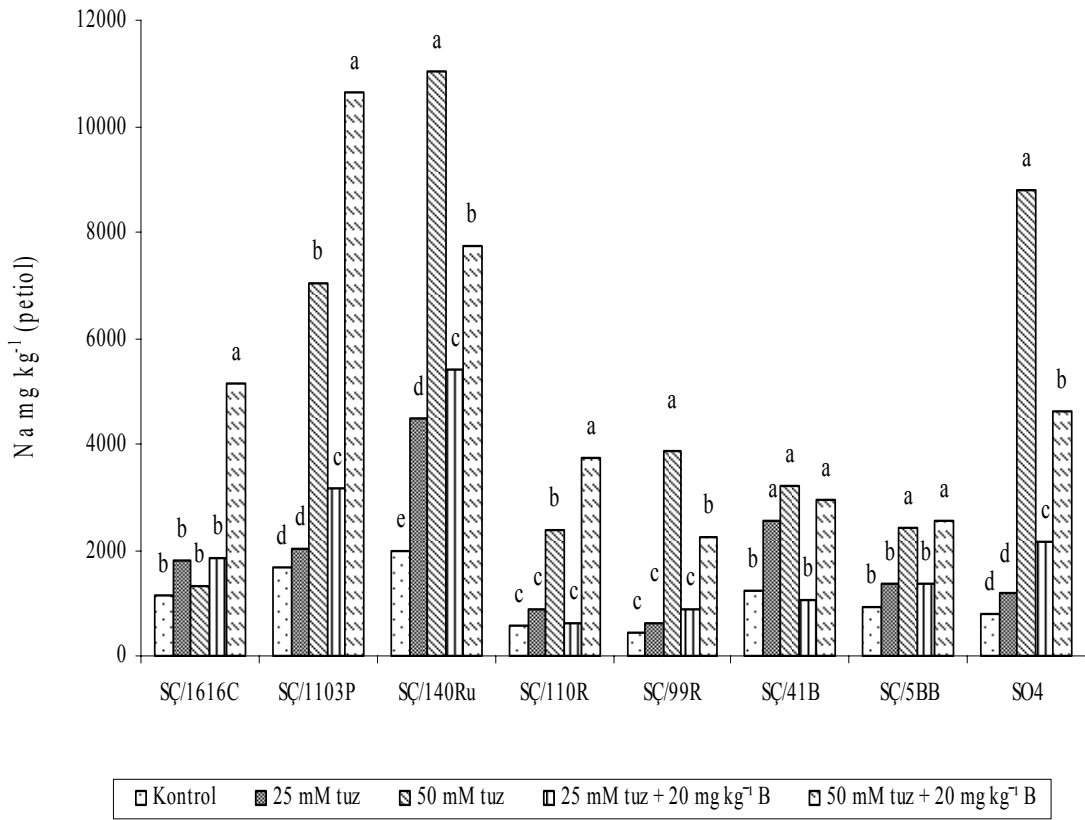


LSD ç*u: 297.5

Şekil 4.3 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki sodyum (Na) (mg kg⁻¹) miktarları.

Asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki Na miktarları Çizelge 4.8' de verilmiştir. Düşük tuz uygulaması kontrolle karşılaştırıldığında, 140Ru ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin Na miktarlarındaki artış önemli bulunurken, diğer bitkilerin Na konsantrasyonundaki artış istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Yüksek tuz konsantrasyonunda 1616C anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi hariç tüm bitkilerin Na miktarındaki artış önemli olmuştur. Tuz ve bor uygulamaları yalnızca tuz uygulamaları ile karşılaştırılmıştır. Buna göre her iki tuz ve bor uygulamasında 1103P anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin Na miktarındaki artış önemli olmuştur. Yüksek tuz ve bor uygulamasında 110R ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin Na miktarı artarken, düşük tuz ve bor uygulamasında 1103P, 140Ru, ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerinin Na miktarı artmıştır. Yüksek tuz ve bor uygulaması aynı bitkilerin

petiollerindeki Na miktarının azalmasına neden olmuştur. Yüksek tuz ve bor uygulaması kontrolle karşılaştırıldığında tüm bitkilerin petiollerindeki Na miktarı artmıştır. Düşük tuz uygulamasında ise 1103P, 140Ru ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki Na miktarındaki artışın önemli olduğu belirlenmiştir. Özetle 1103P, 140Ru ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki Na birikimi diğer bitkilerde daha fazla olmuştur (Şekil 4.4).

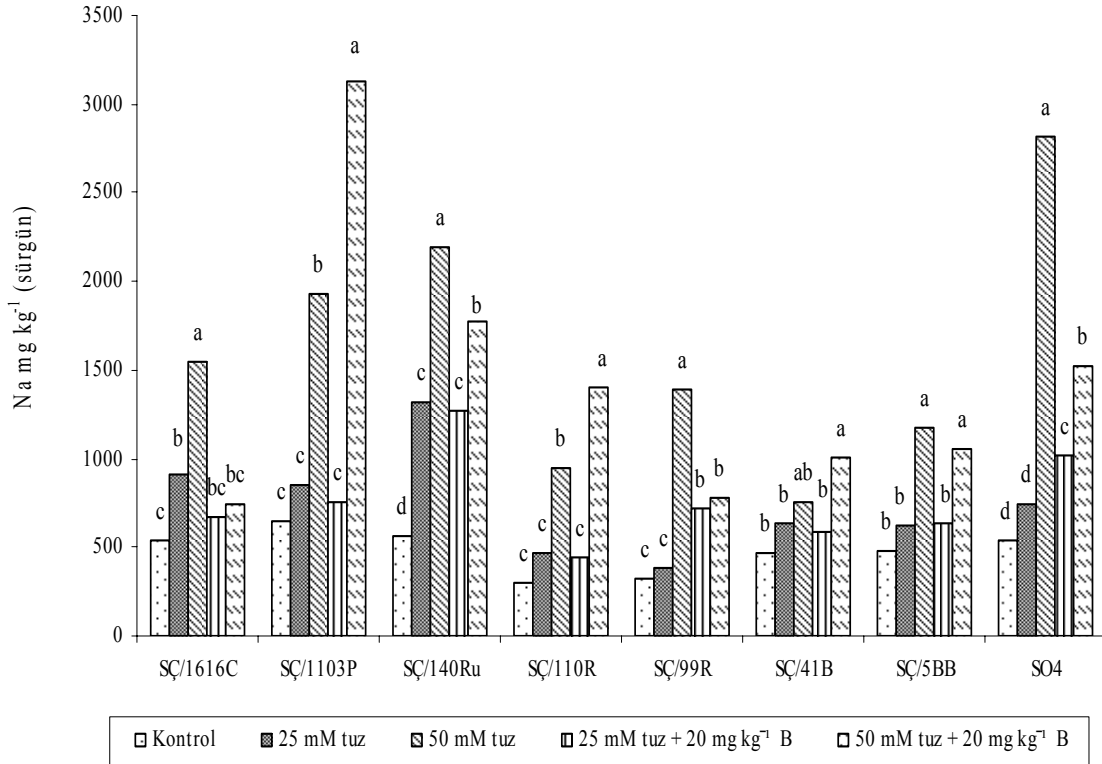


LSD ç*u: 775

Şekil 4.4 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki sodyum (Na) (mg kg⁻¹) miktarları

Çizelge 4.8' e göre Amerikan asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki Na miktarları değerlendirilmiştir. Buna göre düşük tuz uygulamasında 1616C ve 140Ru anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki Na miktarlarındaki artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

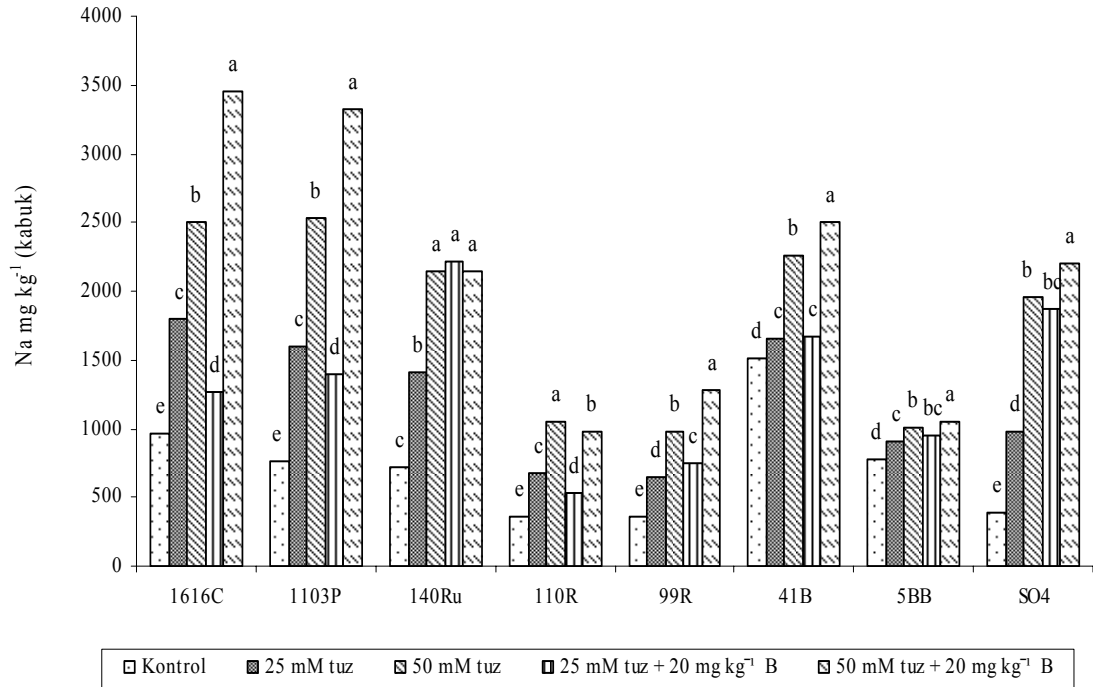
Yüksek tuz uygulamasında ise 41B hariç tüm bitkilerin Na miktarlarındaki artış önemli olmuştur. Tuz ve bor uygulamaları yalın tuz uygulamaları ile karşılaştırılmıştır. Buna göre 1616C, 140Ru ve 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki Na miktarları düşük tuz ve bor uygulaması ile değişmezken, yüksek tuz ve bor uygulamasında azalmıştır. Düşük tuz ve bor uygulamasına bağlı olarak 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki Na miktarı artmış, yüksek tuz ve bor uygulamasına bağlı olarak bitkilerin sürgünlerindeki Na miktarı ise azalmıştır. 41B anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin Na konsantrasyonundaki değişim ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Yüksek tuz ve uygulamaları kontrolle karşılaştırıldığında 99R üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin hariç tüm bitkilerin sürgünlerindeki Na miktarlarındaki artışın önemli olduğu belirlenmiştir. 1103P, 140Ru ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki Na birikimi diğer bitkilerden daha fazla olmuştur (Şekil 4.5).



LSD ç*u: 264

Şekil 4.5 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki sodyum (Na) (mg kg¹) miktarları

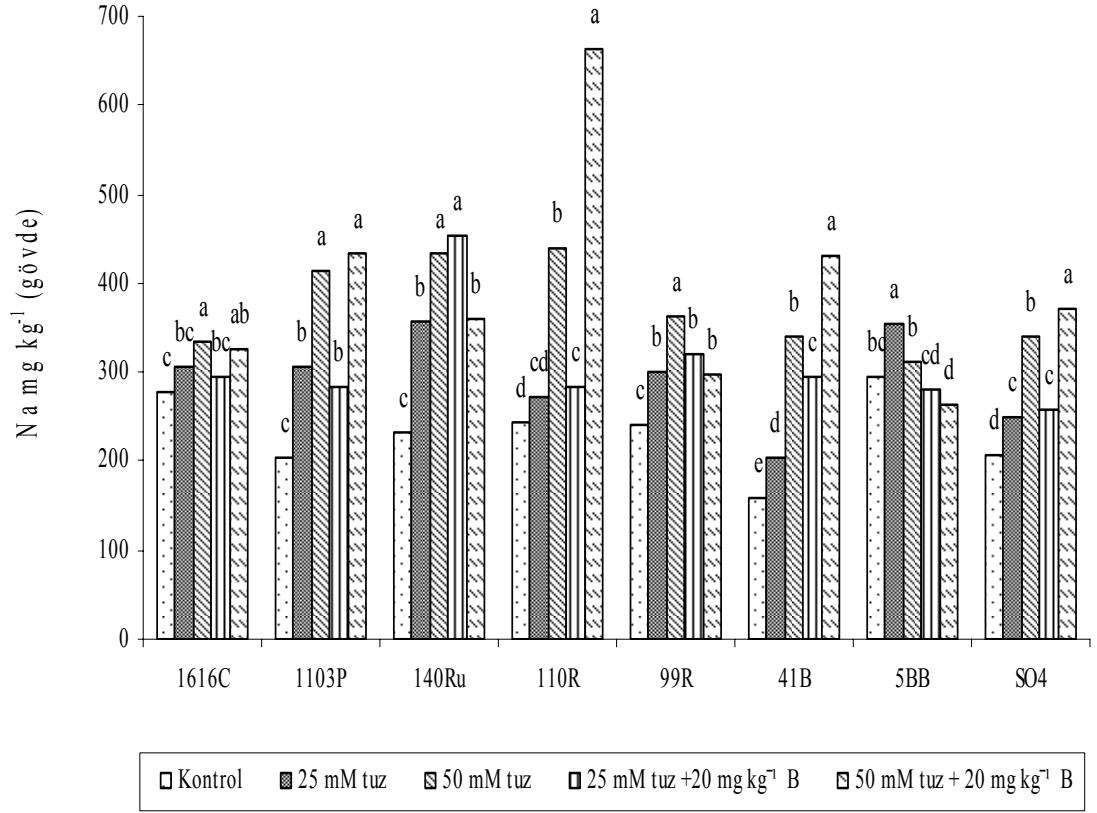
Amerikan asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kabuklarındaki Na miktarları Çizelge 4.8'e göre değerlendirilmiştir. Düşük ve yüksek tuz uygulamalarına bağlı olarak tüm anaçların Na miktarındaki artış istatistiki olarak önemli olmuştur. Anaçların tuz ile bor uygulamaları yalın tuz uygulamaları ile beraber değerlendirildiğinde, 1616C, 1103P ve 110R anaçlarının kabuklarındaki Na miktarı düşük tuz ve bor uygulamasına bağlı olarak azalmış, yüksek tuz ve bor uygulamasına bağlı olarak ise aynı anaçların kabuklarındaki Na miktarı artmıştır. Ayrıca 5BB anacının kabuğundaki Na miktarı yüksek tuz ve bor uygulamasında artış göstermiştir. 140Ru ve 41B anaçlarının kabuklarındaki Na miktarındaki değişim yüksek tuz ve bor uygulamasında önemsiz olmuştur. 25 ve 50 mM tuz düzeylerine ilave edilen bor uygulamalarında SO4 anacının kabuklarındaki Na miktarı artmıştır. Düşük ve yüksek tuz düzeylerine ilave edilen borun etkisi kontrolle karşılaştırıldığında tüm anaçların kabuklarındaki Na miktarlarındaki artış önemli seviyede olmuştur. Özetle, 1616C, 1103P, 140Ru ve SO4 anaçlarının kabuklarındaki Na birikimi diğer anaçlardan daha fazla olmuştur (Şekil 4.6).



LSD ç*u: 80.3

Şekil 4.6 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kabuklarındaki sodyum (Na) (mg kg⁻¹) miktarları

Amerikan asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin gövdesindeki Na miktarları Çizelge 4.8'e göre değerlendirilmiştir. Buna göre, düşük tuz uygulamasına bağlı olarak 1616C ve 110R anaçları hariç tüm anaçların gövdesindeki Na miktarı önemli seviyede yüksek bulunmuştur . Yüksek tuz uygulamasında ise tüm anaçların gövdesindeki Na miktarlarının istatistiki olarak önemli seviyede arttığı belirlenmiştir. Tuz ve bor uygulamaları yalın tuz uygulamaları ile karşılaştırıldığında, uygulamalara bağlı olarak anaçların gövdesindeki Na miktarında farklılıklar görülmüştür. Buna göre, 1616C ve 1103P anaçları üzerine tuz ve bor uygulamalarının etkisi önemsiz olmuştur. 110R ve SO4 anaçları üzerine düşük tuz ve bor uygulamasının etkisi yine önemsiz olurken, yüksek tuz ve bor uygulamasında aynı anaçların gövdelerindeki Na miktarında artışa neden olmuştur. Yüksek tuz ve bor uygulaması yine yalın tuz uygulaması ile karşılaştırıldığında 140Ru, 99R ve 5BB anaçlarının gövdelerindeki deki Na miktarlarındaki artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Tuz ve bor uygulamaları kontrole karşılaştırıldığında 1616C ve 5BB anaçlarının gövdelerindeki Na miktarı yüksek tuz ve bor uygulamasına bağlı olarak artış göstermiştir. Düşük tuz ve bor uygulamasında ise aynı anaçların gövdelerindeki Na miktarlarındaki değişim istatistiki olarak önemsiz olmuştur (Şekil 4.7) (Çizelge 4.8).



LSD ç*u: 28.4

Şekil 4.7 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin gövdelerindeki sodyum (Na) (mg kg^{-1}) miktarları

Çizelge 4.8 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sodyum (Na) (mgkg⁻¹) miktarları üzerine etkisi

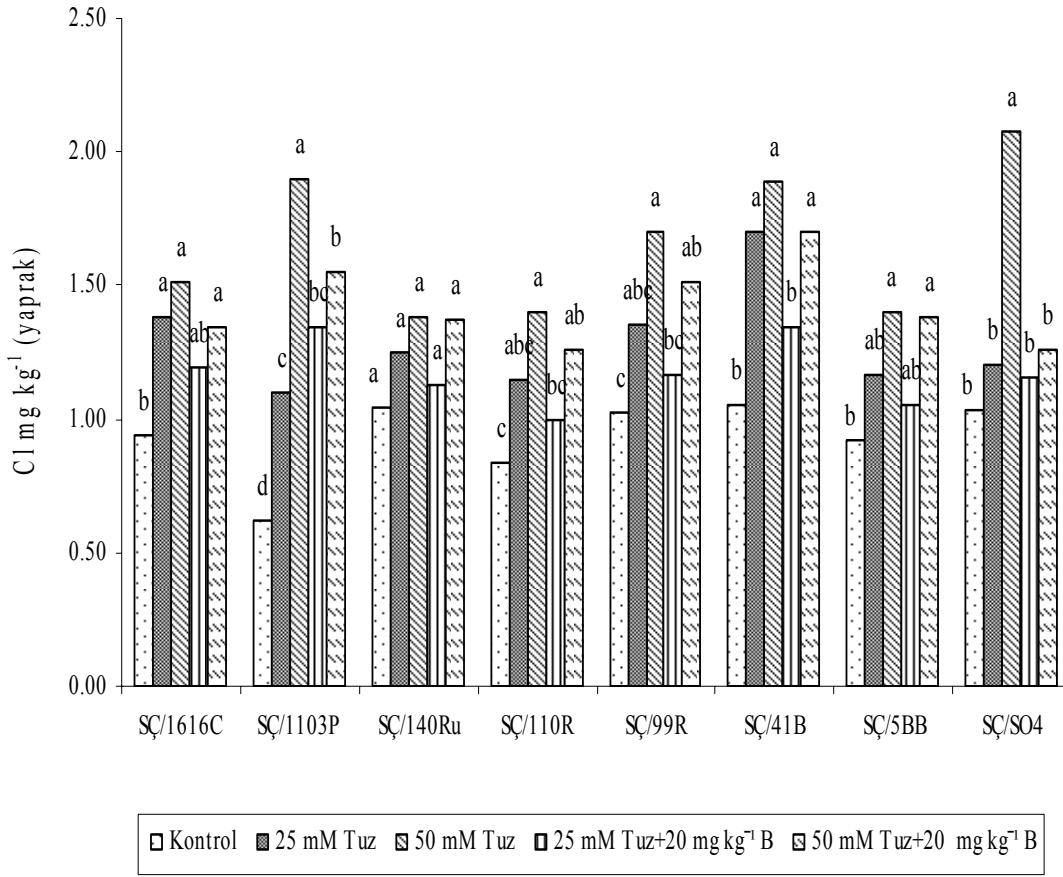
	Uygulamalar	SÇ/1616C	SÇ/1103P	SÇ/140Ru	SÇ/110R	SÇ/99R	SÇ/41B	SÇ/5BB	SÇ/SO4	Ortalama
Na (yaprak) mg kg ⁻¹	Kontrol	572 B	654 C	590 D	475 C	374 C	466 C	592 C	883 C	576
	25 mM tuz	730 AB	859 C	1313 C	688 BC	450 BC	687 BC	796 BC	1059 BC	823
	50 mM tuz	1024 A	1801 B	3080 A	891 AB	1122 A	1901 A	1236 A	3550 A	1826
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	628 AB	682 C	1237 C	402 C	427 BC	493 C	630 C	923 C	678
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ m B	779 AB	2326 A	2424 B	1041 A	740 B	835 B	966 AB	1337 B	1306
	F çeşit*uyg.: 2.11** (LSD 297.5)	747	1264	1729	699	623	876	844	1550	
Na (petiol) mg kg ⁻¹	Kontrol	1140 B	1653 D	1994 E	573 C	441 C	1214 B	910 B	787 D	1088
	25 mM tuz	1809 B	2014 D	4502 D	881 C	635 C	2538 A	1359 B	1171 D	1863
	50 mM tuz	1301 B	7019 B	11053 A	2379 B	3848 A	3198 A	2400 A	8784 A	5372
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ m B	1849 B	3158 C	5395 C	603 C	871 C	1052 B	1353 B	2160 C	2055
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	5153 A	10632 A	7752 B	3752 A	2224 B	2943 A	2528 A	4609 B	4949
	F çeşit*uyg.: 3.68 (LSD 775)	2850	4895	6139	1637	1603	2189	1709	3502	
Na (sürgün) mg kg ⁻¹	Kontrol	541 C	647 C	560 D	300 C	319 C	472 B	476 B	538 D	481
	25 mM tuz	913 B	855 C	1318 C	466 C	388 C	631 B	629 B	748 D	743
	50 mM tuz	1541 A	1926 B	2190 A	949 B	1393 A	750 AB	1175 A	2815 A	1592
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ m B	672 BC	756 C	1269 C	443 C	718 B	584 B	634 B	1024 C	763
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	747 BC	3130 A	1768 B	1398 A	781 B	1008 A	1053 A	1517 B	1425
	F çeşit*uyg.: 2.34* (LSD 264)	883	1463	1421	711	720	689	793	1328	
Na (kabuk) mg kg ⁻¹	Kontrol	964 E	765 E	724 C	356 E	356 E	1511 D	777 D	390 E	730
	25 mM tuz	1799 C	1602 C	1413 B	673 C	653 D	1657 C	906 C	978 D	1210
	50 mM tuz	2501 B	2534 B	2139 A	1055 A	972 B	2264 B	1008 B	1955 B	1804
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	1272 D	1389 D	2219 A	536 D	742 C	1664 C	951 BC	1865 C	1330
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	3456 A	3321 A	2144 A	973 B	1275 A	2509 A	1053 A	2202 A	2117
	F çeşit*uyg.: 24.48** (LSD 80.3)	1998	1922	1728	719	800	192	939	1478	
Na (gövde) mg kg ⁻¹	Kontrol	279 C	203 C	233 C	244 D	242 C	159 E	295 BC	206 D	233
	25 mM tuz	305 BC	305 B	356 B	272 CD	300 B	204 D	354 A	250 C	293
	50 mM tuz	335 A	415 A	434 A	440 B	364 A	341 B	311 B	339 B	373
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	296 BC	283 B	454 A	284 C	321 B	294 C	281 CD	249 C	308
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	325 AB	433 A	360 B	664 A	298 B	431 A	263 D	372 A	393
	F çeşit*uyg.: 6.07** (LSD 28.4)	308	328	367	381	305	286	301	283	

ö.d : önemli değil *p:<0.05 düzeyinde önemli **: p<0.01 düzeyinde önemli. Aynı harfler Duncan testine göre ortalamalar arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir
Harfler yukarıdan aşağıya Duncanları vermektedir.

4.4.2 Klor (Cl) içerikleri

Çizelge 4.9 incelendiğinde 8 farklı Amerikan asma anacı üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yaprak, petiol, sürgün, kabuk ve gövdelerindeki klor miktarları üzerine çeşit* uygulama interaksyonu önemli bulunmuştur.

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi aşılı asma anaçlarının yapraklarındaki klor miktarı Çizelge 4.9' a göre incelendiğinde, 140Ru anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki klor miktarı üzerine tuz ve tuz ile bor uygulamalarının etkisi önemsiz olmuştur. Artan tuz uygulamalarına bağlı olarak 140Ru hariç tüm bitkilerin yapraklarındaki klor miktarında önemli düzeyde artış görülmüştür. 25 mM tuz uygulamasında 1616C, 1103P ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki klor miktarlarında artış görülürken, diğer Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılı olduğu anaçların yapraklarındaki klor miktarındaki artış önemsiz olmuştur. Yüksek ve düşük tuz ile beraber uygulanan bor ile yalnız tuz uygulamaları karşılaştırıldığında, 1616C, 140Ru 110R, 99R, 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin klor miktarları üzerine uygulamaların önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Yine yüksek tuz ve bor uygulaması yalnız tuz ile değerlendirildiğinde, 1103P ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin klor miktarları artmıştır. 50 mM tuz ve bor uygulaması kontrol ile karşılaştırıldığında 1616C, 1103P 110R, 99R, 41B ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin klor miktarlarında artış görülürken, 25 mM tuz ve bor uygulaması sadece 1103P anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki klor miktarında artış olmuştur. Diğer Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi aşılı anaçların yapraklarındaki klor miktarlarında ise değişme olmamıştır (Şekil 4.8) .

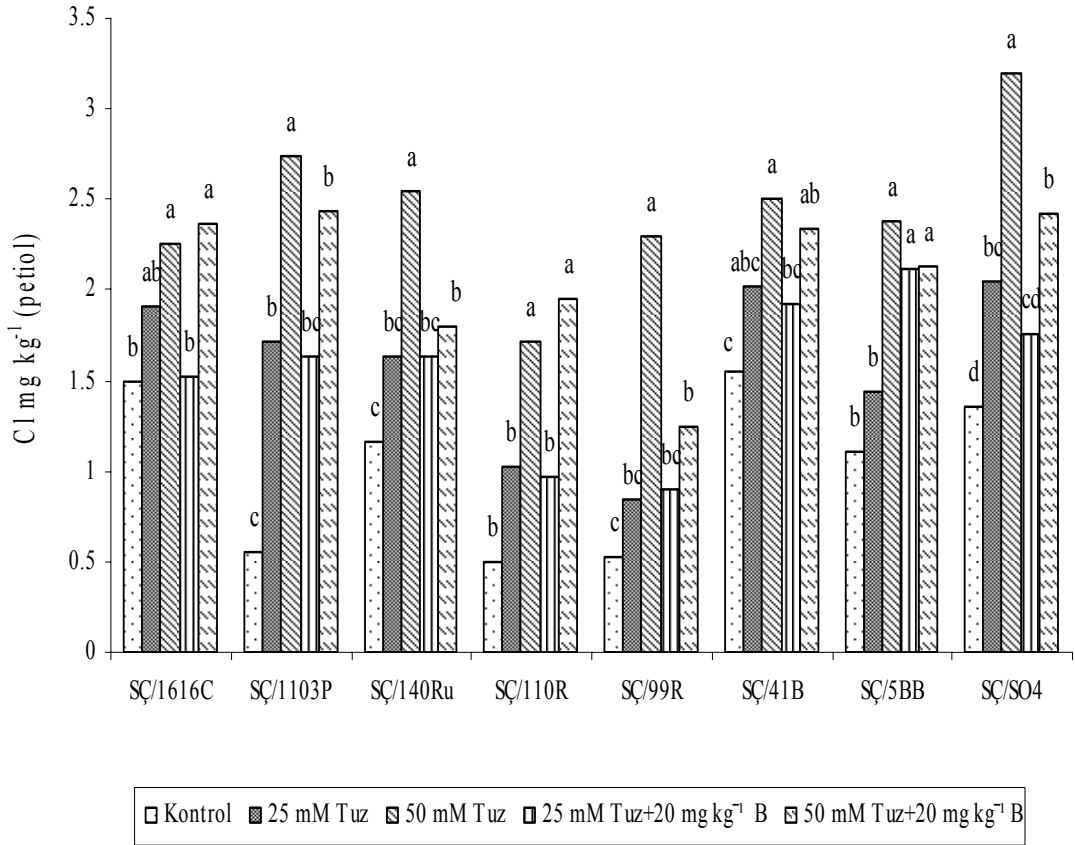


LSD ç*u: 0.43

Şekil 4.8 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki klor (Cl) (mg kg^{-1}) miktarları

Farklı Amerikan asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki klor miktarları Çizelge 4.9'a göre değerlendirilmiştir. Yüksek tuz uygulamalarında yetiştirilen Sultani çekirdeksiz aşılı anaçların petiollerinin klor miktarlarındaki artış genel olarak daha yüksek olmuştur. 1616C, 140Ru, 110R, 99R, 41B ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin ise düşük tuz uygulamasındaki klor miktarlardaki değişim önemsiz bulunmuştur. Yüksek tuz ve bor uygulaması yalın tuz uygulaması ile karşılaştırıldığında, yalın tuz uygulamasına göre tüm Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılı olduğu anaçların petiollerindeki klor miktarı yüksek tuz ve bor uygulamasında artmıştır. Düşük tuz ve bor uygulaması ise genel olarak bitkilerin klor miktarını etkilemezken, sadece 5BB anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki klor miktarında artışına neden

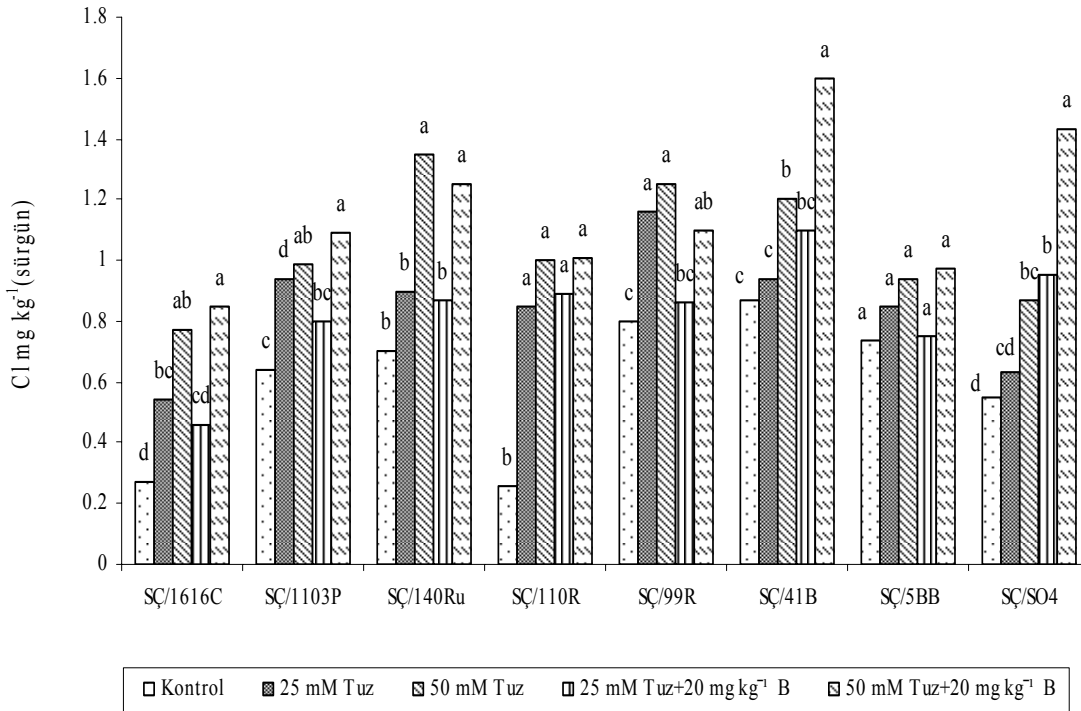
olmuştur. Kontrole göre 25 mM tuz ve bor uygulamasında sadece 5BB anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki klor miktarında artış görülürken, diğer bitkilerin klor miktarı bu uygulamadan etkilenmemiştir. 50 mM tuz ve bor uygulamasında ise tüm bitkilerin klor miktarındaki artış önemli olmuştur (Şekil 4.9)



LSD ç*u: 0.51

Şekil 4.9 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki klor (Cl) (mg kg^{-1}) miktarları

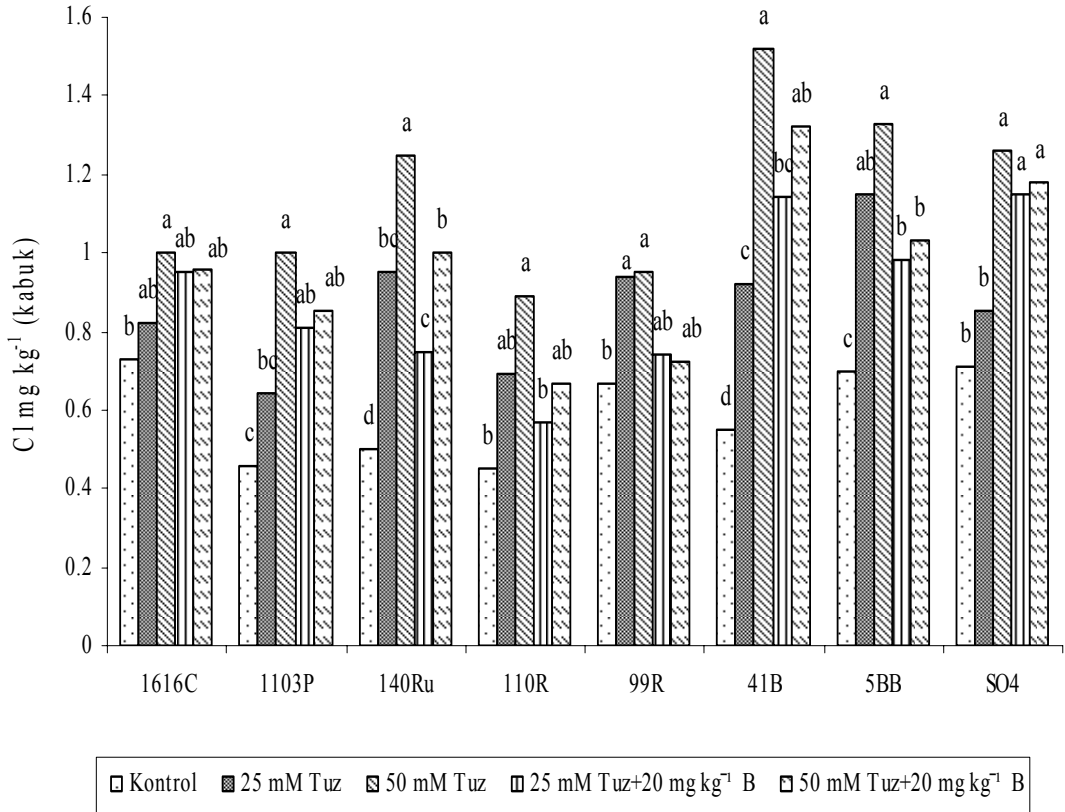
Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılı olduğu asma anaçlarının sürgünlerindeki klor miktarları artan tuz uygulamaları bağlı olarak değerlendirildiğinde 1616C, 110R ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki klor miktarları artmıştır. Yüksek tuz uygulamasında 1103P, 140Ru, 41B ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin klor miktarları artarken aynı bitkilerin düşük tuz konsantrasyonundaki klor miktarlarındaki değişim önemsiz olmuştur. Tuz ve bor uygulamaları yalın tuz uygulaması ile karşılaştırıldığında 1616C, 140Ru, 110R ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin klor miktarlarındaki değişimin önemsiz olduğu bulunmuştur. Yüksek tuz ve bor uygulamalarında 41B ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki klor miktarındaki artış önemli bulunmuştur. 5BB anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki klor miktarı üzerine tuz ve tuz ile bor uygulamalarının etkisi önemsiz olmuştur (Şekil 4.10)



LSD ç*u: 0.22

Şekil 4.10 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki klor (Cl) (mg kg⁻¹) miktarları

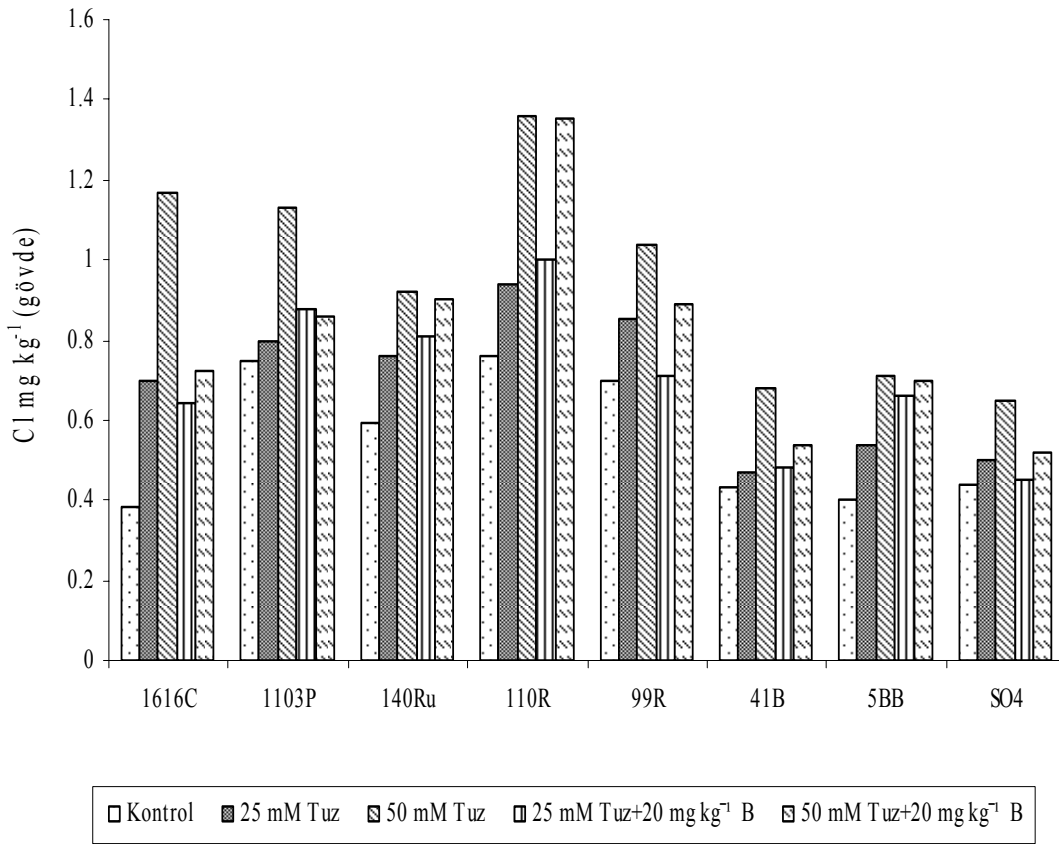
Asma anaçlarının kabuklarındaki klor miktarı her iki tuz uygulamasına göre değerlendirildiğinde 140Ru, 99R, 41B ve 5BB anaçlarının klor miktarındaki artışın önemli olduğu saptanmıştır. 25 mM tuz ile bor uygulaması yalın tuz uygulaması ile karşılaştırıldığında. SO4 anacı hariç diğer tüm anaçların klor miktarındaki değişim önemsiz olmuştur. 50 mM tuz ile 50 mM tuz ve bor uygulaması karşılaştırıldığında sadece 5BB ve 140Ru anaçlarının klor miktarlarında düşüş önemli bulunurken, diğer anaçların klor miktardaki değişim önemsiz olmuştur. Artan tuz ve bor uygulamaları kontrolle karşılaştırıldıklarında 1103P, 140Ru, 41B, 5BB ve SO4 anaçlarının kabuklarındaki klor miktarlarındaki artış önemli bulunmuştur (Şekil 4.11).



LSD ç*u: 0.22

Şekil 4.11 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kabuklarındaki klor (Cl) (mg kg⁻¹) miktarları

Asma anaçlarının gövdeleri üzerine uygulama ve çeşit etkisi önemli olmuştur. Buna göre anaçların gövdelerindeki en yüksek klor miktarı 50 mM tuz uygulamasında (0.96 mg kg^{-1}) bulunmuştur. Bunu sırasıyla 50 mM tuz ve bor (0.81 mg kg^{-1}), 25 mM tuz ve bor (0.70 mg kg^{-1}) ve 25 mM tuz (0.69 mg kg^{-1}) uygulamaları izlemiştir. Anaçların klor miktarları değerlendirildiğinde en yüksek klor miktarı 110R (1.08 mg kg^{-1}) bulunmuştur. Bunu sırası ile 99R (0.84 mg kg^{-1}), 1103P (0.88 mg kg^{-1}), 140Ru (0.80 mg kg^{-1}), 1616C (0.72 mg kg^{-1}), 5BB (0.60 mg kg^{-1}), 41B (0.52 mg kg^{-1}) ve SO4 (0.51 mg kg^{-1}) anaçları izlemiştir (Şekil 4.12) (Çizelge 4.9).



LSD ç*u: 0.10

Şekil 4.12 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin gövdelerindeki klor (Cl) (mg kg^{-1}) miktarları

Çizelge 4.9 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin klor (Cl) (mg kg⁻¹) miktarları üzerine etkisi

	Uygulamalar	SÇ/1616C	SÇ/1103P	SÇ/140Ru	SÇ/110R	SÇ/99R	SÇ/41B	SÇ/5BB	SÇ/SO4	Ortalama
Cl (yaprak) mg kg ⁻¹	Kontrol	0.94 B	0.62 D	1.04 A	0.84 C	1.02 C	1.05 B	0.92 B	1.03 B	0.93
	25 mM tuz	1.38 A	1.10 C	1.25 A	1.15 ABC	1.35 ABC	1.70 A	1.17 AB	1.20 B	1.29
	50 mM tuz	1.51 A	1.90 A	1.38 A	1.40 A	1.70 A	1.89 A	1.40 A	2.08 A	1.66
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	1.19 AB	1.34 BC	1.13 A	1.00 BC	1.17 BC	1.34 B	1.05 AB	1.16 B	1.17
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	1.34 A	1.55 B	1.37 A	1.26 AB	1.51 AB	1.70 A	1.38 A	1.26 B	1.42
	F çeşit*uyg.: 1.45* (LSD 0.43)	1.27	1.30	1.23	1.13	1.35	1.54	1.19	1.35	
Cl (petiol) mg kg ⁻¹	Kontrol	1.50 B	0.55 C	1.16 C	0.50 B	0.53 C	1.55 C	1.10 B	1.36 D	1.03
	25 mM tuz	1.91 AB	1.71 B	1.63 BC	1.02 B	0.85 BC	2.02 ABC	1.44 B	2.05 BC	1.58
	50 mM tuz	2.25 A	2.74 A	2.55 A	1.72 A	2.30 A	2.50 A	2.38 A	3.19 A	2.45
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	1.52 B	1.63 BC	1.63 BC	0.97 B	0.90 BC	1.92 BC	2.11 A	1.76 CD	1.56
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	2.37 A	2.43 B	1.80 B	1.95 A	1.25 B	2.34 AB	2.13 A	2.42 B	2.09
	F çeşit*uyg.: 2.05** (LSD 0.51)	1.91	1.81	1.76	1.23	1.17	2.07	1.83	2.16	
Cl (sürgün) mg kg ⁻¹	Kontrol	0.27 D	0.64 C	0.70 B	0.26 B	0.80 C	0.87 C	0.74 A	0.55 D	0.60
	25 mM tuz	0.54 BC	0.94 D	0.90 B	0.85 A	1.16 A	0.94 C	0.85 A	0.63 CD	0.85
	50 mM tuz	0.77 AB	0.99 AB	1.35 A	1.00 A	1.25 A	1.20 B	0.94 A	0.87 BC	1.05
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	0.46 CD	0.80 BC	0.87 B	0.89 A	0.86 BC	1.10 BC	0.75 A	0.95 B	0.83
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	0.85 A	1.09 A	1.25 A	1.01 A	1.10 AB	1.60 A	0.97 A	1.43 A	1.16
	F çeşit*uyg.: 2.70** (LSD 0.22)	0.58	0.89	1.02	0.80	1.04	1.14	0.85	0.88	
Cl (kabuk) mg kg ⁻¹	Kontrol	0.73 B	0.46 C	0.50 D	0.45 B	0.67 B	0.55 D	0.70 C	0.71 B	0.59
	25 mM tuz	0.82 AB	0.64 BC	0.95 BC	0.69 AB	0.94 A	0.92 C	1.15 AB	0.85 B	0.87
	50 mM tuz	1.00 A	1.00 A	1.25 A	0.89 A	0.95 A	1.52 A	1.33 A	1.26 A	1.15
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	0.95 AB	0.81 AB	0.75 C	0.57 B	0.74 AB	1.14 BC	0.98 B	1.15 A	0.88
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	0.96 AB	0.85 AB	1.00 B	0.67 AB	0.72 AB	1.32 AB	1.03 B	1.18 A	0.96
	F çeşit*uyg.:2.28** (LSD 0.22)	0.89	0.75	0.89	0.65	0.80	1.09	1.04	1.03	
Cl (gövde) mg kg ⁻¹	Kontrol	0.38	0.75	0.59	0.76	0.70	0.43	0.40	0.44	0.55 D
	25 mM tuz	0.70	0.80	0.76	0.94	0.85	0.47	0.54	0.50	0.69 C
	50 mM tuz	1.17	1.13	0.92	1.36	1.04	0.68	0.71	0.65	0.96 A
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	0.64	0.88	0.81	1.00	0.71	0.48	0.66	0.45	0.70 C
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	0.72	0.86	0.90	1.35	0.89	0.54	0.70	0.52	0.81 B
	F çeşit: 21.62** (LSD 0.10)	0.72C	0.88B	0.80BC	1.08A	0.84B	0.52D	0.60D	0.51D	Fuyg.: 19.98** (LSD 0.08)

ö.d : önemli değil *p:<0.05 düzeyinde önemli **: p<0.01 düzeyinde önemli. Aynı harfler Duncan testine göre ortalamalar arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir

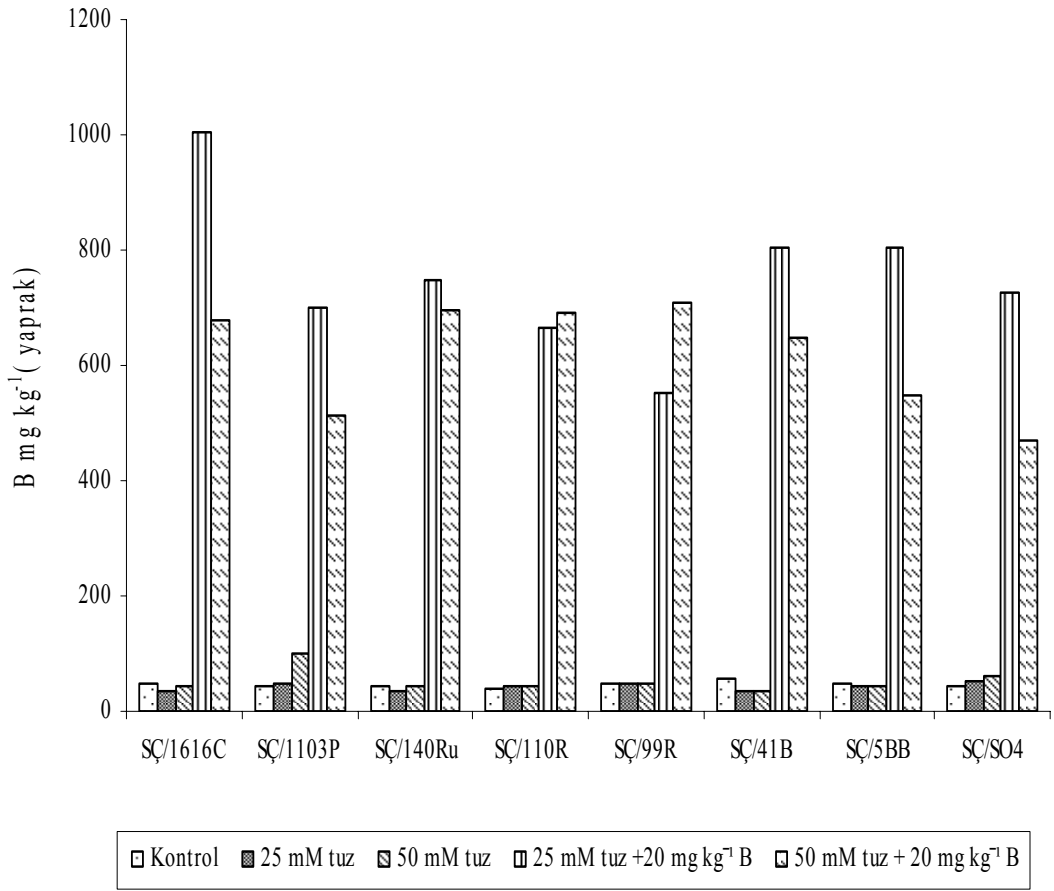
Harfler yukarıdan aşağıya Duncanları vermektedir.

4.4.3 Bor (B) içerikleri

Sekiz farklı Amerikan asma anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yaprak, petiol ve sürgünlerinin bor miktarları üzerine uygulama*çeşit interaksiyonunun önemli olmadığı, uygulamaların etkisinin ise önemli olduğu, gövde ve kabukların bor miktarları üzerine ise çeşit*uygulama interaksiyonunun önemli olduğu belirlenmiştir

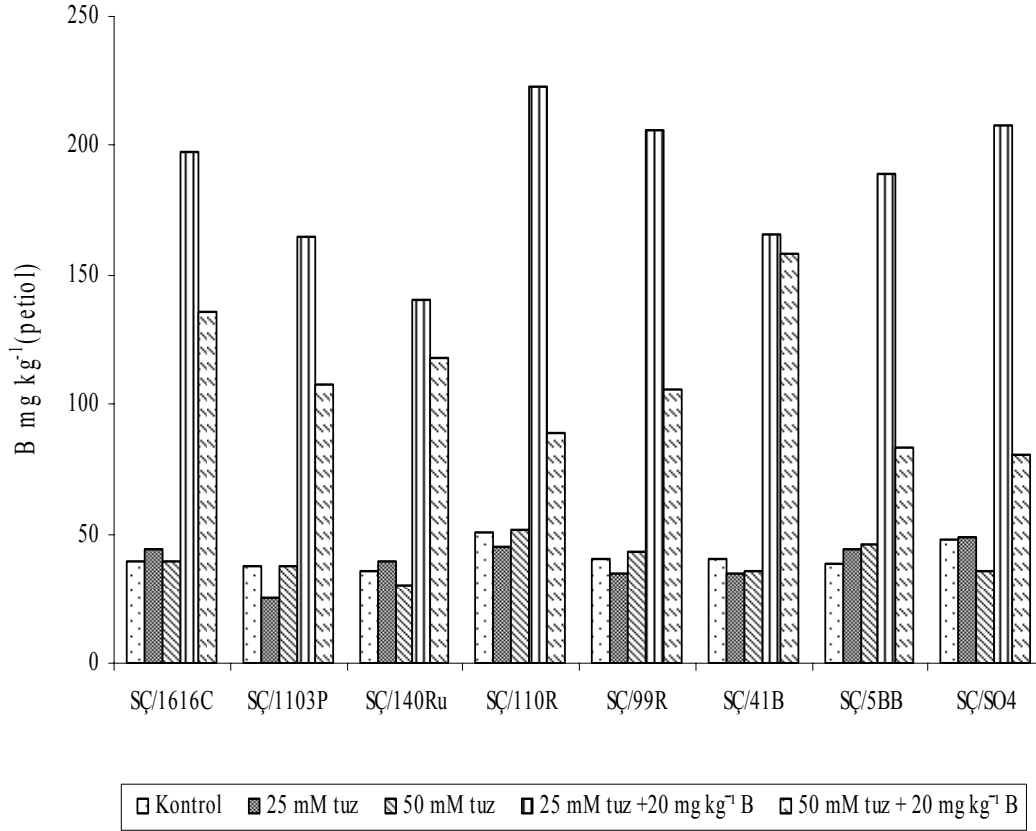
Araştırmada yer alan asma çeşitleri incelendiğinde, bor içeriğinin en yüksek olduğu yer yapraklar olmuştur. Bu da borun ksilem transpirasyon ile taşındığını desteklemektedir. Yapraklardaki bor içeriğini, petiol, kabuk, sürgün ve gövdelerindeki bor içeriği izlemiştir. Bitkilerin yaprak, petiol, sürgün, kabuk ve gövdelerindeki toplam bor konsantrasyonu içeriğine bakıldığında uygulama farklılıklarının etkisi görülmüştür. 25 mM tuz + 20 mg kg⁻¹ bor uygulamasında yetiştirilen tüm bitkiler içinde 1616C, 1103P, 140Ru, 41B, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin bor içerikleri 50 mM tuz + 20 mg kg⁻¹ bor uygulamasında yetiştirilenlere göre daha yüksek olmuştur.

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılandığı asma anaçlarının yapraklarındaki bor miktarları üzerine uygulamaların etkisi değerlendirildiğinde, en yüksek bor miktarı 25 mM tuz ve bor uygulamasında (751 mg kg⁻¹) görülmüştür. Bunu sırasıyla 50 mM tuz ve bor (619 mg kg⁻¹), 50mM tuz (51.8 mg kg⁻¹) ve 25 mM tuz (42.6 mg kg⁻¹) uygulamaları izlemiştir Bitkilerin bor miktarı değerlendirildiğinde, en yüksek bor miktarı 1616C ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidin de görülmüştür (Şekil 4.13).



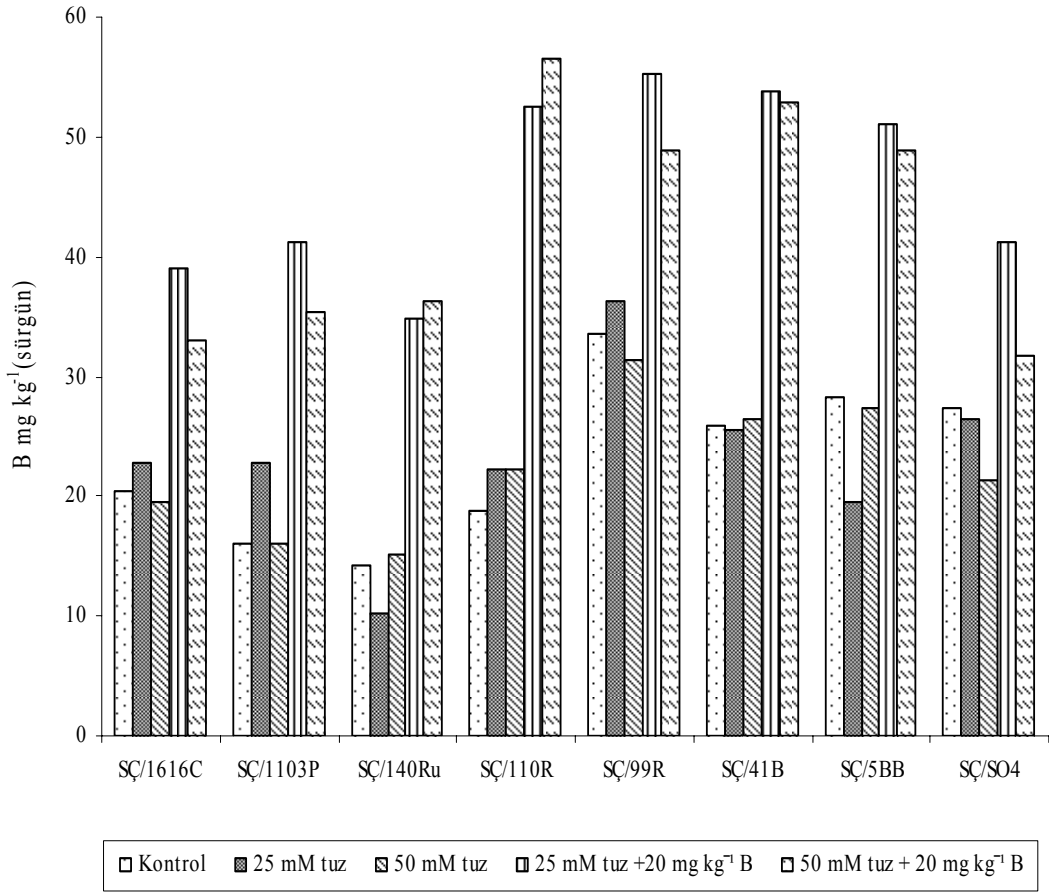
Şekil 4.13 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki bor (B) (mg kg^{-1}) miktarları

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılı olduğu asma anaçlarının petiollerindeki bor miktarı üzerine uygulamaların etkisi karşılaştırıldığında, en yüksek bor miktarı 25mM tuz ve bor (187.4 mg kg^{-1}) uygulamasında bulunmuştur. Bunu 50 mM tuz ve bor (147.9 mg kg^{-1}), 50mM ve 25mM tuz (39.7 mg kg^{-1}) uygulamaları izlemiştir. En yüksek bor miktarı 110R (106.9 mg kg^{-1}) ve 5BB (102.3 mg kg^{-1}) anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidin de görülürken, en düşük bor konsantrasyonuna 140Ru anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi sahip olmuştur (Şekil 4.14).



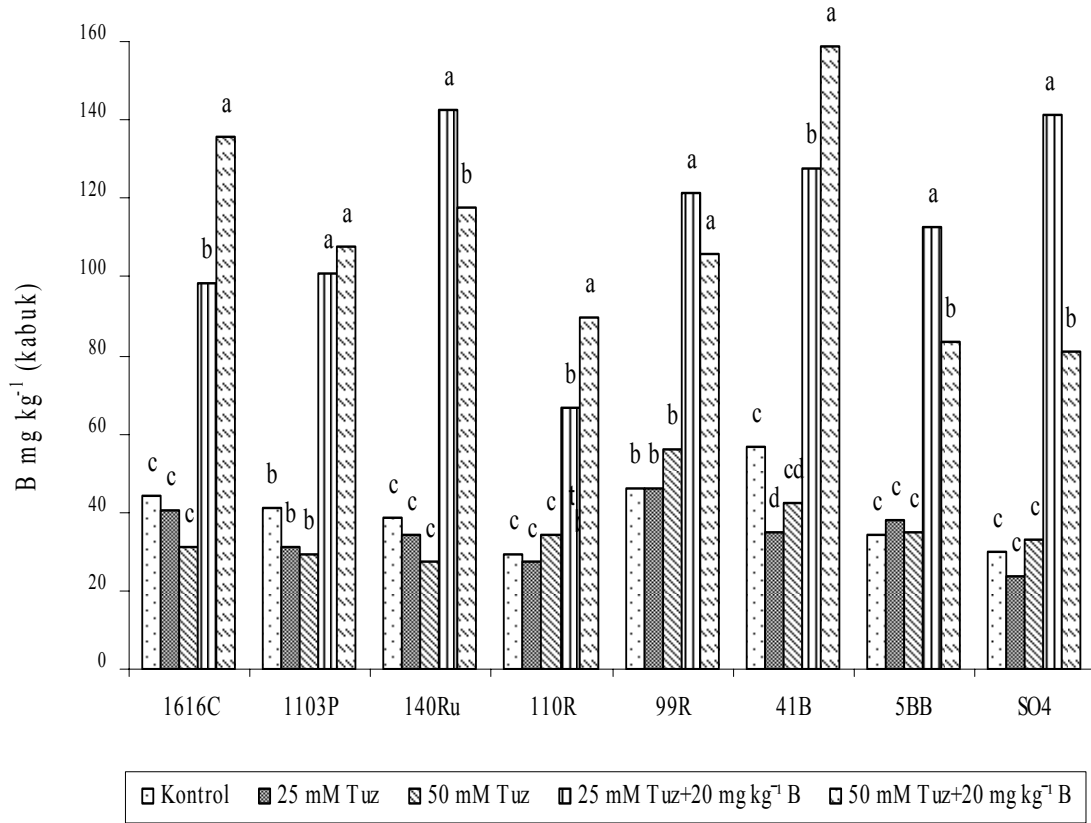
Şekil 4.14 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki bor (B) (mg kg^{-1}) miktarları

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılı olduğu farklı asma anaçlarının sürgünlerindeki bor miktarı üzerine uygulamaların etkisi karşılaştırıldığında, en yüksek bor miktarı 25 mM ve 50 mM tuz ile uygulanan bor (46.1 mg kg^{-1} ve 23.0 mg kg^{-1}) uygulamasında bulunmuştur. Bunu 25 mM tuz ve 50 mM tuz (23.2 mg kg^{-1} ve 22.5 mg kg^{-1}) uygulamaları izlemiştir. Çeşitler değerlendirildiğinde en yüksek bor konsantrasyonu 99R (41.0 mg kg^{-1}) ve 41B (36.9 mg kg^{-1}) anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde görülürken, en düşük bor konsantrasyonu 1616C (27.0 mg kg^{-1}) ve 1103P (26.3 mg kg^{-1}) anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde görülmüştür (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki bor (B) (mg kg^{-1}) miktarları

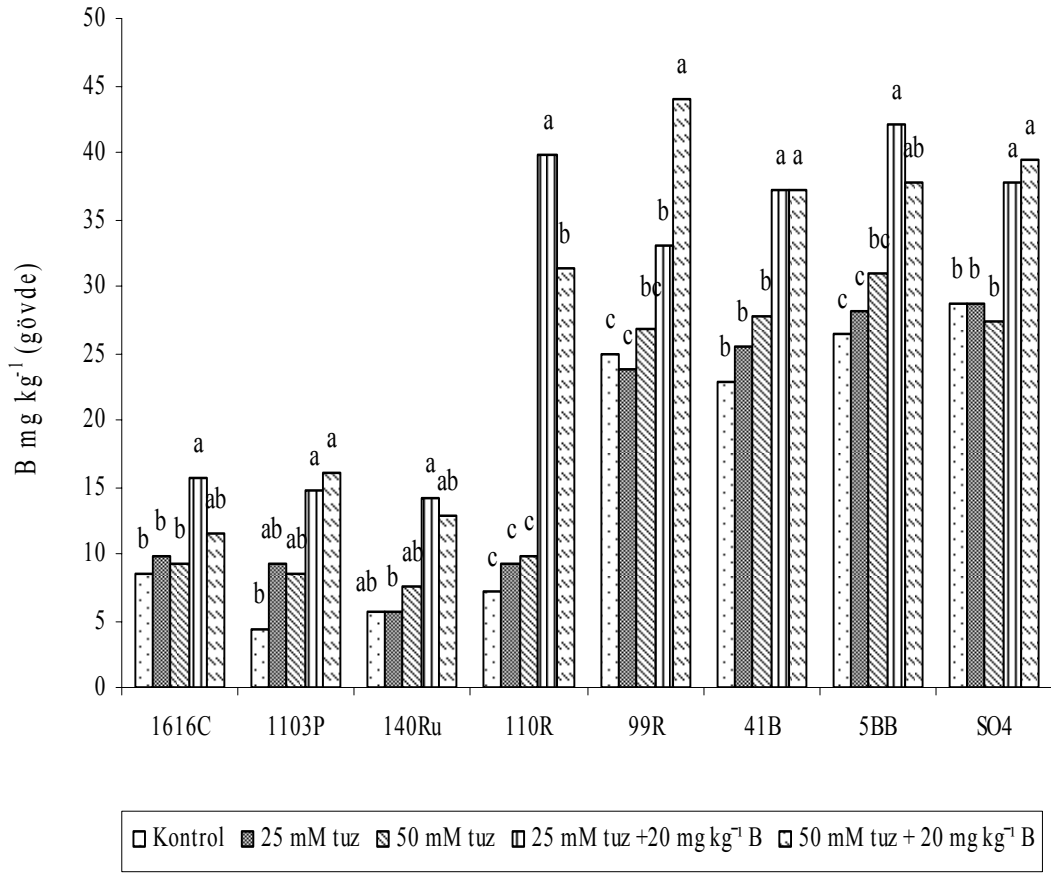
Anaçların kabuklarındaki bor miktarları karşılaştırıldığında, 25 mM tuz ve bor uygulamasında 140Ru, 99R, 5BB ve SO4 anaçlarının kabuklarındaki bor miktarı, artan tuz ve bor konsantrasyonuna bağlı olarak diğer anaçlara göre daha yüksek bulunmuştur. 50 mM tuz ve bor uygulamasında 1616C, 1103P ve 41B anaçlarının kabuklarındaki bor miktarında artış görülürken 110R anacı üzerine artan tuz ve bor uygulamasının önemli bir etkisi olmamıştır (Şekil 4.16).



LSD ç*u: 17.79

Şekil 4.16 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kabuklarındaki bor (B) (mg kg^{-1}) miktarları

Asma anaçlarının gövdelerindeki bor miktarları karşılaştırıldığında 1616C, 1103P, 140Ru, 41B, 5BB ve SO4 anaçları üzerine artan tuz ve bor uygulamaları önemli bir etki yapmamıştır. 99R anacının 50 mM tuz ve bor uygulamasındaki bor miktarı yüksek bulunmuştur. 110R anacı 25 mM tuz ve bor uygulamasında yüksek bor içeriğine sahip olmuştur (Şekil 4.17) (Çizelge 4.10).



LSD ç*u: 7.63

Şekil 4.17 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin gövdelerindeki bor (B) (mg kg^{-1}) miktarları

Çizelge 4.10 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin B (bor) (mg kg⁻¹) miktarları üzerine etkisi

	Uygulamalar	SÇ/1616C	SÇ/1103P	SÇ/140Ru	SÇ/10R	SÇ/99R	SÇ/41B	SÇ/5BB	SÇ/SO4	Ortalama
B (yaprak) mg kg ⁻¹	Kontrol	47.1	43.1	42.2	37.7	47.1	54.8	46.2	44.0	45.2 C
	25 mM tuz	35.0	47.6	35.4	42.6	48.9	34.5	42.2	53.4	42.6 C
	50 mM tuz	44.0	97.9	44.0	42.6	46.7	34.5	44.4	60.6	51.8 C
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	1006	702	749	667	554	805	805	725	751 A
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	677	511	695	691	710	648	550	469	619 B
	Ortalama (ö.d)	362	280	313	296	281	315	297	270	Fuyg.: 221.67** (LSD 66.71)
B (petiol) mg kg ⁻¹	Kontrol	39.4	37.2	35.9	50.2	39.9	39.9	38.14	48.0	41.1 C
	25 mM tuz	44.4	25.6	39.4	45.3	34.9	34.9	44.14	48.5	39.7 C
	50 mM tuz	39.4	37.4	29.6	51.1	43.5	35.4	45.7	35.9	39.7 C
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	198	165	140	223	206	166	189	208	187.4 A
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	116	118	158	164	134.7	176	193	121.2	147.9 B
	F çeşit: 2.47* (LSD 17.94)	87.7AB	76.8B	80.7B	106.9A	91.9AB	90.7AB	102.3A	92.4AB	Fuyg.: 199.62** (LSD 14.18)
B (sürgün) mg kg ⁻¹	Kontrol	20.5	16.0	14.2	18.8	33.6	25.9	28.2	27.3	23.1 B
	25 mM tuz	22.8	22.8	10.2	22.3	36.3	25.5	19.6	26.4	23.2 B
	50 mM tuz	19.6	16.0	15.1	22.3	31.3	26.4	27.3	21.4	22.5 B
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	39.0	41.2	34.9	52.5	55.2	53.8	51.1	41.2	46.1 A
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	33.1	35.4	36.3	56.6	48.9	52.9	48.9	31.8	43.0 A
	F çeşit: 8.93** (LSD 5.95)	27.0DE	26.3DE	22.2E	34.5BC	41.0A	36.9AB	35.0ABC	29.7CD	Fuyg.: 50.63** (LSD 4.70)
B (kabuk) mg kg ⁻¹	Kontrol	44.8 C	41.2 B	38.5 C	29.1 C	46.2 B	56.5 C	34.1 C	29.6 C	40.0
	25 mM tuz	40.3 C	31.3 B	34.0 C	27.7 C	46.2 B	32.9 D	37.7 C	23.7 C	34.5
	50 mM tuz	31.3 C	29.1 B	27.3 C	34.5 C	56.1 B	42.1 CD	34.9 C	33.2 C	36.1
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	98.4 B	100.6 A	142.5 A	66.4 B	121.3 A	127.6 B	112.8 A	141.1 A	113.9
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	135.7 A	107.4 A	117.7 B	89.4 A	105.6 A	158.7 A	83.6 B	80.8 B	109.9
	F çeşit*uyg.: 6.38** (LSD 17.79)	70.1	61.9	72.0	49.4	75.1	84.0	60.6	61.7	
B (gövde) mg kg ⁻¹	Kontrol	8.43 B	4.38 B	5.73 AB	7.08 C	25.0 C	22.8 B	26.4 C	28.7 B	16.0
	25 mM tuz	9.78 B	9.33 AB	5.73 B	9.33 C	23.7 C	25.5 B	28.2 C	28.7 B	17.5
	50 mM tuz	9.33 B	8.43 AB	7.53 AB	9.78 C	26.8 BC	27.7 B	30.9 BC	27.3 B	18.4
	25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	15.6 A	14.7 A	14.2 A	39.9 A	33.1 B	37.2 A	42.1 A	37.7 A	29.3
	50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	11.5 AB	16.0 A	12.9 AB	31.3 B	43.9 A	37.2 A	37.7 AB	39.4 A	28.8
	F çeşit*uyg.: 2.56** (LSD 7.63)	10.9	10.6	9.24	19.5	30.5	30.1	33.0	32.3	

ö.d : önemli değil *;p<0.05 düzeyinde önemli **: p<0.01 düzeyinde önemli. Aynı harfler Duncan testine göre ortalamalar arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir. Harfler yukarıdan aşağıya Duncanları vermektedir.

4.5 Farklı Amerikan Asma Anaçları Üzerine Aşılı Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Stres Hassasiyet İndeksi

Sekiz farklı Amerikan asma anacı üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin stres stres hassasiyet indeksi Çizelge 4.11’ de verilmiştir Bu değerler incelendiğinde 25 mM tuz uygulamasına en dayanıklı çeşitler, 140Ru, 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi olmuştur. 50 mM tuz uygulamasına en dayanıklı çeşitler 1616C, 140Ru, SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin olmuştur. Tuz ve tuz ile bor toksitesine en dayanıklı anaçlar 140Ru, 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin olmuştur. Ayrıca 1103P anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi tuz ve bor toksitesine dayanıklı iken, yüksek tuz toksitesine hassas anaçlar arasında yer almıştır. Tuz ve tuz ile bor toksitesine en hassas anaçlar ise 41B ve 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi olmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B’ un farklı asma anaçları üzerine aşılı sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin stres hassasiyet indeksi

Uygulamalar	1616C	1103P	140Ru	110R	99R	41B	5BB	SO4
25 mM tuz	1.01	1.25	0.83	1.13	0.90	1.33	0.97	0.75
50 mM tuz	0.78	1.17	0.84	1.23	0.94	1.62	1.07	0.70
25 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	0.93	0.93	0.85	1.42	0.98	1.24	0.96	0.88
50 mM tuz + 20 mg kg ⁻¹ B	1.08	0.94	0.73	1.09	0.84	1.30	1.08	1.02

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Amerikan asma anaçları (5BB, 41B, 99R, 110R, 1103P, 1616C, SO4, 140Ru) üzerine aşılı Sultani Çekirdeksiz (*Vitis Vinifera* L.) üzüm çeşidinin tuz (1:1 oranlarında NaCl: Na₂SO₄ olmak üzere 25 mM ve 50 mM) ve tuzla birlikte bor toksisitesine toleranslarının fizyolojik parametreler ve antioksidan enzimlerle belirlenmesi amaçlanmıştır. Sera koşullarında yürütülen araştırma sonucunda bitkiler arasındaki farklılıklar fizyolojik parametrelerle ilişkilendirilerek hangi Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi aşılı anaçların tuza ve bora dayanıklı, hangilerinin ise hassas olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırmada yer alan asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin gelişimi incelendiğinde, tuz ve tuz ile uygulanan bor' a bağlı olarak Sultani çekirdeksiz üzüm çeşitlerinin yaş ve kuru ağırlıklarında farklılıklar görülmüştür. Yaş ve kuru ağırlık sonuçları değerlendirildiğinde, bitkiler içerisinde en yüksek kuru ve yaş ağırlığı 1616C anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde görülmüştür. Bunu önem sırasıyla 5BB, 1103P, 41B, 99R, 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi izlemişken en düşük yaş ve kuru ağırlığı 140Ru anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi göstermiştir. Bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları uygulamalara bağlı olarak, su içeriğindeki azalmadan doğrudan etkilenmektedir. Ancak, kuru ağırlıktaki azalma, fotosentezin engellenmesi nedeniyle biyokütle üretimindeki azalmanın bir sonucu olabilir. Tuz stresinin başlaması sonucunda, topraktan su alımının azalması, stoma iletkenliğinin azalması, CO₂ alımının engellenmesi ve fotosentetik pigment kaybı ya da fotosentetik membranlardaki hasara bağlı olarak fotosentetik aktivitenin engellenmesi gerçekleşmektedir (Comic 2000, Bloch *et al.* 2006, Cuevas *et al.* 2006, Praxedes *et al.* 2006). Tuz stresinin asma bitkisinde (Walker 1994, Sivritepe and Eris 1999, Troncoso *et al.* 1999, Fisarakis *et al.* 2001, Charbaji and Ayyoubi 2004, Paranychianakis *et al.* 2004, Hepaksoy *et al.* 2006, Hamrouni *et al.* 2008), marulda (Tarakcioglu and Inal 2002, Eraslan *et al.* 2007), domates bitkisinde (Estan *et al.* 2004), asmada (Gunes *et al.* 2006) ve tuzla birlikte bor stresinin domates ve salatalık bitkisinde (Alpaslan and Gunes 2001), havuçta (Eraslan *et al.* 2007a), malta eriğinde (Lopez-Gomez *et al.* 2007) ve mısır ve sorgumda (Ismail, 2004) bitki gelişimini olumsuz

etkilediği bildirilmiştir. Gunes vd (2003) ve Gunes *et al.* (2007b ve 2007e) yaptıkları çalışmada tuzluluk ve bor toksisitesinin bir arada etkisinin bitkilerde daha şiddetli bir strese yol açtığını bildirmişlerdir. Güneş vd. (2000) bor uygulamalarına bağlı olarak mısır çeşitlerinin yaş ve kuru ağırlıklarının önemli ölçüde azaldığını ve bu çeşitlerin bor uygulamalarına bağlı olarak yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen azalmaların nedeninin genotipsel farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Bu alışmalar bizim çalışmamızda desteklemiş olup, genotipsel farklılığın Sultani ekirdeksiz üzüm çeşitinin aşılı olduğu anaçların kuru ve yaş ağırlıkları üzerine etkisi olduğunu göstermiştir.

Sultani ekirdeksiz üzüm çeşitinin aşılı olduğu asma anaçlarından 41B' nin nisbi klorofil miktarı üzerine tuz uygulamalarının etkili olduğu ve bu nedenle uygulamalara bağlı olarak bitkinin nisbi klorofil miktarında azalma olduğu görülmüştür. Bunun aksine Sultani ekirdeksiz üzüm çeşitinin aşılı olduğu 110R anacı hariç diğer tüm bitkilerin nisbi klorofil miktarlarında artış görülmüştür. Tuz uygulamaları tuz ve bor uygulamaları ile karşılaştırıldığında ise düşük tuz ve bor uygulamasında 99R ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşitinin, yüksek tuz ve bor uygulamasında ise 1103P ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşitinin nisbi klorofil miktarları azalmıştır. Artan tuz konsantrasyonlarında, Sivritepe and Eris (1999)  farklı üzüm çeşitinde, Charbaji and Ayyoubi (2004) ise dört farklı üzüm çeşitinde klorofil miktarlarının azaldığını, Sairam and Saxena (2000) oksidatif stres altında üç farklı buğday genotipinin klorofil miktarının azaldığını, Sairam and Srivastava (2002) buğday genotipinde tuzlu koşullarda tuz stresi sonucu klorofil miktarının azaldığını, Sairam *et al* (2002) tuz stresinde buğday bitkisinde klorofil miktarının azaldığını, Sotiropoulos *et al.* (2006a) tuzla birlikte bor uygulanan kiraz anaçlarında klorofil miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmaların bizim çalışmamızı da desteklemiş olup genotipsel farklılığın Sultani ekirdeksiz üzüm çeşitinin aşılı olduğu anaçların nisbi klorofil miktarları üzerine etkili olduğunu göstermiştir.

Sultani ekirdeksiz üzüm çeşitinin aşılı olduğu asma anaçlarının stoma dirençleri üzerine etkisi incelendiğinde tuz uygulamalarına bağlı olarak tüm bitkilerin stoma dirençlerinin arttığı bulunmuştur. Tuz ve tuz ile borun beraber uygulanması da yine

bütün bitkilerde stoma direnci artmıştır. Sadece 99R anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin stoma direnci üzerine düşük tuz ve tuz ile bor uygulamasının önemli bir etki yapmadığı görülmüştür. Gunes *et al.* (2006) asma bitkisinde bor toksisitesinin stoma davranışı üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada, aşırı bor alımında (20 ve 30 mg kg⁻¹ B) yaprakların stoma direncinin arttığını bildirmişlerdir. Eraslan *et. al* (2007a, 2007b) tuz ve bor toksisitesi altında havuç ve marul bitkilerinin oksidatif sistem ve membran zararlanmalarının araştırıldığı çalışmalarında tuz ve bor toksisitesi ile marul ve havuç bitkilerinin stoma dirençlerinin arttığını bildirmişlerdir. Supanjani (2006) tarafından acı biber üzerine tuz ve borun etkisini araştırdığı çalışmasında, biber bitkisinin stoma direncinin tuz ve bor toksisitesi ile arttığı bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmaların bizim çalışmamız ile uyum içerisinde olduğu bulunmuştur.

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılandığı asma anaçlarının membran stabilite indeksleri incelendiğinde 1616C, 1103P, 140Ru, 110R, 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin üzerine tuz ve tuz ile bor uygulamalarının önemli bir etkisi olmadığı bulunmuştur. Yapılan pek çok çalışmada bizim çalışmamızın tersine membran stabilite indeksinin bor ve tuz uygulamalarıyla arttığı bildirilmiştir. Mısır bitkisinde tuz stresi koşulunda yaprakların membran permeabilitesinin arttığı bildirilmiştir (Gunes *et al.* 2007a). Alpaslan and Gunes (2001), domates ve salatalık bitkilerinde bor ve tuz stresinin bitki gelişimine etkilerini araştırdıkları çalışmada tuzlu koşullarda toksik düzeyde bor uygulamasının bitkilerin membran permeabilitesini artırdığını, tuzsuz koşullarda ise hiçbir değişikliğe neden olmadığını bildirmişlerdir. Eraslan *et. al* (2007b) marul bitkisi üzerine tuzun ve borun etkisinin değerlendirildiği çalışmasında da tuz ve bor uygulamalarıyla membran stabilite indeksinin arttığı bildirilmiştir. Ayrıca Eraslan *et. al* (2007a) havuç bitkisinin antioksidan enzim aktiviteleri üzerine bor ve tuz toksisitesinin etkisini araştırıldığı çalışmalarında membran stabilite indeksi üzerine tuz ve bor uygulamalarının etkisiz olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda bu çalışma ile uyum içerisinde.

Araştırmada kullanılan Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılandığı tüm asma anaçlarının nisbi nem miktarları üzerine düşük tuz ve bor uygulaması ile yüksek tuz ve

bor uygulaması etkisinin istatistiksel açıdan önemli olduğu ancak, yalnız tuz uygulamalarının bitkilerin nisbi nem miktarları üzerine istatistiksel açıdan önemli bir etkisi olmadığı bulunmuştur. Bizim çalışmamız aksine yapılan pek çok araştırmada artan tuz konsantrasyonlarında nisbi nem içeriğinin azaldığını bulmaktadır (Sairam and Srivastava 2001, Sairam and Srivastava 2002, Sairam *et al.* 2002, Nguyen *et al.* 2005, Sekmen *et al.* 2007). Sivritepe *et al.* (2007) tarafından vişne anacı üzerine artan tuz uygulamalarının etkisinin araştırıldığı çalışmada tuz uygulamalarının meyvenin nisbi nem içeriğini etkilemediği bildirilmiştir. Bu çalışma ile çalışmamız benzerlik göstermiştir.

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılı olduğu farklı asma ançlarının prolin içeriği incelendiğinde, düşük tuz konsantrasyonunda 140Ru ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz' in prolin miktarları artarken, artan tuz uygulamasıyla tüm bitkilerin prolin birikimlerinin artırdığı görülmüştür. Ayrıca kontrole göre düşük ve yüksek tuz ile borun beraber uygulandığı konsantrasyonlarda 1103P, 140Ru, 110R, 99R, 41B ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin miktarlarında artış görülmüştür. Tuz ve tuzla birlikte bor uygulamaları sonucunda bitkilerin bünyelerinde prolini biriktirdikleri belirlenmiştir ve stres altında bitkide prolin içeriğinin arttığını gösteren çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Gunes *et al.* (1996) biberde, ve Ismail (2004) mısır ile sorgum bitkisinde artan tuz konsantrasyonlarının ve tuzla birlikte bor uygulamasının prolin miktarlarını artırdığını belirlemişlerdir. Eraslan *et. al* (2007b) tarafından yapılan çalışmada, marul bitkisine uygulanan yalnız tuz ve tuz ile borun bitkinin prolin miktarında artışa neden olduğu bildirilmiştir. Yine Eraslan *et. al* (2007)' un yaptığı diğer bir çalışmada, bor uygulamalarının havuç bitkisinin prolin miktarının artışına neden olduğu bildirilmiştir. Mısır bitkisinde (Turan and Aydın 2005) prolin içeriğinin arttığına dair araştırmalar da yer almaktadır. Tuzla birlikte bor uygulaması bitkilerin prolin içeriğini artırıcı yönde etkiye sahip olmuştur (Gunes *et al.* 2007b). Sivritepe *et al.* (2007) tarafından vişne anacı üzerine artan tuz uygulamalarının etkisinin araştırıldığı çalışmada 100 ve 150 mM tuz uygulamalarında meyvenin prolin miktarını arttığı bildirilmiştir. Bu araştırmalar sonuçları bizim çalışmamızdan elde edilen sonuçlarla uyum göstermektedir.

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılacağı asma anaçlarının askorbik asit içerikleri incelendiğinde, düşük tuz uygulamasına bağlı olarak 1616C ve 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarlarında azalma, 99R ve 5BB' nin ise askorbik asit miktarlarında yükselme görülmüştür. Yüksek tuz uygulamasında ise 1616C, 140Ru ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarlarında azalış, bunun aksine 5BB anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarında artış görülmüştür. Tuz ve bor uygulamaları kontrole göre değerlendirildiğinde 1616C, 1103P ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarında tuz ve bor uygulamalarına bağlı olarak düşüş görülmüştür. Eraslan *et. al* (2007b)' un marul bitkisi üzerinde yaptığı çalışmada ayrı ayrı uygulanan bor ve tuzun bitkinin askorbik asit miktarını etkilemediğini ancak, bor ve tuzun beraber uygulandığında askorbik asit miktarında artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Eraslan *et. al* (2007b) havuç bitkisi üzerinde yaptığı çalışmada ise bor, tuz, bor ve tuz uygulamalarının bitkinin askorbik asit miktarı üzerine etkili olmadığını bulmuşlardır. Sairam *et. al* (2005)' in yaptığı çalışmada tuz stresi altında buğday genotiplerinde askorik asit miktarının düştüğü bildirilmiştir. Yine Panda and Upadhyay (2003) yaptığı çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur. Yüksek klor bitkilerin askorbik asit kapsamının azalmasına sebep olmaktadır (Bergmann, 1992). Yapılan çalışmalar bizim çalışmamız ile uyum içerisinde olup asma anaçlarının askorbik asit miktarı üzerine genotip farklılıklarının etkisi olduğunu göstermektedir.

Aktif oksijen türevleri membran lipidlerinin peroksidasyonuna yol açarak membran zararlanmasına neden olmaktadır (Scandalios, 1993; Dionisio-Sese and Tobita, 1998; Sreenivasulu *et al.* 1999; Ye *et al.*2000). Lipid peroksidasyonu oksidatif zararın en basit göstergesi olarak kullanılmaktadır (Halliwell, 1987, Zhang and Kirkham, 1996). Hernandez *et al.* (1995) bezelye bitkisinde, Shalata and Tal (1998) domates genotiplerinde, Karanlık (2001) buğdayda, Aktaş (2002) biberde ve Yasar (2003) patlıcanda tuza toleransı yüksek genotiplerin düşük MDA miktarı ve daha az lipid peroksidasyonuna sahip olduğunu, lipid peroksidasyonu fazla olan genotiplerin ise tuza daha fazla duyarlı olduklarını belirlemişlerdir. Sekmen *et al.* (2007) artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak, tuza hassas çeşitte MDA içeriğinin arttığını; tuza

toleranslı çeşitte ise azaldığını bildirmişlerdir. Eraslan *et. al* (2007b) marul bitkisi üzerine yaptığı çalışmada MDA miktarının tuz ve tuz ile bor uygulamasında arttığını yine havuç üzerine yaptığı diğer bir çalışmada da tuz ve bor toksisitesi altında MDA miktarının arttığını bildirmiştir. Tuz ile birlikte aşırı borlu koşullarda soğan bitkisinde (Inal and Tarakcioglu 2001), domates ve salatalıkta (Alpaslan and Gunes 2001), sorgum ve mısırdaki (Ismail 2003) ve arpada (Karabal *et al.* 2003) membran zararlanmalarına yol açtığı daha önceki çalışmalarda da belirtilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda araştırmamızda yer alan Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılı olduğu asma anaçlarının tuz ve tuzla birlikte bor stresi koşullarında bitkilerin membranları zarar görmüş, bunun sonucunda lipid peroksidasyonu ve buna bağlı olarak H₂O₂ konsantrasyonları artmış ve prolin içeriği yükselmiştir. Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılı olduğu anaçlar değerlendirildiğinde 99R, 41B, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin 25 mM tuz uygulamasında MDA miktarları artarken, 50 mM tuz uygulamasında aynı bitkilerin MDA miktarları değişmemiştir. 50 mM tuz ve bor uygulamasında 140Ru, 99R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA miktarlarındaki artış önemli bulunmuştur. Tuz ve bor uygulamaları kontrole göre değerlendirildiğinde 1616C, 110R, 41B ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA miktarlarında değişme görülmemiştir. 25 mM tuz ve bor uygulamasında 1103P ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA miktarları artış istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Bitkilerin H₂O₂ konsantrasyonlarının stres koşullarında bitki membranlarındaki zararlanmalardan dolayı bitkideki miktarlarının arttığını bildiren araştırmalar (Sairam and Srivastava 2002, Sairam *et al.* 2002, Prochazkova *et al.* 2001) bulunmaktadır. Bitkilerin hidrojen peroksitindeki artış tuzla birlikte bor toksisitesine (Alpaslan and Gunes 2001) karşılık genel olarak verdiği bir tepkidir. Ayrıca tuza toleransı yüksek olan anaçların hidrojen peroksit içeriğinin de yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Sairam *et al.* (2002), Eraslan *et al.* (2007b) tarafından da bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada da asma bitkisinde bor toksikliği sonucunda membran permeabilitesinin, MDA içeriğinin ve H₂O₂ konsantrasyonlarının arttığı, prolin içeriğinin azalış gösterdiği belirtilmiştir Gunes *et al.* (2006). Bor toksikliği sonucu asma bitkisinde (Gunes *et al.*

2006) ve domates bitkisinde (Cervilla *et al.* 2007) hidrojen peroksit konsantrasyonunun artış gösterdiği bildirilmiştir. Eraslan *et al.* (2007a) tarafından yapılan çalışmada havuç bitkisi üzerine uygulanan tuz ve borun antioksidan ve fizyolojik parametreler üzerine etkisi araştırılmış ve H₂O₂ konsantrasyonu üzerine tuz ve bor uygulamalarının etkisi olmadığı bildirilmiştir. Çalışmamızda tuz stresi ve tuzla birlikte bor toksisitesi bitkilerin hem lipid peroksidasyonunu hem de hidrojen peroksit konsantrasyonunu artırmıştır. Yüksek tuz konsantrasyonu özellikle 99R anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin H₂O₂ miktarını arttırırken diğer bitkiler bundan çok etkilenmemişlerdir. Bor ve tuzun beraber uygulanmasıyla bitkilerin H₂O₂ konsantrasyonunda da artış görülmüştür. 25 mM tuz ve bor uygulaması yalın tuz ile değerlendirildiğinde 1103P, 140Ru ve 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin H₂O₂ miktarlarında artış görülmüştür. 50 mM tuz ve bor uygulaması 50 mM yalın tuz ile değerlendirildiğinde 1103P, 99R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin H₂O₂ miktarlarındaki artışın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Yapılan tüm çalışmalar bu çalışmadan elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

Bitkilerde bor ve tuz toksisitesi; büyüme, gelişme ve membranların geçirgenliği vb. üzerlerindeki zararlanmanın dışında oksidatif zarara da neden olmaktadır (Bray *et al.*, 2000; Karabal *et al.*, 2003). Bitkiler aktif oksijen türlerinin fizyolojik üretimini kontrol etmek için birçok enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidatif mekanizmalar geliştirmişlerdir. Antioksidan sistemde bitki hücrelerinde süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (AP), katalaz (KAT) ve askorbat, glutatyon gibi enzimatik olmayan savunma sistemleri bulunmaktadır (Agarwal and Pandey, 2004; Niknam *et al.* 2003). Temelde SOD süperoksit radikalini hidrojen peroksit ve oksijene dönüştürmektedir. Fakat, hidrojen peroksitte toksik radikallerden biridir. Bu toksik radikali KAT ve askorbat su ve oksijene parçalayarak, toksik radikalleri zararsız hale getirmektedir (Zhu *et al.* 2004; Sairam *et al.* 2005).

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılandığı anaçlar içerisinde en yüksek KAT aktivitesini 99R, 41B ve 110R anaçları gösterirken, en düşük KAT aktivitesi 1616C anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde görülmüştür. Düşük tuz konsantrasyonunda 1103P, 110R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm

çeşidinin KAT aktiviteleri artarken, yüksek tuz konsatrasyonunda 1616C ve 1103P anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin KAT aktivitelerinde artış görülmüştür. Yalın tuz ve bor uygulamaları değerlendirildiğinde 1103P, 140Ru, 99R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin KAT aktivitesinde artış görülmüştür. Yaşar vd. (2008) tuzluluğun neden olduğu oksidatif zararlanmalara karşı en iyi savunma mekanizmasını tuza toleranslı çeşidin gösterdiğini, tuza toleranslı çeşidin ise tuza hassas çeşitten daha yüksek oranda antioksidan enzim içerdiğini belirlemişlerdir. Hidrojen peroksitin parçalanması (detoksifikasyonu) için etkili olan enzimlerden birisi katalaz, diğerleri de askorbat-glutasyon döngüsüne katılan glutasyon reduktaz ve askorbat peroksidaz' dır. Katalaz aktivitesi, karpuzda tuz uygulaması yapıldığında özellikle tuza toleranslı çeşitlerde çok ciddi artışlar gösterirken, duyarlı çeşitlerde çok daha düşük seviyede artış görülmüştür. Bu durumda tuzluluğun etkisinden dolayı KAT enzim aktivitesini artırma konusunda tuza toleranslı çeşitlerin daha yetenekli olduğunu bildirmişlerdir. Domateste bitkisi ile çalışan Shalata and Tal (1998) ve patlıcanda çalışan Yaşar (2003) da tuza toleransı yüksek çeşitlerde KAT aktivitesini, duyarlı çeşitlere göre daha yüksek değerlerde saptamışlardır. Fadzilla *et. al* (1996) ve Lin and Kao (2000) yaptıkları çalışmalarda NaCl' ün pirincin KAT aktivitesi üzerine etkili olmadığı bildirilmiştir. Gunes *et. al* (2006) yılında asma bitkisi üzerine bor toksisitesi uyguladığı çalışmasında artan bor toksisitesi ile KAT aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir. Benzer çalışmalar elmada Molassiotis *et al.* (2006), marulda Eraslan *et. al* (2007b) tarafından bildirilmiştir. Bu çalışmalar çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

Süperoksit dismutaz enzimi, süperoksit radikalini ortadan kaldırmakta fakat bunun sonucunda toksik özelliği yine çok yüksek olan bir başka madde olan hidrojen peroksit oluşmaktadır. Çalışmamızda, yüksek tuz uygulamasında 1103P, 110R ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktiviteleri artmış, bunun aksine 140Ru ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde azalmış, düşük tuz uygulamasında ise 1616C, 140Ru, 110R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktivitesi artmıştır. Düşük tuz ile bor uygulaması yalın tuz uygulamasıyla karşılaştırıldığında 1103P ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktivitesindeki artış önemli bulunurken, yüksek tuz ve

bor uygulamasında 1616C, 110R ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktivitesinde artış görülmüştür. Yüksek tuz ve bor uygulamaları kontrolle karşılaştırıldığında 1103P, 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktivitesinde artış görülmüştür. Sekmen *et al.* (2007) artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak, tuza hassas çeşitte SOD ve KAT aktiviteleri azalırken, AP ve MDA içeriğinin arttığını; tuza toleranslı çeşitte ise KAT, AP, SOD aktiviteleri artarken, MDA içeriğinin azalış gösterdiğini belirtmişlerdir. Gunes *et al.* (2006) asma bitkisinde bor uygulanan çeşitlerle kontrol bitkileri karşılaştırıldığında, SOD ve KAT aktiviteleri artarken, AP aktivitesinin azalış gösterdiğini belirlemişlerdir. Eraslan *et. al* (2007b) yaptığı çalışmada tuz, bor, tuz ve bor uygulamalarına bağlı olarak marul bitkisinin SOD aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir. Supanjani (2006) tarafından yapılan çalışmada tuz ve bor toksisitesinin acı biber üzerine etkisi araştırılmış ve çalışma sonucunda uygulamaların SOD enzim aktivitesini arttırdığı bildirilmiştir. Lopez-Gomez *et al.* (2007), malta eriğinde (yenidünya) borun antioksidan sistemlerle birlikte tuza toleransının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, tuz uygulanmış bitkilerde bor düzeylerinin SOD aktivitesinde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Molassiotis *et al.* (2006) tarafından yapılan çalışmada uygulanan borun elma anacı yapraklarında KAT, SOD ve peroksidaz aktivitesinin artmasına neden olduğu bildirilmiştir.

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP aktivitesi değerlendirildiğinde, AP aktivitesinin 41B, 1103P ve 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi üzerine istatistiki olarak önemli bir etki yapmadığı görülmüştür. Kontrole göre düşük tuz uygulamasında 110R, 99R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP aktivitelerinde artış, 1616C ve 140Ru, anaçlarının AP aktivitelerinde ise düşüş olmuştur. Yüksek tuz uygulamasında ise 110R anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi AP aktivitesi artmıştır. Düşük tuz ve bor uygulaması yalın tuz uygulamasına göre değerlendirildiğinde 1103P, 140Ru ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP aktiviteleri artmıştır. Yüksek tuz ve bor uygulamasında ise 1616C, 99R, 41B, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP aktiviteleri artarken, 1103P ve 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin AP miktarları azalmıştır. Yapılan bu

çalışmadaki sonuçlar Gunes *et al.* (2006) asma bitkisinde bor uygulanan çeşitlerle kontrol bitkileri karşılaştırıldığında, AP aktivitesinin azalış gösterdiğini belirlemişlerdir. Supanjani (2006) tarafından yapılan çalışmada tuz ve bor toksisitesinin acı biber üzerine etkisi araştırılmış ve çalışma sonucunda uygulamaların AP aktivitesini arttırdığı bildirilmiştir Rahnema and Ebrahimzadeh (2005) yaptığı çalışmada patates bitkisine tuz uygulamasıyla SOD ve KAT aktivitesi artarken, AP miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmaların tersine Eraslan *et. al* (2007) yaptığı çalışmada marul bitkisine bor ve tuz uygulanmasıyla KAT, SOD ve AP aktivitelerinin arttığını bulmuşlardır. Lopez-Gomez *et al.* (2007), malta eriğinde (yenidünya) borun antioksidan sistemlerle birlikte tuza toleransının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında 20 mM NaCl, 0.2 mM B uygulaması yenidünya üzerine aşılı bitkilerde AP aktivitesini azaltmış, daha yüksek NaCl konsantrasyonlarında ise; bor AP seviyesini artırmıştır Tüm bu sonuçlar enzim aktivitesi üzerine H₂O₂, MDA miktarlarının etkili olduğunu ayrıca genotip farklılıklarında etkili olduğunu göstermektedir.

Tuzluluk bitki gelişimini sınırlayan faktörlerden birisidir. Tuz stresi değişik parametreler üzerine etkili olmak suretiyle fotosentez üzerine olumsuz etki yapar. Yaprakların iç hücrelerinde CO₂ basıncı düşerken stomaların geçirgenliklerinde olduğu gibi klorofil kapsamında da azalmalara neden olduğu bildirilmiştir (Abdullah and Ahmed 1990, Gunes *et al.* 1995). Tuzluluğun farklı genotiplerde hücre tipine göre iyon birikimi ve iyon alımlarında önemli farklılıklar yarattığı (Storey *et al.* 2003) ve asma anaçlarının tüm vejetatif aksamalarının gelişmesinin tuzluluk nedeniyle gerilediği (Paranychianakis *et al.* 2004) bildirilmiştir. Fisarakis *et al.* (2001), artan tuzlulukla (5, 25, 50 ve 100 mM NaCl) birlikte dokulardaki tuz konsantrasyonunun önemli ölçüde arttığını bildirmiştir. Eraslan *et. al* (2007) marul bitkine uygulanan tuz ile sodyum ve klor miktarında artış olurken, bor ve tuzun beraber uygulandığı düzeylerde sodyum ve klor konsantrasyonlarının azaldığı bildirilmiştir. Gunes *et. al* (2006) asma anaçları üzerine tuzun etkisini araştırıldığı çalışmasında hassas çeşitlerin daha fazla sodyum ve klor biriktirdikleri bildirilmiştir. Walker (1994) tarafından asmaların tuzluluğa tepkilerinin araştırıldığı çalışmada, asma yaprakları içerisindeki Cl konsantrasyonunun artışı ile karşılıklı olarak CO₂ özümleme oranının, büyümenin ve salkım sayısı ile meyve gelişiminin azaldığını belirtmiştir. Lopez-Gomez *et al.* (2007), malta eriğinde

(yenidünya) borun antioksidan sistemlerle birlikte tuza toleransının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, tuz stresinin yapraklardaki klor konsantrasyonunu etkilemez iken, sodyum konsantrasyonunun arttırdığı bildirilmiştir. Lessani ve Marschner (1978) yaptıkları çalışmada, tuza dayanıklı bazı bitkilerin Na ve Cl'un birbirinden bağımsız olarak bitkilerin değişik kısımlarına taşındıklarını, klorun, sodyuma göre taşınımının daha hızlı olduğunu, tuza dayanıklı bitkilerin yapraklarının Na içeriklerinin düşük olmasının sebebi, Na' un aşağıdan yukarı taşınımının, yukarıdan aşağıya doğru taşınımına göre daha zayıf olmasından kaynaklandığını bildirilmektedir. Ayrıca ozmotik strese maruz kalan bitkinin hızla yaprak su potansiyeli ve ozmotik potansiyelini düşürerek ozmotik dehidrasyonu meydana getirdiği; stomalarını kapattığı, dolayısı ile transpirasyonun azalmasına neden olduğu dolayısıyla bitkinin Na miktarında artış olduğu, Cl' un ise bundan etkilenmeyip NaCl uygulamasına bağlı olarak toksik etki yaparak bitkide biriktiği Sivritepe (2000) tarafından bildirilmektedir. Tuz tolerans bakımından bitkiler arasında da familya, cins ve türler arasında da farklılıklar bulunduğu gibi, aynı türe ait çeşitler arasında da tuza tolerans yönünden ayrımların bulunduğu bildirilmektedir (Salisbury *et al.* 1992, Schwarz 1995). Aynı zamanda tuz toleransları bakımından Amerikan asma anaçları arasında da farklılıklar olduğu bildirilmektedir (Fan *et al.* 2004, Sivritepe 1995, Sivritepe ve Eriş 1998, Southey and Jooste 1991). Çalışmamızda asma anaçlarının yaprak, petiol, sürgün, kabuk ve gövdelerindeki sodyum miktarları belirlenmiştir. Buna göre tüm bitkilerin yapraklarındaki Na konsantrasyonu artan tuz uygulamasına bağlı olarak artış göstermiştir. Yüksek tuz ve borun beraber uygulandığı düzeyde ise 1103P anacı üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinin sodyum konsantrasyonu fazla bulunmuştur. Düşük tuz ve bor uygulaması ise bitkilerin yapraklarının Na içerikleri üzerine etkili olmamıştır. Ayrıca yüksek tuz ve bor uygulamasında 140Ru, 99R, 41B ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki Na miktarlarında yalnız tuz uygulamasına göre düşüş görülmüştür.

Farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki sodyum miktarları belirlenmiştir. Buna göre yüksek tuz uygulamasıyla 1616C üzerine aşılı Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidi hariç diğer tüm bitkilerin petiollerindeki sodyum miktarlarında artış görülmüştür. Düşük tuz uygulamasında ise sadece 140Ru ve 41B

anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki sodyum miktarında artış görülmüştür. Yüksek tuz ve borun beraber uygulandığı konsantrasyonda 140Ru ve SO4 anaçlarının sodyum miktarlarında artış önemli olmuştur. Yüksek tuz ve bor uygulaması kontrole göre değerlendirildiğinde ise tüm bitkilerin sodyum miktarlarında artış görülmüştür. Ayrıca yüksek tuz ve bor uygulamasında 140Ru, 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki Na miktarlarında yalın tuz uygulamasına göre düşüş görülmüştür.

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılandığı anaçların sürgünlerindeki sodyum miktarları belirlenmiştir. Artan tuz uygulamalarına bağlı olarak 41B Sultani çekirdeksiz aşılı anacı hariç tüm bitkilerin sürgünlerindeki sodyum miktarları artmıştır. Yüksek tuz ve bor uygulamasında ise 1103P, 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki sodyum birikimi artmıştır. Düşük tuz ve bor uygulamasında ise 99R ve SO4 anaçlarının sodyum miktarları artarken, diğer bitkilerin sürgünlerindeki sodyum miktarı değişmemiştir. Ayrıca yüksek tuz ve bor uygulamasında 1616C, 140Ru, 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki Na miktarlarında yalın tuz uygulamasına göre düşüş görülmüştür.

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılandığı anaçların kabuklarındaki sodyum konsantrasyonları belirlenmiştir. Buna göre tüm anaçların kabuklarındaki sodyum miktarındaki artış kontrole göre yüksek seviyede olmuştur. Düşük tuz ve tuz ile bor uygulamalarına bağlı olarak 1616C, 1103P ve 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kabuklarındaki sodyum miktarı azalırken, yüksek tuz ve bor uygulamasında aynı anaçların kabuklarındaki sodyum miktarı artmıştır.

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılandığı anaçların gövdelerindeki sodyum konsantrasyonları belirlenmiştir. 1616C ve 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi hariç diğer tüm aşılı anaçların gövdelerindeki sodyum miktarları artmıştır. Artan tuz uygulaması ise tüm anaçların gövdelerindeki sodyum içeriklerini arttırmıştır. Yüksek tuz ve borun beraber uygulandığı düzeyde 140Ru, 110R,

99R, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sodyum konsantrasyonunda artış görülmüştür. Düşük tuz ve bor uygulamasında ise 140Ru ve 41B anaçlarının gövdelerindeki sodyum miktarındaki artış, 5BB anacının sodyum miktarındaki düşüş önemli bulunmuştur.

Sekiz farklı Amerikan asma anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yaprak, petiol, sürgün, kabuk ve gövdelerindeki klor miktarları belirlenmiştir. Buna göre Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi aşılı asma anaçlarının yapraklarındaki Cl miktarı artan tuz uygulamalarına bağlı olarak artmıştır. Bu çeşitler, 1616C, 1103P ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşitleridir. 110R, 99R, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarının klor miktarları 25 mM tuz uygulamasında değişmez iken 50 mM tuz uygulamasında aynı bitkilerin yapraklarındaki klor miktarlarında artış görülmüştür. Düşük ve yüksek tuz uygulamalarına ilave edilen borun genel olarak çeşitlerin yapraklarındaki klor miktarını etkilemediği görülmüştür.

Yüksek tuz uygulamalarında yetiştirilen tüm bitkilerin petiollerindeki klor miktarlarında artış görülmüştür. Yüksek tuz uygulamasına borun ilave edilmesiyle 1103P, 140Ru, 99R, ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki klor miktarında önemli miktarda düşüş görülmüştür.

Düşük tuz uygulamasıyla 1616C, 110R, 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki klor miktarında artış görülmüştür. 5BB anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi üzerine uygulamaların istatistiki açıdan önemli bir etkisi olmamıştır. Artan tuz uygulamasıyla 5BB hariç diğer tüm bitkilerin sürgünlerindeki klor miktarlarında artış görülmüştür. Yüksek tuz ve borun beraber uygulandığı düzeyde 1616C, 99R ve 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi hariç diğer bitkilerin klor miktarlarının artışı önemli bulunmuştur.

Düşük tuz konsantrasyonunda 140Ru, 99R, 41B ve 5BB anaçlarının kabuklarındaki klor miktarında artış görülürken, artan tuz uygulaması ile tüm anaçların kabuklarındaki klor

miktarında artış görülmüştür. Tuz konsantrasyonlarına bor ilavesi ile genel olarak anaçların kabuklarındaki klor miktarında önemli bir değişim görülmemiştir. Kontrole göre artan tuz ve bor uygulamalarında yetiştirilen 1103P, 140Ru, 41B, 5BB ve SO4 anaçların kabuklardaki klor miktarlarında artış görülmüştür.

Sekiz farklı anacın gövdelerindeki klor miktarları belirlenmiştir. Buna göre, en yüksek klor miktarı 50 mM tuz uygulamasında (0.96 mg kg^{-1}) bunu sırasıyla 50 mM tuz ve bor (0.81 mg kg^{-1}), 25 mM tuz ve bor (0.70 mg kg^{-1}) ve 25 mM tuz (0.69 mg kg^{-1}) uygulamaları izlemiştir. Anaçlar arası klor miktarları değerlendirildiğinde gövdesinde en yüksek klor içeren çeşit 110R olmuştur. Bunu sırası ile 99R, 1103P, 140Ru, 1616C, 5BB, 41B ve SO4 anaçları izlemiştir.

Bor toksisitesi, büyüme, gelişme ve membranların geçirgenliği vs. üzerindeki zararlanmanın dışında oksidatif zarara da yol açmaktadır. Bu, kloroplast zarları üzerindeki doğrudan etkisine ve stomaların kapanmasına yol açmasına bağlanabilir (Karabal *et al.* 2003). B bitkilerde en fazla yaprak ve üreme organlarında bulunurken sırasıyla en az kök, meyva ve tohumlarda bulunmuştur (Zhao and Oosterhuis, 2002). B bitkilerde transpirasyonla buhar halinde su kaybı devam ettikçe, üst kısımlara doğru ksilemle taşınmakta ve bitkinin yaprak ucu, meyva gibi organlarında hareketsizlikten dolayı birikmektedir (Brown and Shelp, 1997). Güneş vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada uygulanan bor ile bitkinin bor miktarında artışın olduğu ve bu artışın anaçlar arasında farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Güneş *et al.* (2006) yaptıkları çalışmada asma bitkisine uygulanan bor ile bitkilerin bor miktarlarında artış olduğu bildirilmiştir. Güneş *et al.* (2007), ıspanak ve domates üzerine toksik düzeyde bor içeren toprağa uygulanan silisyumun fizyolojik ve enzimatik parametreler üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, bitkilerdeki bor konsantrasyonunda artış olduğu silisyum uygulamasıyla bor toksisitesinin azaldığı bildirilmiştir. Eraslan *et al.* (2007b) tarafından tuz ve bor uygulanan marul bitkisi üzerine oksidatif sistem ve membran zararlanmaları araştırıldığı çalışmada tuz uygulamasıyla bor konsantrasyonunun azaldığı bildirilmiştir. Tuzluluk sorgum' un bor konsantrasyonunun düşmesine sebep olmuştur (Ismail, 2003 ve 2004) ve domateste (Alpaslan and Gunes, 2001) tarafında bildirilmiştir. Supanjani (2006) tarafından yapılan çalışmada tuz ve bor toksisitesinin acı biber üzerine etkisi araştırılmış

ve çalışma sonucunda yüksek düzeyde tuz ve borun yapraklardaki bor konsantrasyonunu azalttığı bildirilmiştir. Lopez-Gomez *et al.* (2007), malta eriğinde (yenidünya) borun antioksidan sistemlerle birlikte tuza toleransının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, tuz ve bor uygulamasında aşılı yenidoğru meyvesinin bor içeriğinin yalnızca 0.2 mM B düzeyinde arttığı bildirilmiştir. Bor konsantrasyonunun tuz uygulamasıyla düşmesi, bor toksisite simptomlarında azalmasına neden olduğu bildirilmektedir (El-Motaium *et al.* 1994). Çalışma sonucunda, asma çeşitlerinin organlarındaki bor dağılımı incelendiğinde, en yüksek bor içeriği yapraklarda görülmüştür. Yapraklardaki bor içeriğini, petiol, kabuk, sürgün ve gövdelerindeki bor içeriği izlemiştir. Bu da borun ksilem transpirasyon ile taşındığını desteklemektedir (Marschner, 1995). Tuzlu koşullar altında azalan bitki büyümesini etkileyen en önemli faktörler toprak çözeltisindeki düşük su potansiyelinin teşvik ettiği “fizyolojik kuraklık”, bitkilerdeki düşük su potansiyeli, düşük turgor ve hücrelerde iyon konsantrasyonunun artması sonucunda bitkilerde meydana gelen ozmotik düzenlemelerdir (Levitt 1980, Schwarz 1995). Tuzlu koşullarda meydana gelen bu değişiklikler hormonal dengesizliklere, stoma açılımının ve CO₂ alımının azalmasına, transpirasyon kaybına, kloroza ve büyümenin azalmasına neden olduğu bildirilmektedir (Edreva 1998, McKersie *et al.* 1994, Schwarz 1985- 1995). Ozmotik strese maruz kalan bitki hızla yaprak su potansiyeli ve ozmotik potansiyelini düşürerek ozmotik dehidrasyon meydana getirmekte; stomaların kapanmasına, dolayısı ile transpirasyonun azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca Sivritepe (2000) tarafından yapılan çalışmada Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidine %0, 0.50 ve 0.75 NaCl uygulanmasıyla stoma iletkenliğini ve transpirasyonun azalmasına neden olduğu bildirilmektedir. Çeşitlerin yaprak, petiol, sürgün, kabuk ve gövdelerindeki toplam bor konsantrasyonu içeriğine bakıldığında uygulama farklılıklarının etkisi görülmüştür. 25 mM tuz + 20 mg kg⁻¹ bor uygulamasında yetiştirilen tüm çeşitler içinde 1616C, 1103P, 140Ru, 41B, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin bor içerikleri 50 mM tuz + 20 mg kg⁻¹ bor uygulamasında yetiştirilenlere göre daha yüksek olmuştur. Bor uygulamasıyla bitkinin bor miktarı artmış uygulan tuz ile bor miktarında azalma görülmüştür. Bu verilere dayanarak transpirasyonla taşınan bor elementinin, tuzluluğa bağlı olarak, transpirasyonun azalmasıyla, yüksek tuz ve bor uygulamasında 1616C,

1103P, 140Ru, 41B, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin bor konsantrasyonlarında azalmaya neden olduğu görülmüştür.

Asma çeşitlerinin yaprak, petiol, sürgün, kabuk ve gövdelerindeki bor miktarları belirlenmiştir. Buna göre Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi aşılı anaçların yapraklarındaki bor miktarı düşük tuz ve bor uygulamasında, yüksek tuz ve bor uygulamasına göre daha yüksek olmuştur. Çeşitler değerlendirildiğinde en yüksek bor miktarı 1616C ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde görülmüştür.

Sekiz farklı Amerikan asma anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki bor miktarları belirlenmiştir. Buna göre, uygulamalar içinde en yüksek bor düşük tuz ve bor uygulamasında belirlenmiştir. Artan tuz ile bor miktarında azalma görülmüştür. En yüksek bor miktarı 110R ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerinde görülürken, en düşük bor konsantrasyonuna 140Ru ve 1103P anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerinde sahip olmuştur.

Yüksek tuz ve düşük tuz uygulamalarına ilave edilen borun bitkilerin sürgünleri üzerine etkisinde farklılık görülmemiştir. Çeşitler değerlendirildiğinde en yüksek bor konsantrasyonu 99R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerinde görülürken, en düşük bor konsantrasyonu 1616C ve 1103P anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerinde görülmüştür.

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılandığı anaçların kabuklarının bor miktarları belirlenmiştir. Buna göre, 140Ru, 5BB ve SO4 anaçlarının kabuklarındaki bor miktarı düşük tuz ve bor uygulamasında daha yüksek bulunmuştur. 140Ru, 5BB ve SO4 anaçların bor miktarı artan tuz konsantrasyonu ile azalmıştır.

Bor uygulamaları, 1616C anacının gövdesindeki bor konsantrasyonu üzerine etkisi olmamıştır. Artan tuz konsantrasyonu ile 110R anacının gövdesindeki bor miktarı azalırken, 1103P, 140Ru, 41B, 5BB ve SO4 anaçlarının gövdelerindeki bor miktarı üzerine etkisi olmamıştır.

Çalışmamız sonucunda tüm veriler değerlendirildiğinde, uygulamalara bağlı olarak en yüksek kuru ve yaş ağırlığı 1616C anacında görülmüş, bunu 5BB, 1103P, 41B, 99R, 110R ve 140Ru anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi izlemiştir. Tuz uygulamalarıyla 41B, düşük tuz ve bor uygulamasıyla 1103P ve SO4, yüksek tuz ve bor uygulamasında 99R ve 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi klorofil miktarları azalmıştır. Tuz uygulamalarına bağlı olarak tüm çeşitlerin, tuz ve bor uygulamalarına bağlı olarak da 99R hariç diğer tüm bitkilerin stoma direnci artmıştır. Çeşitlerin nisbi nem miktarı üzerine uygulamaların etkisi önemli olup en düşük nisbi nem düşük tuz ve B uygulamasında görülürken bunu yüksek tuz ve bor uygulaması izlemiştir. 50 mM tuz uygulamasıyla tüm çeşitlerin prolin miktarı artarken, düşük ve yüksek tuz ile borun beraber uygulandığı konsantrasyonlarda 1616C anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin hariç tüm bitkilerin prolin miktarları artmıştır. Düşük tuz ve bor uygulamasında 1616C ve 110R, yüksek tuz uygulamasında 5BB anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarlarında artma görülmüştür. 99R, 41B, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin 25 mM tuz uygulamasında MDA miktarları artarken, 25 mM tuz ve bor uygulamasında 1616C anacının, 50 mM tuz ve bor uygulamasında ise 140Ru, 99R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin MDA miktarları artmıştır. Bitkilerin H₂O₂ içerikleri ise stres uygulamalarına bağlı olarak artmıştır. 25 mM tuz uygulamasında 110R ve 99R, 50 mM tuz uygulamasında 99R, 25 mM tuz ve bor uygulamasında 1103P de artış, 50 mM tuz ve bor uygulamasında ise 1103P, 99R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin H₂O₂ miktarlarında artış görülmüştür. Genel olarak çeşitler arasında en yüksek KAT aktivitesini 1103P, 99R, 149Ru, 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde, en düşük KAT aktivitesi 1616C' de görülmüştür. Uygulamalara göre değerlendirildiğinde, düşük tuz uygulamasında 1103P, 110R ve 41B, yüksek tuz uygulamasında 1616C ve 1103P, düşük tuz ve bor uygulamasında 140Ru, 99R, 41B ve 5BB, yüksek tuz ve bor uygulamasında 1103P, 140Ru, 110R, 99R, 5BB ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin KAT aktivitesinde artış görülmüştür, En yüksek AP aktivitesi 41B, 110R, SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde de görülmüştür. Uygulamalarla değerlendirildiğinde ise tuz uygulamalarına bağlı olarak düşük tuz ve bor uygulaması 1103P, 140Ru ve 5BB,

yüksek tuz ve bor uygulamasında ise 99R, 41B, 5BB ve SO4 anaçlarının AP miktarları artmıştır. Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılı olduğu anaçların SOD aktivitesi değerlendirildiğinde en yüksek SOD aktivitesi 110R, 5BB, 1103P ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde görülmüştür. Uygulamalarla değerlendirildiğinde ise yüksek tuz uygulamasında 1103P, 110R ve 99R, düşük tuz ve bor uygulamasında 1616C, 1103P, 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin SOD aktivitesi artmıştır.

Çeşitlerin Na içerikleri değerlendirildiğinde, aktif elementler arasında yer alan Na, anaçların organlarında yayılmış olup, en yüksek Na miktarı petiollerde, en az ise gövdelerde bulunmuştur. Na birikimi yüksek olan bitkiler 140Ru, 1103P, SO4 iken, en az Na birikimi 41B, 110R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde görülmüştür. Çeşitlerin Cl içeriği değerlendirildiğinde, anaçların organlarındaki Cl dağılımı, Na dağılımı ile benzerlik göstermiş olup, en fazla Cl petiollerde, en az Cl ise anaçların gövdelerinde birikmiştir. Çeşitlerin organlarındaki Cl içeriklerinde çok büyük farklılıklar görülmemekle beraber genel olarak en yüksek Cl 41B ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin görülmüştür. Çeşitlerin bor içerikleri değerlendirildiğinde, transpirasyonla taşınımı olan bor elementinin en fazla bulunduğu organ yapraklarda iken, bunu petiol, sürgün, gövde ve kabuk izlemiştir. En fazla bor içeriği 41B, 5BB, en az bor içeriği 1103P ve 140Ru anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde görülmüştür. Genel olarak artan tuz uygulaması ile Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin aşılı olduğu anaçların bor içeriklerinde azalma görülmüştür.

Tüm bu bulgular değerlendirildiğinde, tuz ve bor konsantrasyonu yüksek olan bağ alanlarında 110R, 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yetiştiriciliğinin yapılmasının uygun olmayacağı, bu çeşitler yerine 1103P, 140Ru, 99R anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yetiştiriciliğinin yapılmasının daha faydalı olacağı söylenebilir. Tuz toksisitesinin görüldüğü bağ alanlarında 110R ve 41B anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi yetiştirilmesi yerine 140Ru, 99R ve SO4 anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yetiştirilmesi daha uygun olacaktır. Tuza dayanıklı anaçlar arasında yer alan 1103P'in ancak, çok yüksek

tuz içeren bağ alanlarında kullanılmamasının uygun olacağı söylenebilir. Na ve Cl konsantrasyonu yüksek olan bağ alanlarında 41B ve 1103P anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kullanılmasının uygun olmayacağı, bunun yerine 99R anacı üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kullanılmasının bağcılık açısından daha uygun olacağı söylenebilir

KAYNAKLAR

- Abdullah, Z. And Ahmad, R. 1990. J. Agron. Crop. Sci. 165, 94-98.
- Agarwal, S. and Pandey, V. 2004. Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in *Cassia angustifolia*. Biol. Plant. 48, 555-560.
- Aksu, A. 2008. Ege bölgesinde yaygın bağıcılık Yapılan alanlarda tuzluluk, bor toksitesi problemlerinin ve beslenme durumunun belirlenmesi adlı tez çalışması.
- Aktaş, H. 2002. Biberde tuza dayanıklılığın fizyolojik karakterizasyonu ve kalıtımı. Ç.Ü Fen Bilimleri Enst. (doktora tezi basılmamış), Adana, 105 s.
- Alexander, D.Mc. E. and Obbink, J.G. 1971. Effect of Chloride in Solution Culture on Growth and Chloride Uptake of Sultana and Salt Creeke Grapevines. Aust. J. 11, 357-361.
- Alexieva, V., Ivanov, S., Sergiev, I. and Karanov, E. 2003. Interaction between stresses. Bulg. J. Plant Physiol., Special Issue, 1-17.
- Alonso, R., Elvira, S., Castillo, F.J. and Gimeno, B. S. 2001. Interactive effects of ozone and drought stress on pigments and activities of antioxidative enzymes in *Pinus halepensis*. Plant Cell Environ., 24, 905-916.
- Alpaslan, M. and Gunes, A. 2001. Interactive effects of boron and salinity stress on the growth, membrane permeability and mineral composition of tomato and cucumber plants. J. Plant and Soil. 236, 123-128.
- Alsaidi, I.H. 1980. Studies on the influence of different concentrations of sodium chloride and calcium chloride salts on the growth of some grapevine cultivar transplants. Mesopotamia J. Agric. 15(1), 125-135.
- Alsaidi, I. H. and Alawi, B.J. 1984. Effect of different concentrations of NaCl and CaCl₂ on growth, dry weight and mineral elements of some grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.). Ann. Agric. Sci., Ain Shams Univ., Cairo, Egypt 29 (2), 971-988.
- Alsaidi, LH., Shakir, LA, Hussein, AJ. 1988a. Rooting of some grapevine cuttings as affected by salinity. Ann. Agric. ScL, 33(1), 479-499.
- Alsaidi, LH Shakir, LA Hussein, AJ. Sidiq, J. 1988b. Effect of salinity on the rooting of cuttings of Abbasi and Kemali grape cultivars (*Vitis vinifera* L.). Hort. Abst, 58(11), 7382.
- Alscher, R.G., Donahue, J.L. and Cramer, C.L. 1997. Reactive oxygen species and antioxidants relationship in green cells. Physiol. Plant., 100, 224-233.

- Anonymous. 1951. Soil Sorvey Stuff. Soil Sorvey Manual. Agric. Res. Administration. USDA Handbook. 18, 340-377.
- Anonymous. 1990. Micronutrient, Assessment at the Country Level An International Study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa. Rome.
- Anonymous 2002. <http://www.ag.unr.edu/mittler/oxistress.pdf>. Oxidative stress in plants. Erişim tarihi: 02.03.2007.
- Anonymus. 2003. Web Sitesi: www.mehs.educ.state.ak.us, Erişim Tarihi: 28.11.2006
- Anonymous. 2008. FAO-Statistics Division, Faostat. (www.fao.org), Erişim Tarihi: 10.05.2009
- Antcliff, A.J., Newman, H.P. and Barrett, H.C. 1983. Variation in chloride Accumulation in some American species of grapevine. *Vitis* 22 (4), 357-362.
- Antcliff, A. J. 1992. Taxonomy-The Grapevine as a Member of the Plant Kingdom (Ed.B.G.Coombe and P.R.Dry, Viticulture Vol.1 Resources, 107-117. Hyde Park Press, Adelaide.
- Arbabzadeh, F. and Dutt, G. 1987. Salt tolerance of grape rootstocks under greenhouse conditions. *Amer. J. Enol Viticul*, 3 8(2), 95-99.
- Asada, K. and Takahashi, M. 1987. Production and scavenging of active oxygen radicals in photosynthesis. *Photoinhibition*. Kyle, D.J. (ed.), Elsevier, pp. 227-297.
- Asada, K. 1992. Ascorbate peroxidase a hydrogen peroxide-scavenging enzyme in plant. *Physiol. Plant.*, 85, 235-241.
- Asada, K. 1997. The role of ascorbate peroxidase and monodehydroascorbate reductase in H₂O₂ scavenging in plants. *Oxidative stress and the molecular biology of antioxidant defences*. Scandalios, J.G. (ed), Cold Spring Harbor Laboratory Press, pp. 715-735.
- Asada, K. 1999. The water-water cycle in chloroplasts scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. *Annu. Rev. Plant Physiol., Plant Mol. Biol.*, 50, 601-639.
- Awank, Y.B., Atherton, J.G., Taylor, A.J. 1993. Salinity effects on strawberry plants grown rock wool, growth and leaf relations. *J.Hort. Sci.*, 68, 783-790.
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama suyu kalitesi ve sulamada tuzluluk problemleri. *Ank. Üni. Zir. Fak. Yay. No:1196*, 282 s.
- Barber, S.A. 1995. Soil nutrient bioavailability. A Mechanistic Approach second ed. John Wiley and Sons Inc., New York.

- Barlass, M. and Skene, K.G.M. 1980b. Relative tolerances of grapevine cultivars and hybrids in vitro. CSIRO Div. Hort. Res. Rpt. pp. 147-156.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil* 39, 205-207.
- Bayraklı, F. and Er. F. 1995. Boron concentration of vineyards and soils in Hadim Aladağ part of Konya. M.Şefik Yeşilsoy Symposium on Arid Region Soil, 174-178. Izmir.
- Bellaloui, N., Brown, P.H. and Dandekar, A. 1998. Manipulation of invivo sorbitol production alters boron uptake and transport in tobacco, *Plant Physiology*, 11ç, 735-741 p.
- Bergmann, W. 1992. Nutritional disorders of plants. Development, visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.
- Bernstein, L. Ehlig, C.F., Clark, R. A. 1969. Effect of grape rootstocks on chloride accumulation in leaves. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 94(6), 584-590.
- Bimbaum, E.H., Dugger, W.M. and Baesley, C.A. 1977. Interaction of boron with component of nucleic acid metabolism in cotton ovules cultured in Vitro. *Plant Physiol.*, 59, 1034.
- Blevins D.G. and Lukaszewski K.,M. 1998. Boron in structure and function, *Annual Rev. Plant Physilogy Plant Molecular Biology*, 49, 481-500 p.
- Bloch, D., Hoffmann, C.M. and Marlânder, B. 2006. Impact of water supply on photosynthesis, water use and carbon isotope discrimination of sugar beet genotypes, *Eur. J. Agron.*, 24, 218-225.
- Blum, A. 1985. Breeding crop varieties for stress environments *CRC Critical Reviews in Plant Sciences*. Vol. 2, 199-238.
- Bohra, J.S., Döffling, K. 1993. Potassium Nutrition of rice (*Oryza saliva* L.) varieties under NaCl salinity. *Plant and Soil*, 152, 299-303.
- Bokde, S. 1963. Mineral elements in plant nutrition and use of micronutrients. *Fertilizer News*, 9(2), 24-26.
- Bouyoucas, G. J.1951. A realibration of hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*. 43, 434-438.
- Bowler, C., Montagu, M.V., and Inze, D. 1992. Superoxide dismutase and stress tolerance. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 43, 83-116.
- Bowler, C, Camp, W.V., Montagu, M.V. and Inze, D. 1994. Superoxide dismutase in plants. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 13(3), 199-218.

- Bray, E., Bailey-Serres, J. and Weretilnyk, E. 2000. Responses to abiotic stresses chapter 22. In biochemistry and molecular biology of plants. B.B. Buchanan, W. Gruissem and R.L. Jones, (ed.) American Society Plant Physiology Rockville MD.
- Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen pp, 1149-1178. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Ed. C.A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series. No: 9, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Bresler, E., B. L. McNeal, and D. L. Carter. 1982. Saline and sodic soils. Principles dynamics-modeling. New York Springer-Verlag. 236.
- Brown, P.H. and Hu, H. 1994. Boron uptake by sunflower, squash and cultured tobacco cells. *Physiol. Plant.*, 91, 435-441.
- Brown, P.H., and Hu, H. 1996. Phloem mobility of boron is species dependent evidence for phloem mobility in sorbitol-rich species. *Ann. Bot.*, 77, 497-505.
- Brown P.H. and Shelp B.J. 1997. Boron mobility in plants. In Plant and Soil. Proceedings Eds. R.W. Bell and B. Rerkasem, pp. 193, 85-101. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Brugnoli, E., Lauteri, M. 1991. Effects of salinity on stomatal conductance, photosynthetic capacity, and carbon isotope discrimination of salt tolerant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt-sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C N on halophytes. *Plant physiology*, 95, 628-635.
- Bueno, P. and Piqueras, A. 2002. Effect of transition metals on stress, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in tobacco cell cultures. *Plant Growth Regu.*, 36, 161-167.
- Cadenas, S.E. 1989. Biochemistry of oxygen toxicity. *Annu. Rev. Biochem.*, 58, 791-10.
- Carter, D.L. 1975. Problems of Salinity in Agriculture. In Poljakof-Mayber, A., Gale, J., Springer verlag. Berlin, pp. 25-30.
- Cervilla, L. M., Blasco, B., Rios, J. J., Romero, L. and Ruiz, M. 2007. Oxidative stress and antioxidants in tomato (*Solanum lycopersicum*) plants subjected to boron toxicity. *Annals of Botany*. 100, 747-756.
- Charbaji, T., Garcia, M., Fallot, J. 1989. The effect of sodium chloride on the growth of enzyme activities in potato seedlings. *Biol. Plant* 49, 93-97.
- Charbaji, T. and Ayyoubi, Z. 2004. Differential growth of some grapevine varieties in Syria in response to salt in vitro. *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant*. 40, 221-224.
- Chartzoulakis, K. and Klapaki, G. 2000. Response of greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulture*, 86, 247-260.

- Christ, E.G. and Ulrich, A. 1954. Grape nutrition. In "Fruit Nutrition", (ed.) NChilders. pp. 295-343. Somerset Press, Somerville, New Jersey, U.S.A.
- Christensen, L.P., Kasimatis, A.N. and Jensen, F. L. 1978. Grapevine nutrition and fertilization in the San Joaquin valley. Univ. Calif. Pres, Berkeley and Los Angeles, 40 p.
- Cornic, G. 1996. Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture-not by affecting ATP synthesis. Trends Plant Sci. 1, 21-26.
- Comic, G. 2000. Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture-not by affecting ATP synthesis. Trends Plant Sci. 1, 21-26.
- Cuevas, E., Baeza, P. and Lissarrague, J.R. 2006. Variation in stomatal behaviour and gas exchange between mid-morning and mid-afternoon of north-south oriented grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. tempranillo) at different levels of soil water availability, Sci. Hortic, 108, 173-180.
- Çakırlar, H., Topçuoğlu, S. F. 1985. Stress Terminology. Çölleşen dünya ve Türkiye örneği. Atatürk Üniversitesi. Çevre Sorunları Araş. Merkezi.
- Çakmak, I., Strbac, D., and Marschner, H. 1993. Activities of hydrogen peroxide scavenging enzymes in germinating wheat seeds. Journal of Experimental Botany, 44(258), 127-132 p.
- Çakmak, I., Kurz, H. and Marschner, H. 1995. Short-term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower. Physiol. Plant. 95, 11-18 p.
- Çakmak, I. and Römheld V. 1997. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants, Plant and Soil, 193, 71-83 p.
- Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Maraslı, B., ve. Söylemezoğlu, G. 1998. Genel Bağcılık. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi 1, 253s, Ankara.
- Davies, K.J.A. 1987. Protein damage and degradation by oxygen radicals. I. General aspects. J. Biol. Chem. 262, 9895-9901.
- Davis, D.G. and Swanson, H.R. 2001. Activity of stress-related enzymes in the perennial weed leafy spurge (*Euphorbia esula* L.). Environ. Exp. Bot., 46, 95-108.
- del Rio, LA, Corpas, F.J., Sandalio, L.M., Palma, J.M. and Barroso, J.B. 2003. Plant peroxisomes, reactive oxygen metabolism and nitric oxide. IUBMB Life, 55, 71-81.
- Desikan, R., Hancock, J.T. and Neill, S.J. 2004. Oxidative stress signalling. plant responses to abiotic stress. Hirt, H. and Shinozaki, K. (eds.). Springer-Verlag, Berlin, pp. 121-149.

- Dhanda, S.S., Sethi, G.S. 1998. Inheritance of excised leaf water loss and relative water content in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Euphytica* 104, 39-47.
- Dionisio-Sese, M. X. and Tobita, S. 1998. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress. *J. Plant Sci.*, 135, 1-9
- Downton, W.J.S. 1977a. Photosynthesis in salt-stressed grapevines. *Aust. J. Pl. Physiol.* 4, 183-192.
- Downton, W.J.S. 1977b. Salinity Effects on the ion composition of fruiting Cabernet Sauvignon Vines. *Amer. J. Enol. Vitic.* 28, 210-214.
- Downton, W.J.S. 1977c. Salt tolerance of food crops perspectives for improvements 1 (3), 183-190.
- Downton, W.J.S. and Crompton, A.W. 1979. Budburst in Sultana Grapevine as influenced by salinity and rootstock. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 19, 749-752.
- Edreva, A. 1998. Stress physiology, definitions and concepts of stress. classifications of stress factors, approaches applied in stress research. *Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri Sempozyumu*, 22-26 Haziran, Ebiltem, Bornova, İzmir.
- Eggenberger, W., Koblet, W., Mischler, M., Schwarzenbach, H. and Simon, J.L. 1975. *Weinbau*. Verlag Huber and Co. A.G., Frauenfeld, 187 s.
- Ekmekçi, E., Apan, M. ve Tekin, K. 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi, *O.M.Ü Zir. Fak. Dergisi*, 2005, 20(3), 118-125.
- El-Motaium, R., Hu, H., Brown, P. 1994. The relative tolerance of six *Prunus* rootstocks to boron and salinity. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 119, 1169-1175.
- Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A. and Alpaslan, M. 2007a. Impact of exogenous salicylic acid on the growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae*. 113, 120-128.
- Eraslan, F., A., Inal, O. Savasturk, Gunes, A. 2007b. Changes in antioxidative system and membrane damage of lettuce in response to salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae*. 114, 5-10.
- Ercan, N. ve Gulcan, R. 1992. In vitro koşullarında bazı asma çeşit ve anaçlarının tuza dayanıklılıkları üzerinde araştırmalar. *Türkiye 1. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Bomova-izmir. Cilt no1, 541-543.
- Estan, M. T., Martinez-Rodriguez M. M., Perez-Alfocea F., Flowers T. J. and Bolarin M. C. 2004. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *Journal of Experimental Botany*. 56(412), 703-712.

- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., Güçdemir, I. and Talaş, S. 2000. Boron Status of Central Anatolian. International Conference Sustainable Land Use and Management, 10-13 June 2002, pp. 55-61, Çanakkale, Turkey.
- Fadzilla, N. M., Gill, V., Finch, R. P., Burdon, R. H. 1996. Chilling, oxidative stress and antioxidant responses in shoot cultures of rice. *Planta* 199, 552-556.
- Fan, X. C, Liu, C. H., Pan, X., Guo, J. N. and Li, M. 2004. Evaluation of salt tolerance of grape rootstocks under hydroponic culture conditions. *Journal of Fruit Science*, 21, 2 p. 128-131.
- Farrant J.M. 2000. A comparison of mechanisms of desiccation tolerance among three angiosperm resurrection plant species. *Plant Ecol.*, 151, 29-39.
- Fisarakis, I., Chartzoulakis, K. and Stavrakas, D. 2001. Response of Sultana vines (*V. vinifera* L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. *Agric. Water Management*. 51 (1), 13-27.
- Follet, R.H. 1969. Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado Soils. Ph. D. Dissertation. Colo. State Univ.
- Foyer, C.H. and Halliwell, B. 1976. The presence of glutathione, glutathione reductase in chloroplasts, a proposed role in ascorbic metabolism. *Planta*, 133, 21-25.
- Foyer, C.H. and Noctor, G. 2000. Oxygen processing in photosynthesis, regulation and signaling. *New Phytol.*, 146, 359-388.
- França, M.B., Panek, A.D. and Eleutherio, E.C.A. 2006. Oxidative stress and its effects during dehydration. *Comp. Biochem. Phys.*, In Press.
- Fridovich, J. 1986. Biochemical effects of the Superoxide radicals. *Arch. Biochem. Biophys.*, 247, 1-11.
- Galet, P. 1970. *Precis Viticulture*. Montpellier, France, pp. 327-330
- Ghasemi, F., Jakeman, A.J., Nix, H.A. 1995. Salinisation of land and water resources human causes extent management and Case Studies. CAB international, Wallingford, Oxon, p. 526.
- Goldberg, S. 1997. Reaction of boron with soils. In *Plant and Soil. Proceedings* Eds. R.W. Bell and B. Rerkasem, pp. 193, 35-48. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Goroot, J.O. and Alexander, D.Mc. E. 1973. Response of six grapevine cultivars to a range of chloride concentrations. *Amer. J. Enol. Vitic.* 24 (2), 65-68.
- Gupta, U.C. 1968. Relationship of total and hot-water soluble boron and fixation of added boron, to properties of Podzol soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc*, 32, 45-48.

- Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., 1996. Effect of salinity on stomatal resistance, proline and mineral composition of pepper. *J. Plant Nutr.* 19, 389–396.
- Gunes, A., Soylemezoglu, G., Inal, A., Bagci, E. G., Coban, S. and Sahin, O. 2006. Antioxidant and stomatal responses of grapevine (*Vitis vinifera* L.) to boron toxicity. *Scientia Horticulturae*.110, 279-284.
- Gunes, A., Inal, A., Bagci, G. E. and Pilbeam, D. J. 2007b. Silicon-mediated changes of some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach and tomato grown in sodic-B toxic soil. *J. Plant and Soil.* 290, 103-114.
- Gunes, A., Inal, A., Bagci, E.G., Coban, S. and Sahin, O. 2007c. Silicon increases boron tolerance and reduces oxidative damage of wheat grown in soil with excess boron. *Biologia Plantarum.* 51(3), 571-574.
- Gunes, A., Inal, A., Bagci, E. G. and Coban, S. 2007d. Silicon-mediated changes on some physiological and enzymatic parameters symptomatic of oxidative stress in barley grown in sodic-B toxic soil. *Journal of Plant Physiology.* 164, 807-811.
- Gunes, A., Inal, A., Bagci, E.G., Coban, S. Pilbeam. J. D. 2007. Silicon mediates changes to some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown under B toxicity. *Scientia Horticulturae* 113. 113-119.
- Gülçin, I., Berashuili, D. and Gepdiremen, A. 2005. Antiradical and antioxidant activity of total anthocyanins from *Perilla pankinensis* decne. *J. Ethnopharmacol.*, 101, 287-293.
- Güneş, A., İnal, .A., Alpaslan, M. and Aktaş, M. 1995. Effect of salinity stress on stomatal resistance, proline, chlorophyll and mineral composition of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Soil Fertilizer Management 9 th International Symposium of CIEC.* 25-30 September, Kuşadası Turkey.
- Güneş, A., İnal, A., Alpaslan, M. ve Taban, S. 1999. Beypazarı yöresinde yetiştirilen havuçların beslenme durumları ve besin değerleriyle toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(1), 33-44.
- Güneş, A., Alpaslan, M., Özcan, H. ve Çıkılı Y. 2000a. Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin bor toksisitesine duyarlılıklar, *Turkish Journal of Agricultural* 24, 277-282 s.
- Güneş, A., Alpaslan, M., Özcan, H. ve Çıkılı Y. 2000b. The effect of zinc on alleviation of boron toxicity in tomato plants (*Lycopersicon esculentum* L.), *Turkish Journal of Agricultural*, 24, 505-509 p.
- Güneş, A., Çelik, H., Alpaslan, M., Söylemezoğlu, G., Eraslan, F., Yaşa, Z. ve Koç, Ö. 2003. Asmaların (*Vitis* spp.) bor toksisitesi ve tuzluluğa karşı toleransının

- belirlenmesine yönelik olarak bor, sodyum ve klor alımlarının karşılaştırılması. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi. 9(4), 428-434.
- Hakerlerler, H., Eryüce, N., Anaç, D. ve Düzbastılar, M. 1986. Büyük Menderes pamuk tarlalarında borun toprak ve bitkideki durumu. Toprak İlimi Derneği 9. Bilimsel Toplantı Tebliği, Yayın No:4.
- Hakkı, E.E., Atalay, E., Babaoğlu M.B., Soylu, S., Durali D. ve Gezgin, S. 2005. Bitkilerde düşük ve yüksek bora toleransta tür içi ve türler arası farklılık, IVX. Ulusal Biyoteknoloji Kongresi 31 Ağustos-02 Eylül 2005, Eskişehir, Bildiri Kitabı, 74-77 p.
- Hallewel, B., Gutteridge, J.M.J. 1985. Free radicals in biology and medicine clarendon Press, Oxford. Hasegawa.
- Halliwell, B. 1981. Free radicals, oxygen toxicity and aging. Age Pigments. Sohal, R.S. (ed.). Elsevier, pp. 1-62.
- Halliwell, B. 1987. Oxidative damage, lipid peroxidation, and antioxidant protection in chloroplasts. Chem. Physics Lipids, 44, 327-340.
- Halliwell B. and Gutteridge J.M.C. 1989. Free radicals in biology and medicine, Oxford, clarendon Press. 86-123 p.
- Hamrouni, L., Abdallah, F. B., Abdelly, C. and Ghorbel, A. 2008. In vitro culture a simple and efficient way for salt tolerant grapevine genotype selection. Plant biology and pathology. Comptes Rendus Biologies. 331(2), 152-163.
- Hansen, J.M., Go, Y.M. and Jones, D.P. 2006. Nuclear and mitochondrial compartmentation of oxidative stress and redox signaling. Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol., 46, 215-234.
- Hassan, M, N., El Khalik, I.A.A., Ibrahim, Z.A. 1999. Salt tolerance of the Fayoumi grapevine cultivar. Annals-of-Agricultural-Science-Cairo.44, 717-726.
- Hassan, M.M. and El-Azayem, A.I.A. 1990. Differences in salt tolerance of some fruit species. Egyption J. Hort., 17(1), 1-8.
- Hausladen, A. and Alscher, R. G. 1993. Glutathione. Antioxidants in higher plants. Alscher, R.G. and Hess, J.L (eds.). CRC Press, Boca, Raton, pp. 1-23.
- Hawker, J.S. and Walker, R. R. 1978. The Effect of Sodium Chloride on the Growth and Fruiting of Cabernet Sauvignon Vines. Amer. J. Enol. Vitic. 29 (3), 172-176.
- Heath, R.L., Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplast. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Arch. Biochem. Biophys. 125, 189-198.

- Hepaksoy, S., Ben-Asher, J., Molach, Y., David, I., Sagih, M. and Bravdo, B. 2006. Grapevine irrigation with saline water effect of rootstocks on quality and yield of Cabernet Sauvignon. *Journal of Plant Nutrition*. 29, 783-795.
- Hernandez, J. A., Olmos, E., Corpas, F. J., Sevilla, F., del Rio, L. A. 1995. Salt induced oxidative stress in chloroplast of pea plants. *Plant Sci*. 105, 151-167.
- Hızalan, E. ve Ünal, H. 1966. Topraklarda önemli kimyasal analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. 278.
- Imlay, J.A. 2003. Pathways of oxidative damage. *Annu. Rev. Microbiol.*, 57, 395-418.
- Işık, Y., Gezgin, S., Bitgi, S., Tongarlık, Ş., Yıldırım, A.İ., Hamurcu, M., ve Dursun, N. 1999. Konya ve Karaman illeri topraklarının bazı özellikleri ve bitkiye yararlı mikroelement kapsamı. Eds. H. Ekiz. *Hububat Sempozyumu*, 8-11 Haziran 1999, s.280-287, Konya.
- Inal, A., Tarakcıoğlu, C. 2001. Effects of nitrogen forms on growth, nitrate accumulation, membrane permeability and nitrogen use efficiency of hydroponically grown bunch onion under boron deficiency and toxicity. *J. Plant Nutr*. 24, 1521-1534.
- Ismail, A. M. 2003. Response of maize and sorghum to excess boron and salinity. *Biol. Plant*. 42, 313-316.
- Ismail, A. M. 2004. Response of maize and sorghum to excess boron and salinity. *Biol. Plant*. 47, 313-316.
- Jackson, M.L. 1958. *Soil chemical analysis*. p.1-498. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Jebara, S., Jebara, M., Liman, F. and Aouani, E. 2005. Changes in ascorbate peroxidase, catalase, guaiacol peroxidase and superoxide dismutase activities in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules under salt stress. *Journal of Plant Physiology*. 162, 929-936.
- Johnson, C. M. and Ulrich, A. 1959. II. Analytical methods for use in plant analysis. *California Agricultural Experiment Station. Bull.* 766.
- Johnson, S.M., Doherty, S.J. and Croy, R.R.D. 2003. Biphasic superoxide generation in potato tubers. a self amplifying response to stress. *Plant Physiol.*, 13, 1440-1449.
- Joolka, N.K., Singh, J. and Khera, A. P. 1976. Growth of Grapevines (*Vitis vinifera* L.) as affected by sodium chloride and sodium sulphate salts. *Haryana J. Hort. Sci.* 5 (3/4), 181-188.
- Jung, S. 2004. Variation in antioxidant metabolism of young and mature leaves of *Arabidopsis thaliana* subjected to drought. *Plant Sci.*, 166, 459-466.

- Kacar, B. and Fox, R. L. 1967. Boron status of some Turkish soils. University of Ankara, Yearbook of the Faculty Agriculture, 1966, pp.99-111.
- Kacar, B., Przemek, E., Özgümüş, A., Turan, C, Katkat, A.V. ve Kayıkçıoğlu, L. 1979. Türkiye'de çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin mikroelement gereksinimleri üzerinde bir araştırma, s. 1-67. TÜBİTAK, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Kesin Rapor, Proje No. 321, Ankara.
- Kaiser, W.M. 1979. Reversible inhibition of the Calvin cycle and activation of the oxidative pentose phosphate cycle in isolated intact chloroplasts by hydrogen peroxide. *Planta*, 145, 377-382.
- Kanber, R., Kırdı, C, Tekinel, O, 1992. Sulama Suyu niteliği ve sulamada tuzluluk sorunları. Ç.U Ziraat Fakültesi Genel Yay. No. 21, Ders kitapları Yay. No. 6, Adana, 341 s.
- Kara, T. ve Apan, M. 2000. Tuzlu taban suyunun sulamalarda kullanımı için bir hesaplama yöntemi, O.M.U Ziraat Fakültesi Dergisi 15(3), 62-67.
- Karabal, E., Yücel, M. and Öktem, H. A. 2003. Antioxidant responses of tolerant and sensitive barley cultivars to boron toxicity, *Plant Science*, 164, 925-933 p.
- Karanlık, S. 2001. Değişik buğday genotiplerinde tuz stresine dayanıklılık ve dayanıklılığın fizyolojik nedenlerini araştırılması (doktora tezi). Ç.Ü.Fen Bil. Enst, Adana.
- Karpinska, B., Wingsle, G. and Karpinski, S. 2000. Antagonistic effects of hydrogen peroxide and glutathione on acclimation to excess excitation energy in *Arabidopsis*. *IUBMB Life*, 50, 21-26.
- Kastori, R., Plesnicar, M., Pankovic, D. and Sakac, Z. 1995. Photosynthesis, chlorophyll fluorescence and soluble carbohydrates in sunflower leaves as affected by boron deficiency, *Journal of Plant Nutrition* 18, 1751-1763 p.
- Katyal, J.C. and Vlek, P.L.G. 1985. Micronutrient problems in tropical Asia. *Micronutrient and Tropical Foods. Fertilizers Research*, 7, 69-94.
- Keren, R., Bingham, F.T. and Rhoades, J.D. 1985. Effect of clay content in soil on boron uptake and yield of wheat. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49, 1466-1470.
- Khanduja, S.D., Chaturvedi, K.N.J. and Garg, V.K. 1980. Effect of exchangeable sodium percentage on the growth and mineral composition of Thompson Seedless grapevines. *Sci. Hort.* 12 (1), 47-53.
- Kotuby, J., Koenig, R. and Kitchen, B. 1997. Salinity and plant tolerance. Utah State University Extension. AG-SO-03. Utah.

- Krauskopf, K.B. 1972. Geochemistry of micronutrient, in micronutrient in agriculture, Mortvedh, J.J., Giordano, P.M. Lindsay, W.L., Eds., Soil Science Society of America, Madison, WI, 7.
- Lauchli, A. 1986. Responses and adaptations of crops to salinity. *Acta Horticulturae* 190. pp.243-246.
- Lessani, H., Marschner, H. 1978. Relation between salt tolerance and long-distance transport of sodium and chloride in various crop species. *Austr. J. Plant Physiol.* 5, 27-37.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. II, 2 ed. Academic in the Southern Mallee of South Australia.
- Liebler, D.C., Kling, D.S. and Reed, D.J. 1986. Antioxidant protection of phospholipid bilayers by α -tocopherol. Control of α -tocopherol status and lipid peroxidation by ascorbic acid and glutathione. *J. Biol. Chem.* 261, 12114-12119.
- Lima, A.L.S., DaMatta, F.M., Pinheiro, H.A., Totola, M.R. and Loureiro, M.E. 2002. Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. *Environ. Exp. Bot.*, 47, 239-247.
- Lin, C. C., Kao, C. H., 2000. Effect of NaCl stress on H₂O₂ metabolism in rice leaves. *Plant Growth Reg.* 30, 151-155.
- Lindsay, W. L. and Norvell, W. A. 1969. Development of a DTPA micronutrient soil test. *Soil Sci. Am. Proc.* 35, p, 600-602.
- Lionakis, S.M 1985. Toxicity of kiwifruit plant (*Actinidia chinensis Planch.*) by chloride and/or sodium ions. *Fruits*, 40(4), 261-263.
- Loomis, W.D. and Durst, R.W. 1992. Chemistry and biology of boron. *Biofactors*, 3, 229-239.
- Lopez-Gomez, E., San Juan, M. A., Diaz-Vivancos, P., Mataix Beneyto, J., Garcia-Legaz, M. F. and Hernandez, J. A. 2007. Effect of rootstocks grafting and boron on the antioxidant systems and salinity tolerance of loquat plants (*Eriobotrya japonica* Lindl.) *Environmental and Experimental Botany.* 60, 151-158.
- Lopez, F., Vansuyt, G., Casse - Delbart, F., Fourcroy, P. 1996. Ascorbate peroxidase activity not the mRNA level, is enhanced in salt stressed *Raphanus sativus* plants *Physiologia Plantarum* 97, 13-20 pp.
- Lukaszewski, K.M. and Blevins, D. G. 1996. Root growth inhibition in boron-deficient or aluminum-stressed squash may be a result of impaired ascorbate metabolism. *Plant Physiol.* 112, 1135-1140.
- Maas, E.V. 1985. Crop tolerance to saline Sprinkler Water. *Plant and Soil.* 89, 372-384.

- Madhusudhan, R., Ishikawa, T., Sawa, Y., Shigeoka, S. and Shibata, H. 2003. Characterization of an ascorbate peroxidase in plastids of tobacco BY-2 cells. *Physiol. Plant.*, 117, 550-557.
- Makela, P., Kontturi, M., Pehu, E., Somersalo, S. 1999. Photosynthetic response of drought and salt-stressed tomato and turnip rape plants to foliar applied glycinebetaine. *Physiol. Plant*, 105, 45-50.
- Marschener, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 657-680.
- Marschener, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2.nd. Edition Academic prees, London. p., 889.
- McKersie, B.D. and Leshem, Y. 1994. Stress and stress coping in cultivated plants. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- McKersie, D.B. 1996. Oxidative stress. <http://cropsoil.psu.edu/Courses>. Erişim tarihi: 11.09.2008.
- Mittler, R. and Zilinskas, B. A. 1992. Molecular cloning and characterization of a gene encoding pea cytosolic ascorbate peroxidase. *J. Biol. Chem.*, 267, 21802-21807.
- Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends Plant Sci.*, 7, 405-410.
- Mokherjee, S.P., Choudhuri, M. A. 1983. Implications of water stress-induced changes in the leaves of endogenous ascorbic acid and hydrogen peroxide in *Vigna* Seedlings. *Phsiol. Plant*. 58, 166-170.
- Molassiotis, A., Sotiropoulos, T., Tanou, G., Diamantidis, G. and Therios, I. 2006. Boron-induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of the apple rootstock EM 9 (*Malus domestica* Borkh). *Environ. Exp. Bot.*, 56, 54-62.
- Munns R, Termaat A. 1986. Whole-plant responses to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology* 13, 143-160.
- Müftüoğlu, N.M., Dardeniz, A., Sungur, A., Altay, H. 2006. Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 20(40), 37-42.
- Nable, R.O. 1988. Resistance to boron toxicity amongst several barley and wheat cultivars a preliminary examination of the resistance mechanism. *Plant and Soil*, 112, 45-57.
- Nable, R. O., Banuelos, G. S. and Paull, G. 1997. Boron toxicity, *Plant and Soil*, 193, 181-198 p.

- Nayyar, H. and Gupta, D. 2006. Differential sensitivity of C3 and C4 plants to water deficit stress. Association with oxidative stress and antioxidants. Environ. Exp. Bot., In Press.
- Nguyen, H. T.T., Shim, I. S., Kobayashi, K. and Usui, K. 2005. Effects of salt stress on ion accumulation and antioxidative enzyme activities of *Oryza sativa* L. and *Echinochloa oryzicola* Vasing. Weed Biology and Management. 5, 1-7.
- Nikolaou N, Mattheou, A. Karagiannidis, N. 1995. La Toxicité Du Bore Sur La Vigne, Causee Par L'Irrigation Influence De La Pluie Sur Le Lessivage .Progres Agricole et Viticole, Montpellier112 (5) 111-116,
- Niknam, V., Razavi, N., Ebrahimzadeh, H., Sharifizadeh, B. 2003. Effect of NaCl on biomass, protein and proline contents, and antioxidant enzymes in seedlings and cali of two *Trigonella* species. Biol. Plant. 50, 591-596.
- Ogawa, K. and Iwabuchi, M. 2001. A mechanism for promoting the germination of *Zinnia elegans* seeds by hydrogen peroxide. Plant Cell Physiol., 42, 286-291.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, N.C. 1954. Estimation of available phosphous in soil by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Dept.of Agr.Cir. 939, Washington. D. C.
- Oraman, L.M. 1965. Yeni Bağcılık. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları. 253. Kitabı. 89
- Öztürk, L. 1996. Influence of drought stress on the leaves of antioxidative defense during germination and early tillering stages in wheat genotypes differing in drought susceptibility. Master Thesis, Ç.Ü., Department of Soil Science, Adana.
- Panda, S. K., Upadhyay, R. K. 2003. Salt stres injury oxidative alterations and antioxidative defence in the roots of *Lemna minor*. Biol. Plant. 48, 249-253.
- Papadakis, E.I., Dimassi, N.K., Bosabalidis, M.A., Therios, N.I., Patakas, A. and Giannakoula, A. 2004. Boron toxicity in clementine mandarin plants grafted on two rootstocks. Plant Science 166 539-547.
- Papadakis, I. E., Dimassi, K. N., Bosabalidis, A. M., Therios, I. N., Patakas, A. and Giannakoula, A. 2004a. Effects of B excess on some physiological parameters of 'Navalina' orange plants grafted on two rootstocks, Enviromental and Experimental Botany, 51, 247-257 p.
- Paranychianakis, N. V., Aggelides, S., Angelakis, A. N. 2004. Influnce of rootstock, irrigation level and recycled water on growth and yield of souldanina grapevines. Agricultural Water Management. 69, 13-27.
- Parr, A.J. and Loughman, B. C. 1983. Boron and membrane function in plants, in metals and micronutrients uptake and utilization by plants, Robb, D.A. and Pierpoint, W.S. Ed., Academic Press, Toronto, 87.

- Pate, J.S. 1975. Exchanges of solutes between phloem and xylem and circulation in the whole plant. In Encyclopedia of Plant Physiology, New series. Vol. 1, Transport of plants. I. Phloem transport. Eds. M.H. Zimmermann and J.A. Mibum. pp. 451-473. Springer-Verlag, New York.
- Rahnama, H., Ebrahimzadeh, H. 2005. The effect of NaCl on antioxidant enzyme activities in potato seedlings. Biol. Plant 49, 93–97.
- Peltzer D., Dreyer E. and Polle A. 2002. Temperature dependencies of antioxidative enzymes in two contrasting species. Plant Physiol. Biochem., 40, 141-150.
- Pereira, M.D., Herdeiro, R.S, Fernandes, P.N., Eleutherio, E.C.A. and Panek, A.D. 2003. Targets of oxidative stress in yeast sod mutants. Biochim. Biophys. Acta, 1620, 245-251.
- Pinheiro, H.A., DaMatta, F.M., Chaves, A.R.M., Fontes, E.P.B. and Loureiro, M.E. 2004. Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of *Coffea canephora* subjected to long-term drought. Plant Science 167, 1307-1314.
- Power, P.P. and Woods, W.G. 1997. The chemistry of boron and its speciation in plants. Plant and Soil, 193, 1-13.
- Praxedes, S. C., DaMatta., F. M., Loureiro., M. E., Ferrao MAG., Cordeiro., A. T. 2006. Effects of long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre var. 'Kouillu') leaves. Environmental and Experimental Botany.56. 263-273.
- Pratt, P. F. 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Ed. C.A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series No. 9.
- Premchandra, G.S., Saneoka, A., Ogato,S. 1990. Cell membrane stability, an indicator of drought tolerance, as affected by applied nitrogen in soybean. J. Agric. Sci. Camb. 115, 63-66. Press, New York, pp. 607.
- Prochazkova, D., Sairam R. K., Srivastava, G. C. and Singh D. V. 2001. Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in maize leaves. Plant Science. 161, 765-771.
- Rahnama, H. and Ebrahimzadeh, H. 2005. The effect of NaCl on antioxidant enzyme activities in potato seedlings. Biologia Plantarum. 49, 93-97.
- Rascio, A., Platani, C, Scalfati, G., Tonti, A. and Fonzo, N. 1994. The accumulation of solutes and water binding strenght in durum wheat. Physiologia Plantarum, 90, 715-721 p.
- Raychaudhuri, S. S. 2000. The role of superoxide dismutase in combating oxidative stress in higher plants. Bot. Rev., 66(1), 89-98.

- Renard, M. and Guerrier, G. 1997. Is proline a compatible solute in cali from NaCl - sensitive *Lycopersicon esculentum* and NaCl - tolerant *L.pennellü* Plant Physiol. Vol. 150. 331-337 pp.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. U.S. Dept. of Agr. Handbook No. 60.
- Robinson, J.M. 1988. Does O₂ photoreduction occur within chloroplast in vivo Physiol. Plant, 72, 666-680.
- Sairam, R.K. and Saxena, D.C. 2000. Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes, Possible Mechanism of Water Stress Tolerance. J. Agronomy and Crop Sci. 184, 55-61.
- Sairam, R. K. and Srivastava, G. C. 2001. Water stres tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). Variations in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotypes. J. Agronomy and Crop Science. 186, 63-70.
- Sairam, R. K., Rao, K. V. and Srivastava, G. C. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Science. 163, 1037-1046.
- Sairam, R. K. and Srivastava, G. C. 2002. Changes in antioxidant activity in sub-cellular fractions of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress. Plant Science. 162, 897-904.
- Sairam, R. K., Srivasta, G. C., Agarwal, S., Meena, R. C. 2005. Differences in antioxidant activity in response to salinity stres in tolerant and susceptible wheat genotypes. Biol. Plant. 49, 85-91.
- Salin, M.L. 1987. Toxic oxygen species and protective system of the chloroplast. Physiol Plant, 72, 681-689.
- Salisbury, F. B., and C. W. Ross, 1992. Plant physiology. 4th ed. Wadsworth Publishing Com. Belmont, California. 682 p.
- Sauer, M. R. 1968. Effects of vine rootstocks on chloride concentration in Sultana scions. Vitis, 7. 223-226 pp.
- Scandalios, J.G. 1993. Oxygen stress and superoxide dismutases. Plant Physiol., 101, 7-12.
- Schwarz, M. 1985. The use of saline water in hydroponics. Soilless Culture, 1 (1), 25-34.
- Schwarz, M. 1995. Soilless culture management. Advanced Series in Agricultural Sciences, Vol. 24, 197 p.

- Seçkin, B. 2005. Mannitolün tuz stresine maruz bırakılan buğday fidelerinin antioksidant enzim düzeyleri üzerindeki etkilerinin araştırılması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir
- Sekmen, A. H., Turkan, I. and Takio S. 2007. Differential responses of antioxidative enzymes and lipid peroxidation to salt stress in salt tolerant *Plantago maritima* and salt-sensitive *Plantago media*. *Physiologia Plantarum*. 131(3), 399-411.
- Seresinhe, P.S.J.W. and Oertli, J. J. 1991. Effects of boron on growth of tomato cell suspensions. *Physiol. Plant.*, 81, 31-36.
- Serrano, R., Gaxiola, R. 1994. Microbial models and salt tolerance in Plants, *Crit. Rev. Plant Sci.* 13, 121-138.
- Sgherry, C.L.M., Pinzino C. and Navari-Izzo, F. 1996. Sunflower seedlings subjected to increasing water stress by water deficit, changes in $O_2^{\cdot-}$ production related to the composition of thylakoid membranes. *Physiol Plant*, 96, 446-452.
- Shalata, A., Tal, M. 1998. The Effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in the leaf of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii*. *Physiol. Plant*, 104, 169-174.
- Sharma, D. P. 1980. Effect of using salinity water to supplement canal water irrigation on the crop growth of rice. *Curr. Agr.* 4, 79-82.
- Shelp, B. J. and Brown P.H. 1997, Boron mobility, *Plant and Soil*, 193, 85-101 p.
- Shelp, B. J. 1987. The composition of phloem exudate and xylem sap from broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) supplied with NH_4^+ , NO_3^- or NH_4NO_3 . *J. Exp. Bot.*, 38, 1619-1636.
- Shelp, B.J. 1993. Physiology and biochemistry of boron in plants. In *Boron and Its Role in Crop Protection*. Ed. U.C. Gupta, pp. 53-85. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Sherwin, H.W. and Farrant J.M. 1998. Protection mechanisms against excess light in the resurrection plants *Craterostigma wilmsii* and *Xerophyta viscosa*. *Plant Growth Regul.*, 24, 202-210.
- Shigeoka, S., Ishikawa, T., Tamoi, M., Miyagawa, Y., Takeda, T., Yabuta, Y. and Yoshimura, K. 2002. Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes. *J. Exp. Bot.*, 53, 1305-1319.
- Shorrocks, V. M. 1997. The occurrence and correction of boron deficiency. In *Plant and Soil*. Proceedings Eds. R.W. Bell and B. Rerkasem, pp. 193, 121-148. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Sillanpaa, M. 1982. Micronutrient and the nutrient status of soils. a global study *FAO Soils Bulletin*, No, 48., FAO, Rome, Italy.

- Sivritepe, N. 1995. Asmalarda tuza dayanıklılık testleri ve tuza dayanımda etkili bazı faktörler üzerinde araştırmalar. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, (doktora tezi), Bursa, 176s.
- Sivritepe, N., Eris, A. 1997. Bazı asma anaçlarının in vitro kosullarda tuza dayanımlarının belirlenmesi. Bahçe, 26, 49-65.
- Sivritepe, N., A. Eriş. 1998. Bazı asma anaçlarında NaCl uygulamalarının iyon metabolizması üzerine etkileri. Bahçe 27, 1-2, 23-33.
- Sivritepe, N., Eris, A. 1999. Determination of salt tolerance in some grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) under in vitro conditions. Turkish-Journal-of-Biology, 23, 473-485.
- Sivritepe, N. 2000. Asmalarda tuzdan kaynaklanan ozmatik stresin teşvik ettiği fizyolojik değişimler ve tuza dayanımdaki rolleri. Turk J. Biol,24,97-104.
- Sivritepe, N., U. Erturk., Yerlikaya, C., Bor, M., Ozdemir, F., and Turkan, I. 2007. Response of the cherry rootstocks to salinity *in vitro*. Biologia Plantarum 51(3), 597-600.
- Smirnoff, N. 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. New Phytol., 125, 27-58.
- Sotiropoulos, T. E., Therios, I. N., Dimassi, K. N., Bosabalidis, A. and Kofidis, G. 2002. Nutritional status, growth, CO₂ assimilation and leaf anatomical responses in two kiwifruit species under boron toxicity, Journal of Plant Nutrition, 25, 1249-1261p.
- Sotiropoulos, T. E., Therios, I. N., Almaliotis, D., Papadakis, I. and Dimassi, K. N. 2006a. Response of cherry rootstocks to boron and salinity. Journal of Plant Nutrition. 29, 1691-1698.
- Sourial, G.F., Meligi, M.A., Tevfik, A.A. and El Demerdash, A.M. 1985. Effect of saline irrigation on chemical constituents of one-year-old-rooted vines. Acta Horticulturae No. 158, 169.
- Southey, J. M., and J. H. Jooste. 1991. The effect of grapevinerootstock on performance of *Vitis vinifera* L. (cv. Colombard) on a relatively saline soil. South African Journal of Enology and Viticulture, 12 (1), 32-41.
- Sönmez, B. 2003. Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi. T.C Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. Köy Hiz. Genel Müd. Yay No. 33
- Sönmez, B. 2004. Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Yayın No. 33.
- Sreenivasulu, N., Ramanjulu, S., Ramachandra-Kini, K. Prakash, H.S., Shekar-Shetty, H., Savithri, H.S. and Sudhakar, C. 1999. Total peroxidase activity and peroxidase

- isoforms a modified by salt stress in two cultivars of fox-tail millet with differential salt tolerance. *Plant Sci.*, 141, 1-9.
- Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus, U., Weschke, W. 2000. Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedling of Fox-Tail Millet (*Setaria italica*). *Physiol. Plant.*, 109, 435-442.
- Srivalli, B., Sharma, G. and Khanna-Chopra, R. 2003. Antioxidative defence system in upland rice cultivar subjected to increasing intensity of water stress followed by recovery. *Physiol. Plant.*, 119, 503-512.
- Stevens, R.M., Walker, R.W. 2002. Response of grapevines to irrigation-induced saline-sodic soil conditions. *Aust. J. Experimental Agriculture*. 42, 323-331.
- Storey, R., Schachtman D. P. and Thomas, M. R. 2003. Root structure and cellular chloride, sodium and potassium distribution in salinized grapevines. *Plant, Cell and Environment*. 26, 789-800.
- Streb, P. ve Feirabend, J. 1996. Oxidative stress responses accompanying photoinactivation of catalase in NaCl-treated rye leaves. *Bot. Ada.*, 109, 125-132.
- Stuhlfauth, T., Scheuermann, R. and Fock, H.P. 1990. Light energy dissipation under water stress conditions. *Plant Physiol.*, 92, 1053-1061.
- Sudhakar, C, Lakshmi, A. and Giridarakumar, S. 2001. Changes in the antioxidant enzyme efficiency in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L) under NaCl toxicity. *Plant Sci.*, 161, 613-619.
- Supanjani, K. D. Lee. 2006. Hot pepper response to interactive effects of salinity and boron. *Plant Soil Environ.*, 52 (5), 227-233
- Şener, S. 1983 Sulama suyunun özellikleri ve sınıflandırılması. Toprak Su Araştırma Enstitüsü, Menemen. Yayın No. 103.
- Taban, S., Alpaslan, M., Hashemi, A.G. ve Eken, D. 1997. Orta Anadolu'da çeltik tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Pamukkale Üniv. Müh. Fak. Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(3), 457-466.
- Taha, M.W. 1972. Salt Tolerance of grape, guava and olive plants. *Alexandria J. Agric. Res.* 20(1), 123-135.
- Taiz, L., Cruz, S., and Zeiger, E. 2002. *Plant Physiology*, Third Edition. Chapter 25, 611-616.
- Tambussi, E.A., Bartoli, C.G, Beltrano, J., Guiamet, J.J. and Araus, J.L. 2000. Oxidative damage to thylakoid proteins in water-stressed leaves of wheat (*Triticum aestivum*). *Physiol. Plant.*, 108, 398-404.

- Tarakcioglu, C. and Inal, A. 2002. Changes induced by salinity, demarcating specific ion ratio (Na/Cl) and osmolality on ion and proline accumulation, nitrate reductase activity, and growth performance of lettuce. *J. Plant Nutr.* 25, 27-41.
- Teranishi, Y., Tanaka, A., Osumi, M., Fukui, S. 1974. Catalase activity of hydrocarbon utilizing candida yeast. *Agr. Biol. Chem.* 38, 1213-1216.
- Troncoso, A., Matte, C., Cantos, M., Lavee, S. 1999. Evaluation of salt tolerance of in vitro-grown grapevine rootstock varieties. *Vitis*. 1999. 38, 55-60.
- Turan, M. and Aydin, A. 2005. Effects of different salt sources on growth, inorganic ions and proline accumulation in corn (*Zea mays* L.). *Eur. J. Hort. Sci.* 70, 149-155.
- Türkan, I., Bor, M., Özdemir, F. and Koca, H. 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. *Plant Sci.*, 168, 223-231.
- Uygan, D. ve Çetin, Ö. 2004. Bor'un tarımsal ve çevresel etkileri Seydisuyu su toplama havzası, Ü. Uluslararası Bor Sempozyumu, 23-25 Eylül 2004, Eskişehir, Bildiriler kitabı, 527-540 s.
- Vogt, E. and Götz, B. 1977. Weinbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 452 vulgare, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. *J.Gron. Crop. Sci.*, 185, 209-217.
- Walker, R.R., Törökfalvy, E., Steele, S.N. and Kriedemann, P.E. 1981. An Analysis of photosynthetic response to salt treatment in *Vitis vinifera*. *Aust. J. Pl. Physiol.*, 8, 359-374. Walter Gruyter, New York.
- Walker, R.R. 1994. Grapevine responses to salinity. *Bulletin de l'OIV*. 67(761/762), 634-661.
- Wang, J., Zhang, H. and Allen, R.D. 1999. Overexpression of an Arabidopsis peroxisomal APX gene in tobacco increases protection against oxidative stress. *Plant Cell Physiol.*, 40, 725-732.
- Warrington, K. 1923. The Effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants. *Ann. Bot.*, 37, 629-672.
- Wimmer, M. A., Mühlhng, K. H., Läuchli, A., Brown, P. H. and Goldbach, H. E., 2003. The interaction between salinity and boron toxicity affects the subcellular distribution of ions and proteins in wheat leaves, *Plant, Cell and Environment* 26, 1267-1274 p.
- Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliwer, W.M. and Lider, L.A. 1974. General Viticulture. Univ. Calif. Pres, Berkeley and Los Angeles, 710p.

- Wolf, B. 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. *Soil Science and Plant Analysis* 2(5), 363-374.
- Wolf, B. 1974. Improvements in the azomethine-H method for the determination of boron. *Comm. Soil. Sci. Plant Anal.*, 5, 39-44.
- Yaşar, F. 2003. Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak incelenmesi. (Doktora Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 138 s.
- Yaşar, F., Özpay, T., Uzal, Ö., Ellialtıoğlu, Ş. 2008. Tuz stresinin karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) antioksidan enzim (SOD, CAT, APX ve GR) aktivitesi üzerine etkisi Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 2008, 18(1), 61-65.
- Ye, Z., Rodriguez, R., Tran, A., Hoang, H., Los Santos, D. D., Brown, S. and Vellanoweth. 2000. The developmental transition to flowering represses ascorbate peroxidase activity and induces enzymatic lipid peroxidation in leaf tissue in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Sci.*, 158, 115-127.
- Yılmaz, N. 2006, Avrupa Birliğine uyum sürecinde Türk bağcılık sektörünün durumu, Kırıkkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ali GÜZEL.
- Yong, T., Zongsuo, L., Hongbo, S. and Feng, D. 2006. Effect of water deficits on the activity of anti-oxidative enzymes and more gulation among three different genotypes of *Radix astragali* at seeding stage. *Colloid. Surface. B.*, 49, 59-64.
- Yurtseven, E., Bozkurt, D. O. 1997. Sulama suyu kalitesi ve toprak nem düzeyinin marulda verim ve kaliteye etkisi. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*. 3(2), 44-51.
- Yurtseven, E., 1999. Sürdürülebilir tarım ve tuzluluk etkileşimi. VII. Kültürteknik Kongresi Bildirileri. 11-14 Kasım 1999. Kapadokya, 237-245.
- Yurtseven, E. 2000. Patlıcanda (*Solarium melongena* L.) su tüketimine tuzluluğun etkisi. *Toprak Su Dergisi*, Sayı:2, Ankara.
- Yurtseven, E., A. Ünlükara, K. Demir, G.D. Kesmez. 2001b. Sebze tarımında tuzlu suların kullanım olanakları. 1. Ulusal Sulama Kongresi Bildiriler Kitabı, 8-11 Kasım 2001, Antalya/Belek, s. 208-214.
- Zhao, D. and Oosterhuis, D. M. 2002. Cotton carbon exchange, nonstructural carbonhydrates, and boron distribution in tissues during development of boron deficiency, *Field Crops Research*, 78, 75-87 p.

- Zhang, J. and Kirkham, M. B., 1996. Lipid peroxidation in sorghum and sunflower seedlings as affected by ascorbic acid, benzoic acid, and propyl gallate. *J. Plant Physiol.*, 149, 489-493.
- Zhu, Z., Wei, G., Li, J., Q., Yu, J. 2004. silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Sci.* 167, 527-533.

EKLER

Ek 1 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yaş ağırlıklarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	1739.60	248.51	3.39**
Uygulama	4	309.80	77.45	1.06 ^{ö.d}
Çeşit*uygulama	28	1504.07	53.72	0.73 ^{ö.d}
Hata	80	5872.00	73.40	
Toplam	119	9425.47		

ö.d:önemli değil ** p< 0.01 düzeyine göre önemli * p< 0.05 düzeyine göre önemli

Ek 2 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kuru ağırlıklarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	237.90	33.99	2.97**
Uygulama	4	26.05	6.51	0.57 ^{ö.d}
Çeşit*uygulama	28	177.31	6.33	0.55 ^{ö.d}
Hata	80	916.24	11.45	
Toplam	119	1357.51		

Ek 3 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi klorofiline ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	48243.0	6891.9	66.79**
Uygulama	4	23012.5	5753.1	55.76**
Çeşit*uygulama	28	42950.9	1534.0	14.87**
Hata	80	8254.7	103.2	
Toplam	119	122461.0		

Ek 4 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin stoma direncine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	433.10	61.87	18.66**
Uygulama	4	3993.42	998.35	301.11**
Çeşit*uygulama	28	407.15	14.54	4.39**
Hata	80	265.25	3.32	
Toplam	119	5098.92		

Ek 5 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin memran stabilite indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	38.845	5.549	4.07**
Uygulama	4	12.855	3.214	2.35 ^{0,d}
Çeşit*uygulama	28	76.946	2.748	2.01*
Hata	80	109.182	1.365	
Toplam	119	237.829		

Ek 6 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin nisbi nem miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	136.47	19.50	1.19
Uygulama	4	285.98	71.49	4.37**
Çeşit*uygulama	28	507.16	18.11	1.11
Hata	80	1309.09	16.36	
Toplam	119	2238.69		

Ek 7 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin prolin miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	0.295340	0.042191	35.60**
Uygulama	4	0.084359	0.021090	17.79**
Çeşit*uygulama	28	0.580455	0.020731	17.49**
Hata	80	0.094820	0.001185	
Toplam	119	1.054974		

Ek 8 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbik asit miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	4898.95	699.85	31.42**
Uygulama	4	515.10	128.77	5.78**
Çeşit*uygulama	28	3524.84	125.89	5.65**
Hata	80	1781.80	22.27	
Toplam	119	10720.68		

Ek 9 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin lipid peroksidasyon miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	297.866	42.552	14.80**
Uygulama	4	236.257	59.064	20.54**
Çeşit*uygulama	28	457.177	16.328	5.68**
Hata	80	230.000	2.875	
Toplam	119	1221.300		

Ek 10 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin hidrojen peroksit miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	2385.14	340.73	33.79**
Uygulama	4	440.66	110.17	10.92**
Çeşit*uygulama	28	3008.32	107.44	10.65**
Hata	80	806.74	10.08	
Toplam	119	6640.86		

Ek 11 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin katalaz aktivitesine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	0.106260	0.015180	47.80**
Uygulama	4	0.089408	0.022352	70.38**
Çeşit*uygulama	28	0.198283	0.007082	22.30**
Hata	80	0.025408	0.000318	
Toplam	119	0.419359		

Ek 12 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin askorbat peroksidaz aktivitesine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	15.7109	2.2444	4.80**
Uygulama	4	2.5329	0.6332	1.35 ^{o.d}
Çeşit*uygulama	28	79.9447	2.8552	6.10**
Hata	80	37.4227	0.4678	
Toplam	119	135.6112		

Ek 13 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin süperoksit dismutaz aktivitesine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	1125569	160769	6.36**
Uygulama	4	925557	231389	9.15**
Çeşit*uygulama	28	4253184	151899	6.00**
Hata	80	2024174	151899	
Toplam	119	8328484	25302	

Ek 14 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki sodyum konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	18395962	2627995	9.79**
Uygulama	4	25963562	6490890	24.19**
Çeşit*uygulama	28	15818228	564937	2.11**
Hata	80	21467930	268349	
Toplam	119	81645681		

Ek 15 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki sodyum konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	297193729	42456247	23.27**
Uygulama	4	365826673	91456668	50.14**
Çeşit*uygulama	28	187971073	6713253	3.68**
Hata	80	145935284	1824191	
Toplam	119	996926760		

Ek 16 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki sodyum konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	12212863	1744695	8.23**
Uygulama	4	22149180	5537295	26.11**
Çeşit*uygulama	28	13912294	496868	2.34**
Hata	80	16966931	212087	
Toplam	119	65241268		

Ek 17 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kabuklarındaki sodyum konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	30620547	4374364	223.77**
Uygulama	4	27803997	6950999	355.58**
Çeşit*uygulama	28	13396709	478454	24.48**
Hata	80	1563879	19548	
Toplam	119	73385132		

Ek 18 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin gövdelerindeki sodyum konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	138486	19784	8.09**
Uygulama	4	398701	99675	40.75**
Çeşit*uygulama	28	415995	14857	6.07**
Hata	80	195667	2447	
Toplam	119	1148850		

Ek 19 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki klor konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	1.62583	0.23226	5.39**
Uygulama	4	7.05894	1.76473	40.97**
Çeşit*uygulama	28	1.98615	0.07093	1.65*
Hata	80	3.44625	0.04308	
Toplam	119	14.11717		

Ek 20 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki klor konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	13.6190	1.9456	19.42**
Uygulama	4	28.6358	7.1590	71.47**
Çeşit*uygulama	28	5.7589	0.2057	2.05**
Hata	80	8.0133	0.1002	
Toplam	119	56.0271		

Ek 21 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki klor konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	3.08145	0.44021	19.68**
Uygulama	4	4.41232	1.10308	49.32**
Çeşit*uygulama	28	1.69118	0.06040	2.70**
Hata	80	1.78917	0.02236	
Toplam	119	10.97412		

Ek 22 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kabuklarındaki klor konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	2.46233	0.35176	17.30**
Uygulama	4	3.86361	0.96590	47.50**
Çeşit*uygulama	28	1.29730	0.04633	2.28**
Hata	80	1.62677	0.02033	
Toplam	119	9.24992		

Ek 23 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin gövdelerindeki klor konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	4.07850	0.58264	21.62**
Uygulama	4	2.15399	0.53850	19.98**
Çeşit*uygulama	28	0.77509	0.02768	1.03 ^{ö.d}
Hata	80	2.15583	0.02695	
Toplam	119	9.16342		

Ek 24 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin yapraklarındaki bor konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	87605	12515	0.93 ^{ö.d}
Uygulama	4	11978376	2994594	221.67**
Çeşit*uygulama	28	469459	16766	1.24 ^{ö.d}
Hata	80	1080742	13509	
Toplam	119	13616183		

Ek 25 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin petiollerindeki bor konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	10537	1505	2.47*
Uygulama	4	486716	121679	199.62**
Çeşit*uygulama	28	26377	942	1.55 ^{ö,d}
Hata	80	48765	610	
Toplam	119	572395		

Ek 26 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin sürgünlerindeki bor konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	4199.21	599.89	8.93**
Uygulama	4	13610.14	3402.53	50.63**
Çeşit*uygulama	28	1845.68	65.92	0.98 ^{ö,d}
Hata	80	5375.91	67.20	
Toplam	119	25030.94		

Ek 27 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kabuklarındaki bor konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	11888.1	1698.3	14.14**
Uygulama	4	162609.2	40652.3	338.37**
Çeşit*uygulama	28	21478.4	767.1	6.38**
Hata	80	9611.4	120.1	
Toplam	119	205587.1		

Ek 28 Tuz ve tuzla birlikte uygulanan B' un farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin gövdelerindeki bor konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Çeşit	7	11867.52	1695.36	76.62**
Uygulama	4	4017.35	1004.34	45.39**
Çeşit*uygulama	28	1585.53	56.63	2.56**
Hata	80	1770.22	22.13	
Toplam	119	19240.61		

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özge ŞAHİN

Doğum Yeri : ANKARA

Doğum Tarihi : 21.01.1982

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu :

Lise : Dikmen Yabancı Dil Ağırlıklı Lise 1996-2000

Lisans :Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü 2001-2005

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı (Eylül 2005 - Şubat 2009)
Humbolt University Faculty of Agriculture and Horticulture (Almanya- Berlin 6 ay)

Yayımları :

Güneş, A., Söylemezoğlu, G., A, Inal., E.G. Bağci., S.Coban., O. Sahin., 2006. Antioksidant and stomatal response of grapevine (*Vitis vinifera* L.) to boron toxicity. *Scientia Horticulturae* 110 279-28

Gunes, A., Inal, A., Bağci, G. E., Coban, S. and Sahin, O. 2007. Silicon increases boron tolerance and reduces oxidative damage of wheat grown in soil with excess boron, *Biologia Plantarum* 51(3): 571-574.