



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GELİŞTİRİLMİŞ MELEZ EKMEKLİK
BUĞDAY HATLARININ YÜKSEK BOR VE
TUZ UYGULAMALARINA KARŞI
VERDİKLERİ FİZYOLOJİK CEVAPLARIN
ARAŞTIRILMASI**

Makbule Rumeysa OMA Y

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Temmuz - 2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Makbule Rumeysa OMA Y tarafından hazırlanan “**Geliştirilmiş Melez Ekmeklik Buğday Hatlarının Yüksek Bor Ve Tuz Uygulamalarına Karşı Verdikleri Fizyolojik Cevapların Araştırılması**” adlı tez çalışması 16/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Toprak Bilimi ve Bitki Besleme** Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Danışman

Prof. Dr. Erdoğan Eşref HAKKI

Üye

Doç. Dr. Mehmet HAMURCU

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
FBE Müdürü

Bu tez çalışması BAP Koordinatörlüğü tarafından 18401176 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Makbule Rumeysa Omay

02 / 07 / 2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GELİŞTİRİLMİŞ MELEZ EKMEKLİK BUĞDAY HATLARININ YÜKSEK BOR VE TUZ UYGULAMALARINA KARŞI VERDİKLERİ FİZYOLOJİK CEVAPLARIN ARAŞTIRILMASI

Makbule Rumeysa OMA Y

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Erdoğan Eşref HAKKI

2019, 97 Sayfa

Jüri

**Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ
Prof. Dr. Erdoğan Eşref HAKKI
Doç. Dr. Mehmet HAMURCU**

Hızlı artan dünya nüfusuna karşı, kullanımı kısıtlı alanlarda tarım yapılabilmesine yönelik olarak, stres şartları altında yetiştirilebilen tahıl çeşitlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Buğday üretimi birçok abiyotik stres tarafından sınırlanmaktadır. Tuzluluk ve bor toksisitesi gibi stres koşulları kurak ve yarı kurak bölgelerde genellikle birlikte görülmekte ve bitkilerde gelişimi olumsuz etkileyerek verimliliği kısıtlamaktadır. Çoğu çalışma, bor elementinin dünyadaki genel toprak durumuna bağlı olarak bor eksikliğine odaklansa bile, dünyanın en zengin bor yataklarına sahip olan Türkiye’de, birçok bölgede bitkilerin bor toksisitesine maruz kaldığı bilinmektedir. Bor toksisitesi ve tuzluluk problemlerinin çözümüne yönelik en uygulanabilir yöntem toleransı yüksek bitkilerin belirlenmesi ve geliştirilmesidir.

Bu sorunların giderilmesine yönelik ele alınan mevcut tez çalışmasında, tuzluluk ve bor toksisitesi gözlemlenen alanlarda yetişebilecek, toleransı yüksek ekmeklik buğday çeşitlerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada 5 farklı ekmeklik buğday genotipi sera-saksı koşullarında bor ve tuz uygulamalarına tabi tutulmuştur. Tuzluluğa tolerans sağlayan *Nax1* ve *Nax2* genleri aktarılarak ilerletilmiş 3. geri melez popülasyonunun yanında, bu popülasyonlara ebeveynlik yapmış Avustralya kökenli AUS-5907 ve AUS-5924 hatları ve daha önceden bora toleranslılığı bilinen Bolal 2973 çeşidi aynı çalışmada şahit olarak yer almıştır. GM3 popülasyonunun, bor ve tuz uygulamalarına karşı göstermiş oldukları tepkiler değerlendirilmiş ve ilgili genotiplere (GM3) kazandırılmış olan karakterlerin (*Nax1* ve *Nax2*) etkin olduğu yapılan elementel ve fizyolojik testlemeler sonucunda görülmüştür. Kuru ağırlık değerlerine göre tuzlu koşullar ve artan bor dozlarında melez hatların (Bolal x 5907, Bolal x 5924) tuza toleranslılık sağlamasının yanı sıra, bor toksisitesine de tolerans sağladığı tespit edilmiştir. Tuz uygulaması sonucu, tüm genotiplerin MDA içeriklerinde artış ve K konsantrasyonlarında düşüş gözlenmiştir. En az MDA artışının AUS-5924 ve Bolal x 5907 hatlarında, K konsantrasyonundaki en az düşüşün ise AUS-5924 ve Bolal x 5924 hatlarında olduğu tespit edilmiştir. Tüm testleme sonuçları göz önüne alındığında Bolal x 5924 hattı daha baskın sonuçlar göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres, Bor toksisitesi, Ekmeklik buğday, Geri melez, Moleküler islah, Toleranslılık, Tuz stresi, Yerel çeşit.

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF DEVELOPED CROSSING BREAD WHEAT LINES TOWARDS HIGH BORON AND SALT TREATMENTS/GROWTH CONDITIONS

Makbule Rumeysa OMA Y

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

Advisor: Prof. Dr. Erdoğan Eşref HAKKI

2019, 97 Pages

Jury

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ
Prof Dr. Erdoğan Eşref HAKKI
Doç. Dr. Mehmet HAMURCU

In order to support the rapidly growing world population and enable the agriculture in the restricted areas, there is a need to develop grain crops that can be grown in stress conditions. Wheat production is limited by several abiotic stresses. Stress conditions such as salinity and boron toxicity that are generally seen together in arid and semi-arid regions of the world adversely affect the plant growth and limit their production efficiency. Depending on the general soil situation in the world, although most studies have been focused on boron deficiency, it is known that plants are exposed to boron toxicity in many regions of the world including Turkey which has the major boron deposits in the world. The most appropriate solution towards the boron toxicity and salinity problems is the identification and development of boron and salt toxicity tolerant plants.

In this thesis, it is aimed to develop wheat varieties with high tolerance that can be grown in areas where salinity and boron toxicity are observed. In the study, 5 different wheat genotypes were subjected to boron and salt applications under greenhouse growth conditions. Prior to this study, 3rd backcross hybrid population was developed by transferring *Nax1* and *Nax2* genes from Australian wheat lines AUS-5907 and AUS-5924 to Turkish bread wheat genotypes, Bolal 2973, which is known for containing boron tolerance gene. Thus, in this experiment, the developed 3rd backcross populations, Australian parents and Turkish parent were employed and the responses of the BC3 population to boron and salt applications were evaluated. According to the performed elemental and physiological analysis results, it has been observed that the transferred *Nax1* and *Nax2* genes were effective in developed BC3 hybrid populations. It was determined that hybrid lines (Bolal x 5907, Bolal x 5924) provide salt tolerance as well as tolerance to boron toxicity in saline conditions and increasing boron doses with respect to dry weight values. As a result of salt application, MDA contents of all genotypes increased and showed a decrease in K concentrations. The least increase in MDA was found in AUS-5924 and Bolal x 5907 lines and the least decrease in K concentration was in AUS-5924 and Bolal x 5924 lines. When considering all the test results, the Bolal x 5924 line showed more dominant results.

Keywords: Abiotic stress, Boron toxicity, Bread wheat, Backcross, Molecular breeding, Stress Tolerance, Salt stress, Landrace.

ÖNSÖZ

Çalışmamın planlanmasında ve yürütülmesinde hiçbir desteğini esirgemeyen, bilgi birikimlerini apaçık benimle paylaşan ve eğitim öğretim hayatımda başarılı olmam için her şeyi yapan değerli danışman hocam Prof. Dr. Erdoğan Eşref HAKKI'ya çok teşekkür ederim. Üzerimde büyük emeği olan, her başım sıkıştığında yardımına koşan, her konuda fikir danışıklığı yaptığım çok kıymetli Dr. Öğr. Üyesi Mohd Kamran KHAN ve Dr. Öğr. Üyesi Anamika PANDEY hocalarıma, ayrıca çalışmamda bilimsel bilgilerinden yararlandığım Prof. Dr. Sait GEZGİN, Prof. Dr. Ali TOPAL hocalarıma ve çalışmamın her aşamasında yardımını asla esirgemeyen çok kıymetli Doç. Dr. Mehmet HAMURCU hocama teşekkür ederim.

Tez çalışmama başladığımdan bu yana birlikte çalıştığım arkadaşım Hatice SÜSLÜ'ye, çalışmamın belirli aşamalarında yanımda olan değerli laboratuvar arkadaşlarıma, yardımlarından dolayı fizyoloji laboratuvarı öğrencilerine, şimdiye kadar üzerimde emeği geçen, bilgi birikimi sağlamama öncülük eden tüm hocalarıma, manevi desteklerinden dolayı sevgili ablam Öznur YALÇIN'a ve en önemlisi her koşulda yanımda olan, manevi desteklerini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen çok kıymetli dostlarım Nazife Sultan EFE'ye, Huriye TÜRKÖĞLU'na ve Fatma BOZDAM'a teşekkür ederim.

Yüksek lisansa başlamam için beni teşvik eden ve her zorlukta koşulsuzca arkamda duran, maddi manevi destek kaynağım olan değerli babam Mehmet OMA Y'a, değerli annem Fatma OMA Y'a, değerli kardeşim Amine Rüveyha OMA Y'a ve her zorluğu beraber aştığım, en büyük destekçim olan değerli ablam Ayşe Hüme yra OMA Y'a çok teşekkür ederim.

Araştırmaya finansman sağladığı için TÜBİTAK (Proje No 214O072) ve Selçuk Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü'ne (Proje No 18401176) teşekkür ederim.

Makbule Rumeysa OMA Y
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Bor Elementi ve Bitkiler Üzerine Etkileri	4
2.2. Toprak Tuzluluğu ve Bitkiler Üzerine Etkileri	8
2.3. Bor ve Tuzluluk Problemi.....	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal	14
3.1.1. Bitki materyali	14
3.1.2. Sera denemesinde kullanılan toprak materyali	14
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Perlit sterilizasyonu.....	15
3.2.2. Viyol sterilizasyonu	15
3.2.3. Tohum sterilizasyonu.....	16
3.2.4. Tohumların perlite ekimi	16
3.2.5. Tohumların vernalizasyonu	17
3.2.6. Sera denemesinin kurulması ve yürütülmesi	18
3.2.6.1. Deneme planı	18
3.2.6.2. Saksı - toprak hazırlığı	18
3.2.6.3. Bitki materyallerinin seraya aktarılması ve bor - tuz uygulamaları.....	19
3.2.7. Bitkilerin hasat edilmesi	20
3.3. Laboratuvar Analiz Yöntemleri	22
3.3.1. Büyüme parametreleri.....	22
3.3.1.1. Bitki kuru ağırlığı.....	22
3.3.1.2. Bitki gövde uzunluğu	22
3.3.2. Bitki besin elementleri analizi	22
3.3.3. Bitkide klor analizi.....	22
3.3.4. Bitkide hücre zarı geçirgenliği (EC) analizi	23
3.3.5. Bitkide lipid peroksidasyonu (MDA) analizi.....	23
3.3.6. Bitkide prolin analizi	24
3.3.7. Verilerin istatistikî analizleri	24

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Büyüme Parametre Sonuçları	25
4.1.1. Kuru ağırlık.....	25
4.1.2. Bitki boyu	30
4.2. Bitki Besin Element Konsantrasyonları.....	35
4.2.1. Bitkide B konsantrasyonu	35
4.2.2. Bitkide K konsantrasyonu.....	41
4.2.3. Bitkide Ca konsantrasyonu	46
4.2.4. Bitkide Mg konsantrasyonu	51
4.2.5. Bitkide Na konsantrasyonu	56
4.3. Bitkide Cl Konsantrasyonu	62
4.4. Elektrolit Sızıntısı (EC)	68
4.5. Lipid Peroksidasyonu (MDA)	73
4.6. Prolin İçeriği	78
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	83
5.1 Sonuçlar	83
5.2 Öneriler	86
KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ	96

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

AgNO₃	: Gümüş Nitrat
B	: Bor
Ca	: Kalsiyum
CaCO₃	: Kalsiyum Karbonat
Cl	: Klor
CO₂	: Karbondioksit
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
H₃BO₃	: Borik Asit
HNO₃	: Nitrik Asit
K	: Potasyum
KH₂PO₄	: Potasyum Fosfat
Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
N	: Azot
NaCl	: Sodyum Klorür
NH₄NO₃	: Amonyum Nitrat
NO₃	: Nitrat
P	: Fosfor
S	: Kükürt
Zn	: Çinko
ZnSO₄.7H₂O	: Çinko Sülfat

Kısaltmalar

A	: Çeşit - Hat
B0	: Kontrol B
B1	: 0,75 mM B
B2	: 1,50 mM B
BC	: Backcross
Ç	: Çeşit
EC	: Elektrolit Sızıntısı
FW	: Fresh Weight
g	: Gram
GM	: Geri Melez
GM3	: Geri Melez 3
GM4	: Geri Melez 4
H	: Hat
MAP	: Mono Amonyum Fosfat
ml	: Mililitre
mMol	: Milimolar
ppm	: Parts Per Million
T0	: 0 mM NaCl
T1	: 100 mM NaCl
µl	: Mikrolitre
µmol	: Mikromol

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Sera denemesinde kullanılan toprağın analiz sonuçları.....	15
Çizelge 3.2. Uygulama şekli.....	18
Çizelge 4.1. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki kuru ağırlık (g) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	25
Çizelge 4.2. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki kuru ağırlık (g) üzerine etkilerinin ortalama değerler tablosu.....	26
Çizelge 4.3. B ve tuz uygulamalarının, bitki boyu (cm) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	30
Çizelge 4.4. B ve tuz uygulamalarının, bitki boyu (cm) üzerine etkilerinin ortalama değerler tablosu.....	31
Çizelge 4.5. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin B konsantrasyonuna (mg kg^{-1}) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.6. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin B konsantrasyonuna (mg kg^{-1}) etkilerinin ortalama değerler tablosu.....	36
Çizelge 4.7. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin K konsantrasyonuna (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4.8. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin K konsantrasyonuna (%) etkilerinin ortalama değerler tablosu.....	42
Çizelge 4.9. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Ca konsantrasyonuna (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.10. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Ca konsantrasyonuna (%) etkilerinin ortalama değerler tablosu.....	47
Çizelge 4.11. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Mg konsantrasyonuna (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.12. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Mg konsantrasyonuna (%) etkilerinin ortalama değerler tablosu.....	52
Çizelge 4.13. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Na konsantrasyonuna (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.14. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Na konsantrasyonuna (%) etkilerinin ortalama değerler tablosu.....	58
Çizelge 4.15. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Cl konsantrasyonuna (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	62

Çizelge 4.16. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Cl konsantrasyonuna (%) etkilerinin ortalama değerler tablosu.....	63
Çizelge 4.17. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin EC içeriğine (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	68
Çizelge 4.18. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin EC içeriğine (%) etkilerinin ortalama değerler tablosu.....	69
Çizelge 4.19. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin MDA içeriğine (nmol g ⁻¹ FW) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	73
Çizelge 4.20. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin MDA içeriğine (nmol g ⁻¹ FW) etkilerinin ortalama değerler tablosu.....	74
Çizelge 4.21. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin prolin içeriğine (nmol g ⁻¹ FW) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	78
Çizelge 4.22. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin prolin içeriğine (nmol g ⁻¹ FW) etkilerinin ortalama değerler tablosu.....	79

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bitkilerde bor alım mekanizması.....	5
Şekil 2.2. Bitkilerin tuzluluğa adaptasyon mekanizmaları.....	9
Şekil 3.1. Denemede kullanılan tohumların sterilizasyonu.....	16
Şekil 3.2. Sterile olan tohumların perlite ekimi.....	17
Şekil 3.3. Vernalizasyon için 0 – 4 °C dolaba aktarım (a), Vernalizasyon aşamasında bir görüntü (b), Vernalize olan tohumlarının seraya aktarılmadan önceki görüntüsü (c)....	17
Şekil 3.4. Sera saksı hazırlığı.....	19
Şekil 3.5. Buğday fidelerinin saksı ortamına aktarılması (a), Temel gübreleme (b), Seyreltme (c), B – tuz uygulaması (d).....	20
Şekil 3.6. Sera denemesinde, farklı zamanlarda alınmış bazı görüntüler.....	21
Şekil 4.1. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin kuru ağırlığı üzerine etkileri.....	28
Şekil 4.2. B ve tuz uygulamalarının, bitki boyu üzerine etkileri.....	33
Şekil 4.3. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki B konsantrasyonuna etkileri.....	38
Şekil 4.4. Kontrol B ve tuz uygulamasının, bitkilerdeki B konsantrasyonuna etkileri.....	40
Şekil 4.5. 0,75 mM B ve tuz uygulamasının, bitkilerdeki B konsantrasyonuna etkileri.....	40
Şekil 4.6. 1,5 mM B ve tuz uygulamasının, bitkilerdeki B konsantrasyonuna etkileri.....	40
Şekil 4.7. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki K konsantrasyonuna etkileri.....	44
Şekil 4.8. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki Ca konsantrasyonuna etkileri.....	49
Şekil 4.9. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki Mg konsantrasyonuna etkileri.....	54
Şekil 4.10. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki Na konsantrasyonuna etkileri.....	59
Şekil 4.11. B uygulamalarının, bitkilerdeki Na konsantrasyonuna etkileri.....	61
Şekil 4.12. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki Na konsantrasyonuna etkileri.....	61
Şekil 4.13. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki Cl konsantrasyonuna etkileri.....	65

Şekil 4.14. B uygulamalarının, bitkilerdeki Cl konsantrasyonuna etkileri.....	67
Şekil 4.15. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki Cl konsantrasyonuna etkileri.....	67
Şekil 4.16. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin EC içeriğine etkileri.....	71
Şekil 4.17. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin MDA içeriğine etkileri.....	76
Şekil 4.18. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin prolin içeriğine etkileri.....	81



1. GİRİŞ

Tahıllar dünyada ekiliş, üretim ve ekonomik değer yönünden çok önemli bir yere sahiptir. Yeryüzünün 1.4 milyar hektar olan işlenen topraklarının yaklaşık yarısında tahıl ekimi yapılmaktadır (Taslak ve ark., 2007). İnsan beslenmesinde günlük gıda ihtiyacının temelini oluşturan tahıllar, hayvan besleme ve endüstride de yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Tahılların yeryüzünde bu kadar yaygın oluşu özellikle serin iklim tahıllarının adaptasyon yeteneklerinin yüksek olması nedeniyle ekstrem ekolojik koşullarda yetiştirilebilme üstünlüğüne sahip olmalarındandır. Hızlı artan dünya nüfusunu besleyebilmek için, marjinal alanlarda tarım yapılabilmesini anlamaya yönelik olarak, özellikle stres şartları altında yetiştirilebilen tahıl çeşitlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. İnsan beslenmesinde geçmişten günümüze kadar vazgeçilmez bir gıda maddesi olan ve ülkemizde ekim alanlarının da büyük bir kısmını oluşturan buğdayın, veriminde sağlanacak küçük bir artış bile, ülkemiz ekonomisine önemli katkılar sağlayabilir.

Buğdayda verimin düşmesine neden olan stres etmenleri biyotik ve abiyotik kökenli olmak üzere iki şekildedir. Hastalık oluşturanlar ve zararlılar biyotik kökenlidir. Tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, besin elementlerinin eksik veya fazlalıkları gibi etmenlerde abiyotik kökenlidir (Serrano ve Gaxiola, 1994). Bitkilerde görülen besin elementi noksanlığı ya da toksisitesi bitki metabolizmasının fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilemekte ve bitkinin gelişimini engellemektedir. Bu elementlerden biri olan bor (B), bitkilerin gelişmelerini düzenleyen ve metabolik olaylarda birçok etkinliğe sahip olan, mutlak gerekli mikro besin elementlerinden biridir. Bitkiler B elementine çok az oranda ihtiyaç duymaktadırlar. B, eksiklik ve toksisite sınır değerleri arasındaki fark birbirine çok yakın olan tek elementtir. Bitkilerin bulunduğu ortam koşulları ve toprak yapısı B elementinin elverişliliğini etkilemektedir. Bitkilerin B elverişliliğini etkileyen toprak faktörlerinden bazıları, pH, organik madde, toprağın yapısı ve tuz içeriğidir (Keren ve Bingham, 1958; Sakal ve Singh, 1995; Rahmatullah ve Salim, 1999).

Yeryüzündeki topraklarda genellikle noksanlığı gözlenen B elementinin, dünyanın en fazla B yataklarına sahip Türkiye topraklarında fazlalığı da sıklıkla görülmektedir. Bu sebeple B toksisitesi Orta Anadolu'da karşılaşılan yaygın bir mikro

besin elementi sorunudur (Cakmak ve ark., 1997). B'un endüstride yoğun olarak kullanılması ve B içeriği zengin kaplıca sularının akarsu ve rezervuarlara karışması çevre kirliliğinde B etkisini artırmaktadır (Harite, 2008).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde, toprak veya sulama suyunda fazla B'un bulunması bölgede üretilen bitkiler için toksik etki bakımından oldukça büyük bir sorundur (Harite, 2008). B toksisitesiyle mücadele, noksanlık ile mücadeleye göre daha zordur. Toprağın B'dan arındırılması geleneksel yöntemlerle oldukça zor ve maliyeti fazladır. B içeriği düşük sulama suyu ile toprağı yıkamak uygulanan bir yöntem olsa bile, kalıcı bir çözüm değildir. B toksisitesine dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi B toksisitesi ile mücadelede en uygulanabilir yöntem olarak gözükmektedir. Bu konuda, buğdayda genotipik farklılıklardan faydalanma olanaklarının araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan bazı çalışmalar mevcut olmakla birlikte, yabancı buğday gen kaynakları en büyük potansiyeli oluşturmaktadır (Hamurcu ve ark., 2008).

Tuzlulukta B toksisitesi gibi bitkilerde gelişimi olumsuz etkileyen önemli bir diğer stres koşuludur ve buna bağlı olarak verimliliği önemli ölçüde kısıtlamaktadır (Ersöz, 2009). Tuz ve B toksisitesinden etkilenmiş topraklar dünya üzerinde önemli bir yüzdeye sahiptir ve bu alanların tarıma yeniden kazandırılması, B toksisitesi ve tuzluluk üzerine yapılan çalışmaların temel amaçları arasındadır. Tuzluluk söz konusu olduğunda da, B toksisitesinde olduğu gibi, tarım arazilerinde, kaliteli ve iyi bir üretim yapılabilmesi için bu arazilerin ıslah edilmesi gerekmektedir. Bu arazilerin ıslahında pek çok metot bulunmakla birlikte, yüksek maliyetlerinden dolayı çok azı uygulanabilmektedir. Tuzlu bölgelerde yapılan ıslah çalışmalarında, tuzluluğa sebep olan etmenlerin etkisi giderilmedikçe çalışmanın başarı olasılığı çok düşüktür (Güneş ve ark., 2000a). Maliyeti yüksek amenajman çalışmalarında da bazen başarısızlığa ulaşılabilmektedir. Bundan dolayı ekonomik ve etkisi yüksek yeni yöntemlerin bulunması büyük önem taşımaktadır. B toksisitesi ve tuzluluğun kontrolü mümkün olmayan alanlarda en pratik çözüm olarak ekonomik düzeyde verim sağlayabilecek B toksisitesi ve tuzluluğa toleransı yüksek bitkilerin belirlenmesi ve ekonomik kayıpları önleyecek şekilde bu sorunlu alanlarda yetiştirilmesi öne çıkmaktadır (Nable, 1988; Paull ve ark., 1992).

Bilindiği üzere, topraklarımızda genellikle tuzluluk ve B toksisitesi sorunu bir arada görülmekte ve tahıl kuşağı olan topraklarımızın, yaklaşık 1/5'inde tahıllar için toksik seviyede B bulunmaktadır (Gezgin ve ark., 2002). Türkiye'nin eski bir ekmeklik buğday çeşidi olan Bolal 2973, uzun yıllarca Anadolu'da üretimi sürdürülmüş ancak son yıllarda üretimi oldukça azalmış bir çeşittir. Bolal 2973'ün, son dönemde yürütülen B ile ilgili araştırmalar neticesinde, B toksisitesine toleranslılık genine sahip olduğu çok yeni anlaşılmıştır (Pallotta ve ark., 2014). Tez çalışmasında materyal olarak kullanılan melez buğday popülasyonu, bu B tolerant Bolal 2973 çeşidine tuza tolerans genlerinin de ilk defa aktarıldığı Tübitak 1003 (Proje No. 214O072) destekli projeden elde edilmiştir. Bu materyal 3. geri melez (GM3) popülasyonudur. Çalışmada kullanılan GM3 popülasyonunun diğer ebeveynleri olan AUS-5907 ve AUS-5924 hatları ise Avustralya'da James ve ark. (2012) - CSIRO tarafından yürütülen tarama çalışmalarında ki *Triticum monoccocum* (AA) kökenli tuza tolerans sağlayan *Nax1* ve *Nax2* genlerine sahip ilettilmiş ıslah materyalidir. Bu kapsamda ele alınan mevcut tez çalışması, Avustralya kökenli tuza toleranslılık genlerini (*Nax1* ve *Nax2*) taşıyan ilettilmiş hatlardan ilgili genlerin, B toksisitesine toleranslılık geni içerdiği önceden tespit edilmiş olan, yerel Türk ekmeklik buğday çeşidine ayrı ayrı aktarılması ile ülkemizdeki tarım alanlarının önde gelen abiyotik stres koşullarına karşı (B ve tuz toksisitesi) toleranslı ekmeklik buğday çeşitlerinin geliştirilme çalışması çerçevesinde GM3 materyali ile yürütülen sera testlemelerini kapsamaktadır.

Tez çalışmasında ülkemiz topraklarında görülen B toksisitesi ve tuzluluğunun, bitki gelişimi ve toprak ıslahında ortaya çıkardığı problemler göz önüne alınarak bu doğrultuda sürdürülen moleküler ıslah çalışmasında elde edilmiş 3. Gerimelez (GM3) popülasyonunda ilgili genlerin (*Nax1* ve *Nax2*) fonksiyonerliği tuz stresi ve B toksisitesinde, bitkilerin gelişimi ve fizyolojik özellikleri üzerine etkileri ortaya konmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Bor Elementi ve Bitkiler Üzerine Etkileri

Bitkiler için mutlak gerekli mikro besin elementlerinden birisi de B'dur (Marschner, 1995). B, yeryüzünde yüksek oranda kimyasal bileşimi ve yüz üzerinde minerali bulunan, birçok alanda farklı amaçlarla kullanılan (cam sanayi, tarım, sağlık vs) bir elementtir. B, eksiklik ve toksisite sınır değerleri arasındaki fark birbirine çok yakın olan tek elementtir (Baycan ve ark., 2005). Bu nedenle mikro besin elementleri arasında B noksanlık ve toksisitesi belirtileri bitkilerde yaygın olarak görülmektedir (Gezgin ve ark., 2005). Türkiye'nin yaklaşık %25'inde B noksanlığı gözlemlenirken, %20'sinin üzerinde ise B toksisitesi görülmektedir (Gezgin ve ark., 2002).

B, bitkilerin birçoğunda yapısal, fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda yer almaktadır. Hücre çeperi yapısı, RNA ve DNA metabolizması, karbonhidrat metabolizması, hücre çeperi sentezi, polen çimlenmesi ve polen tüpü büyümesinde önemli roller üstlenmektedir (Marschner, 1995; Marschner, 1997). B elementi noksanlık ve toksisitesinde bu gibi metabolik olaylarda sıkıntılar ortaya çıkmaktadır (Loomis ve Durst, 1992; Broadley ve ark., 2012). B elementinin bitkideki işlevleri üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır fakat bitkideki etkileri net olarak henüz anlaşılmış değildir (Demirtaş, 2005).

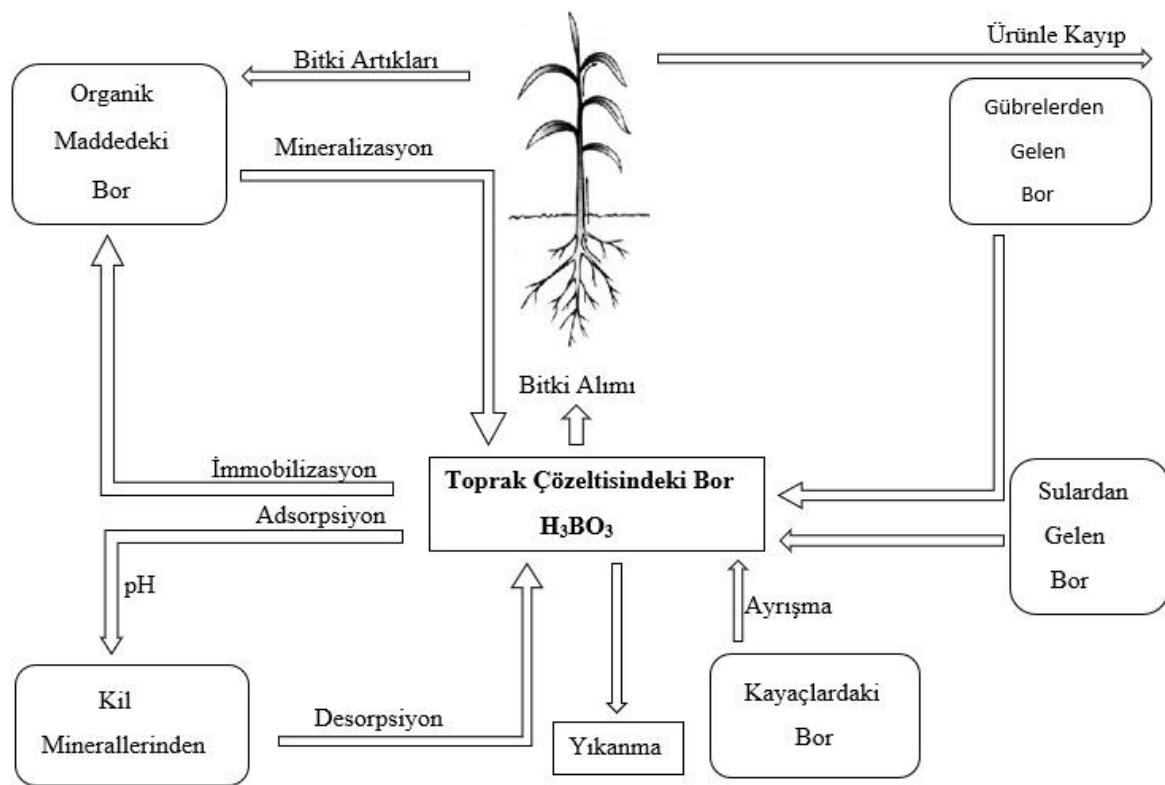
Mutlak gerekli mikro besin elementlerinden birisi olan B'a bitkiler arasında tepkilerde büyük farklılıklar vardır (Gezgin ve ark., 2005). Türler arasında, B'a hassasiyet bakımından değişiklikler görülmektedir (Römheld ve Marschner, 1991). Arpa ve buğday gibi tahılların, topraktaki B fazlalığına diğer tarım bitkilerine kıyasla daha büyük bir duyarlılık gösterdiği yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Gupta ve ark., 1985; Bergmann, 1992). Tek çenekli (monokotilen) bitkilerin bazılarının (yulaf, buğday gibi), çift çenekli (dikotilen) bitkilere ve diğer tek çenekli bitkilere (mısır, zambak gibi) göre B elementine gereksinimleri daha azdır (Rerkasem ve ark., 1991; Marschner, 1995).

Taban ve Erdal (2000), ekmeklik (Bolal-2973, Bezostaya, Kırac, Gerek-79) ve makarnalık (Çakmak-79 ve Kızıltan-91) buğday çeşitlerine B (H_3BO_3 - 0,1 ve 10 mg

kg^{-1}) uygulamasının, buğdayda ve toprak üstü kısımlarında etkileri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Araştırma sonucunda makarnalık buğday çeşitleri ekmeklik buğday çeşidine göre B uygulamasından daha fazla etkilendikleri gözlenmiştir.

Çeşitlerin hassasiyetine göre, bitkiler B noksanlığından farklı şekillerde etkilenebilmektedir ve bitkilerin etki mekanizmaları farklı türler arasında da değişiklik gösterebilmektedir (Sarı, 2009). B noksanlığında çiçeklenme ve meyve oluşumu olumsuz olarak etkilenmektedir. Bitkilerde B alınımının sınırlandırıldığı durumlarda, üreme için vejetatif gelişmeye göre daha fazla B ihtiyacı meydana gelmektedir. B noksanlığında dişi ve erkek gamet oluşumu engellenmekte, bundan dolayı da döllenme olumsuz olarak etkilenmektedir. Buğday ve arpa gibi tahıllarda B noksanlığında tane oluşumunun engellendiği birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir (Silva ve Andrade, 1983; Rerkasem ve ark., 1989).

B'un bitkiler tarafından alınabilirliği, tekstür, pH, sıcaklık, nem, kil mineralleri ve organik madde gibi birçok toprak faktörü tarafından etkilenmektedir (Goldberg, 1997).



Şekil 2.1. Bitkilerde B alım mekanizması [(Şahin, 2009)'dan modifiye edilerek alınmıştır].

B, bitkide immobil bir element olduğu için hareketliliği sınırlıdır. Toprakta B konsantrasyonu yüksek olduğunda bitkiler tarafından B alımı pasif difüzyon ile gerçekleşmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda B absorpsiyonu pasif difüzyonla gerçekleştiği için (Alpaslan ve Gunes, 2001), B alımında bitkinin transpirasyon oranı da etkili olmaktadır (Güneş ve ark. 2002). Transpirasyonla birlikte B, bitkide ksilem iletim demetlerinde tepe noktalarına kadar taşınıp, buralarda birikmektedir (Harite, 2008). Bitki yapraklarında biriken B, zamanla toksik etkilere neden olmaktadır (Marschner, 1995).

B toksisitesi bitkilerde gelişimi ve verimliliği kısıtlayan önemli etmenlerden birisidir (Güneş ve ark., 2000a). Dünya’da ve Türkiye’de B toksisitesi, özellikle kurak ve yarı-kurak bölgelerde yaygın ve genellikle bölgesel olarak görülen beslenme problemidir (Sillanpää, 1982; Cartwright ve ark., 1986; Kalayci ve ark., 1998). B toksisitesinin kaynakları; B içeriği yüksek sulama suyu, yüzey gübrelemesi, endüstriyel atıklar ve kimyasallardır (Harite, 2008). Tarımda B içeriği yüksek suların kullanılması ile, B elementi toprakta tutulmakta ve tarım alanlarında B toksisitesinin etkileri gözlenebilmektedir (Cartwright ve ark., 1984).

Fazla B içeren kurak ve yarı kurak bölge topraklarında yetiştirilen kültür bitkilerinde (özellikle tahıllarda) B toksisitesi yaygın beslenme problemlerinden biridir (Cartwright ve ark., 1984; Cartwright ve ark., 1986).

Güney Avustralya’da yaygın tahıl üretiminin yapıldığı alanlarda topraklarda doğal olarak bulunan B’un tahıllarda toksisiteye yol açtığı ve ayrıca söz konusu bölgelerde yetiştirilen buğday, yulaf, bezelye ve mera bitki türlerinde önemli verim düşüşlerine neden olduğu kaydedilmiştir (Cartwright ve ark., 1984; Cartwright ve ark., 1986).

B toksisitesi bitkilerin kök ve yeşil aksam büyümesini engelleyen ve tane verimini ciddi şekilde sınırlayan bir problemdir (Alkan, 1998). Buğdayda özellikle bitki boyunun uzamasını ve yeşil aksam gelişmesini durduran (Paull ve ark., 1990), kök gelişimini azaltan (Huang ve Graham, 1990) ve büyümeyi geciktiren (Paull ve ark., 1988) bir problem olduğu da çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir.

Başalp ve ark. (2011), toleranslı ve duyarlı buğday fidelerine kontrol (0 mg kg^{-1}) ve 5 doz (10, 20, 30, 40, 50 mg kg^{-1}) B uygulama çalışmaları sonucunda, artan B dozlarına bağlı olarak bitki boyunda azalma, bitkilerdeki B konsantrasyonunda artış ve bazı çeşitlerde serbest prolin içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir.

Akoğlu (2013) sera koşullarında yaptığı çalışmada 4 farklı fasulye çeşidine, bitkiler 3-4 yapraklı hale geldiklerinden 10 ve 20 gün sonra olmak üzere 2 dönemde, artan dozlarda B (0 (kontrol), 8, 16 ve 24 ppm H_3BO_3) içeren 1/2'lik hoagland besin çözeltisiyle uygulama yapmıştır. Uygulamalar sonucu bitkilerin kuru ağırlıklarında azalma, bitki B konsantrasyonlarında ise uygulamaya bağlı olarak artış meydana geldiğini tespit etmiştir.

Hamurcu ve ark. (2006) sera koşullarında makarnalık buğday çeşidine, farklı seviyelerde B (0, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16 ppm) ve Fe (0, 6, 12, 24 ppm) uygulamalarının, bitki B, Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonlarına etkilerini belirlemek için yürüttükleri çalışmada, artan B dozuna bağlı olarak bitki B konsantrasyonunda artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Tepe (2016), yaptığı çalışmada, 1 mM B stresi uygulanan Bezostoya ve Kutluk 94 buğday türlerine farklı konsantrasyonlarda Sodyum Nitroprussid (SNP) eklemesiyle, nitrik oksidin etkilerini araştırmıştır. Her iki buğday türlerine uygulanan B stresiyle birlikte bitkilerin gövde ve kök ağırlıklarında azalmalar olduğu, EC, prolin ve MDA içeriklerinde ise artış olduğu gözlenmiştir.

Birçok araştırmacı tarafından B'un toksik olduğu alanlarda yeterli düzeyde Zn bulundurulduğu takdirde bitki kökleriyle B alımının sınırlanabileceği ve bu sayede B toksisitesine karşı bitkide belli oranda bir koruma sağlanabileceği bildirilmiştir (Cartwright ve ark., 1987; Graham ve ark., 1992). B toksisitesi ile mücadelede toksisiteye dayanıklı çeşitlerin seçimi ve ıslahı dışında B biriktiren bitkilerin yetiştirilmesi, topraklarda bulunan mevcut B'u bağlayan materyallerin toprağa ilavesi ve B elementinin bitkiler tarafından alımını sınırlayıcı elementler içeren gübreler ile gübrelemek önerilen yöntemlerdendir (Hakkı ve ark., 2005).

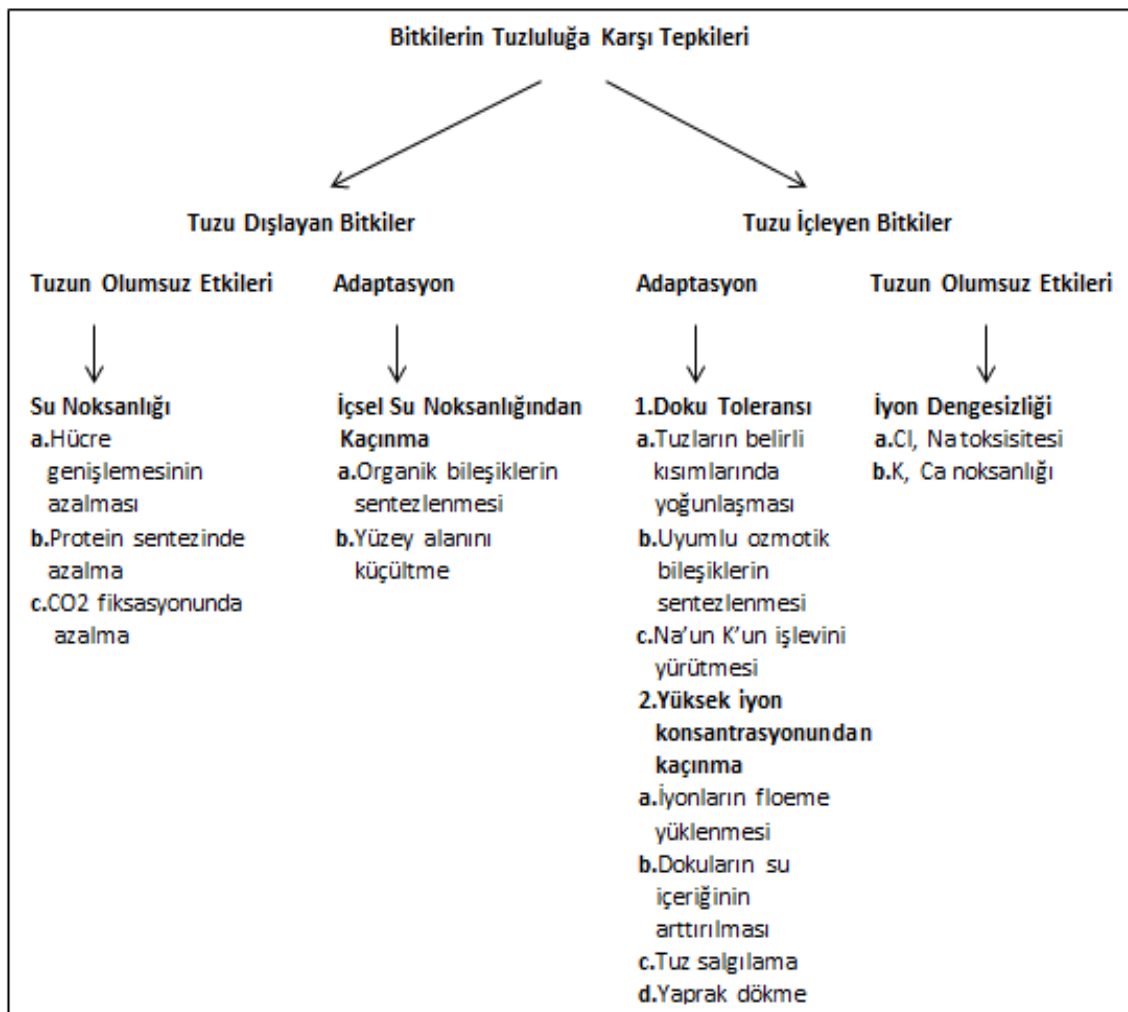
2.2. Toprak Tuzluluğu ve Bitkiler Üzerine Etkileri

Tarım yapılan arazilerde, bitkisel üretimi sınırlandıran faktörlerden birisi de tuzluluktur. Türkiye’de de yaklaşık 1,5 milyon hektar alanda tuzluluk sorunu bulunmaktadır (Uras ve Sonmez, 2010). Toprakta tuzluluğu oluşturan bilinçsiz sulama, gübre ve kimyasal kullanımı gibi faktörler yanı sıra taban suyunun yüksek olması ve tuzlu alanlarda drenaj olanaklarının yetersizliği de tuzluluk oluşturan etmenlerdendir. Türkiye’nin kurak ve yarı kurak bölgelerinde, drenaj koşullarının iyi olmadığı topraklarda, sulama suları ile gelen veya toprakta bulunan tuzlar, yağışlar ve sulama suları ile yeterli yıkanamıyorsa, drenaj problemine paralel olarak tuzluluk problemi de giderek artmakta ve bu durum toprakların tuzlulaşmasına neden olabilmektedir (Şahin, 2009). Dünyanın her yerinde, kültür bitkilerinin büyüme ve gelişmesini engelleyen çözünebilir tuzlar, değişebilir Na veya her iki faktörde içeren sorunlu topraklar çok yaygın olarak bulunmaktadır (Bahtiyar, 2002). Topraklarda bulunan fazla miktarlardaki değişebilir Na, su geçirgenliği ve havalanmanın azalmasına neden olarak bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Bresler ve ark., 1982). Bitki kök bölgesinde fazla miktarda eriyebilir tuzların birikmesi, toprakta tuzluluk sorununun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bunun gibi tuzluluk sorununun olduğu topraklardaki mevcut tuzların cinsi ve miktarlarına bağlı olarak, kültür bitkilerinin çimlenme, büyüme ve ürün verimleri azalmakta veya durmaktadır (Richards, 1954; Dizdar, 1978).

Topraklarda tuzluluk problemi, bitki ve yaprak yüzey alanının büyümesini, transpirasyonunu, su alımını, solunumunu, kök ve gövde gelişimini önemli ölçüde azaltmaktadır. Toprak tuzluluğunun bitkiler üzerindeki bu olumsuz etkileri sonucunda, fotosentez, enerji metabolizması, NO₃ alımının azalması sonucu protein sentezi, lipid metabolizması olumsuz yönde etkilenmekte ve bitkinin hormonal dengesinde yıkım ortaya çıkmaktadır. Tuzluluk stresi, bitkinin yaş ve kuru ağırlığını olumsuz yönde etkilediğinden dolayı, bitkinin çiçek sayısında ve veriminde azalma meydana gelmekte ve oluşan ürünün kalitesi önemli ölçüde düşmektedir (Bernstein, 1967; Sharma, 1980; Robinson ve ark., 1983; Çakırlar ve Topçuoğlu, 1985).

Tarımı yapılmakta olan kültür bitkilerinin tamamı, tuzluluğa karşı farklı tepkiler göstermektedir. Bitkilerin bazıları tuzluluğa karşı daha hassas iken, bazıları ise daha dayanıklıdır. Tuzlu topraklara karşı dayanıklı olan bitkiler, su gereksinimlerini

karşılatabilmek için ozmotik etkiye karşı daha fazla güç geliştirmektedirler. Bitkilerin tuza dayanıklı olup olmadığının incelenmesi, özellikle toprak tuzluluğunun belirli bir düzeyin üstünde olan ve düşürülmesi mümkün olmayan alanlarda, ürün verebilecek bitkilerin seçilerek yetiştirilmesi, ekonomik açıdan büyük öneme sahiptir (Kotuby ve ark., 1997).



Şekil 2.2. Bitkilerin tuzluluğa adaptasyon mekanizmaları (Marschner, 1995; Güneş ve ark., 2000a).

Tuzluluk stresi, bitkiler için gerekli besin elementlerinin yararlılığını azaltmakta ve bu elementlerin bitkiler tarafından alınmalarını, bitki içerisinde taşınmalarını ve dağılımlarını olumsuz yönde etkilemekte ve bitkide beslenme bozukluklarının meydana gelmesine yol açmaktadır (Grattan ve Grieve, 1999). Bazı araştırmacılar tuz stresinin bitki üzerindeki etkisini ozmotik ve iyonik olarak gruplandırmışlardır (Termaat ve Munns, 1986; Ruiz ve ark., 1999). Ortamdaki mevcut tuzlar osmotik basıncı arttırarak bitkinin su almasını engeller dolayısıyla bitki

beslenemez hale gelir. Na ve Cl gibi tuzluluk oluşturan etmenlerin ortamda fazla miktarda olması, bitki besin elementlerinin alınımı zorlaştırarak metabolik faaliyetleri bozmakta ve bitkiye zarar vermektedir (Ekmekçi ve ark., 2005). Tuz stresinde, bitki büyümesinin azalması, kök/gövde oranında değişim ve yaprak rengindeki farklılıklar ozmotik etkinin, meristematik dokularda ve yapraklardaki zarar ise iyonik etkinin göstergesidir (Savvas ve Lenz, 2000).

Bitkiler tuz stresi koşullarında yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için, değişik biyokimyasal ve moleküler mekanizmalar geliştirmişlerdir. Bunlar kökler tarafından iyon alımının kontrolü, alınan iyonların kontrollü olarak yapraklara taşınması, bitki bünyesine alınan iyonları metabolik faaliyetlere katılmaması ve bitkinin belli bölgelerinde biriktirilmesi, uyumlu bileşik sentezi, antioksidan enzimlerin tetiklenmesidir (Sharma, 1990; Bohnert ve Sheveleva, 1998; Parida ve ark., 2005).

Tuzluluk stresinde bitkiler, genotipik özelliklerinden dolayı strese karşı farklı tepkiler oluşturmaktadır. Bitkiler kendilerine zarar sağlayacak düzeydeki Na ve Cl iyonlarını ortadan kaldırmak için farklı mekanizmalar geliştirmişlerdir. Bunlar Na pompaları yardımıyla kök hücrelerinden Na iyonunu dışarı vermek (Schubert ve Läuchli, 1990; Yang ve ark., 1990), bazı bitkilerde hücre zarından Na ve K iyonlarının geçişlerini engellemek, meyve olgunlaşana kadar tuzun yaşlı yapraklarda birikmesi (Murata ve ark., 1994) ve tuza toleranslı bitkinin kökleri yardımıyla ya tuzu bitki bünyesine almayı ya da bünyeye giren tuzu dışarı pompalaması sonucu tuzdan arınmasıdır (Hasegawa ve ark., 1986). Bazı bitkiler topraktaki tuzluluktan az ölçüde etkilenirken, bazılarının bu sorun karşısında yaşamsal faaliyetleri son bulma noktasına gelmektedir. Stres şartlarında yetişen bitkilerin verimliliklerinde ve besin değerlerinde düşüş meydana gelmesi sonucunda, araştırmacılar bozuk çevre koşullarına dayanıklı veya toleranslı bitkiler yetiştirmek ve bu sayede kullanımı kısıtlı alanlardan etkili biçimde yararlanmak için çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar (Topaloğlu, 2010). İslah çalışmaları ile tuzlu topraklara uyum sağlayabilecek çeşitler için, tuza toleranslı veya dayanıklı bitkilerin mekanizmalarını göz önüne almaktadırlar (Epstein ve ark., 1980).

Hakki ve ark. (2018) Tübitak - 1003 çağrılı proje kapsamında yaptıkları çalışmada, Avustralya'dan temin ettikleri iletmiş ıslah materyali olan AUS-5907 ve AUS-5924 ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*) hatları ile AUS-5004 ve AUS-

5020-7 makarnalık buğday (*Triticum durum Desf.*) hatlarındaki tuzluluğa tolerans sağlayan *Nax1* ve *Nax2* genlerini, Türk yerel çeşit ve ümitvari hatlara markör destekli seleksiyon yöntemi ile aktarmayı hedeflemişlerdir. Projede, ikisi B toleransı özelliğine sahip olan 10 ekmeklik, 6 makarnalık olmak üzere toplam 16 farklı buğday melezleme kombinasyonu oluşturulmuştur. (Bayraktar x 5907, Bayraktar x 5924, Bolal x 5907, Bolal x 5924, EBH1 x 5907, EBH1 x 5924, EBH2 x 5907, EBH2 x 5924, Kınacı x 5907, Kınacı x 5924, Kızıltan x 5004, Kızıltan x 5020-7, MBH1 x 5004, MBH1 x 5020-7, Mirzabey x 5004, Mirzabey x 5020-7). Çalışmada, çeşitli B - tuz testlemeleri ve alt proje kapsamında bazı element analizleri ile GM3 aşamasındaki materyallerde kalite analizleri yapılmıştır. Tez çalışmasında kullandığımız materyallerin de (GM3) elde edildiği proje sonuçlanmıştır ancak ara materyallerin geliştirilme süreci halen devam etmektedir.

Ahmad ve ark. (2014), yaptığı çalışmada iki buğday çeşidine artan dozlarda NaCl uygulamasının bitki büyümeleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak Ca ve Na konsantrasyonlarında artış gözlenirken, K konsantrasyonunda azalma meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Tuzluluk uygulaması ile K ve Ca alımının, iyon seçiciliğinden dolayı, tuzluluktan ve bitki dokularında yüksek Na birikmesinden etkilendiğini bildirmişlerdir. K alımı ve bitki dokusunda birikmesi, yüksek Na konsantrasyonundan dolayı güçlü bir şekilde azalmıştır.

Yossif ve ark. (2018), 4 farklı ekmeklik buğday çeşidinde K-humat ve tuz uygulamalarında, sadece tuz uygulaması sonucu ile bitkilerin Ca alımlarının çeşitlere bağlı olarak değiştiğini ve bütün çeşitlerin Ca alımında artış olduğunu, yine aynı şekilde bitki Na ve Cl konsantrasyonlarında, MDA içeriklerinde artış meydana geldiğini, K konsantrasyonunda ise azalma gözlendiğini bildirmişlerdir.

Tuna ve Eroğlu (2017), saksı ortamında biber bitkisine 100 mM NaCl ile bazı organik (salisilik asit, askorbik asit, nitrik oksit, prolin) ve inorganik bileşikler (Ca, Si, K) uyguladığı bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada, sadece NaCl uygulaması sonucu bitkinin kuru ve yaş ağırlıklarında azalma, EC, MDA ve prolin içeriklerinde artış gözlenmiştir.

Alpaslan ve ark. (1998), buğday (Bolal, Bezostoya, Gerek, Kıraç, Kızıltan, Çakmak) ve çeltik (Baldo, Kros 424, Ribe, Rocca, Serhat 92, Tri-445) çeşitlerinin tuz stresi altında, bazı element içeriklerindeki değişimlerini incelediği çalışmada, tuz uygulamasıyla birlikte, buğday çeşitlerinin kuru ağırlıklarında azalma meydana geldiğini, Ca konsantrasyonlarında ise önemli bir artış gözlemlendiğini bildirmiştir.

El-Hendawy ve ark. (2005) bir çalışmada çeşitli buğday bitkisine dört tuz (Kontrol, 50, 100, 150 mM NaCl) uygulaması yapmışlardır. Tuzluluğun artmasıyla buğday bitkisinin yaprak sayısı ve yaprak yaşası genişliğinin azaldığını tespit etmişlerdir.

Tuğcu (2017), kontrollü iklim oda koşullarında yaprak lahanası bitkisine tuz (0, 50, 100, 200 mM NaCl) uygulaması ile tuzun bitkide meydana getirdiği değişiklikleri belirlemek için bir çalışma yürütmüştür. Çalışma sonucunda artan tuz uygulamasıyla birlikte bitki boyunda ve K konsantrasyonunda azalma, EC içeriğinde ise artış gözlemlendiğini bildirmiştir.

2.3. Bor ve Tuzluluk Problemi

İçerisinde fazla B barındıran sulama suları, topraktaki B miktarının artmasına sebep olmaktadır. B, genelde tuz oranı yüksek olan topraklarda veya tuzlu kuyu sularında fazla bulunmaktadır (Dhankhar ve Dahiya, 1980), bu bölgeler tuzlu ya da tuzlu su ile sulanmış topraklardan oluşmaktadır (Tsadilas, 1997). Yani B toksisitesi görülen topraklarda genellikle tuzluluk sorunu da bulunmaktadır. B içeriği fazla sulama suyu uygulamasının, bitkilerde toksisite etkileri, kil içeriği yüksek topraklara oranla, kaba tekstürlü topraklarda daha hızlı bir şekilde ortaya çıkmıştır (Keren ve Bingham, 1958). Topraklarda sulama yapılması sonucunda bir tuz birikimi ortaya çıkmaktadır. Tuz birikiminin olduğu topraklarda B toksisitesinin de yaygın olduğu kanıtlanmıştır (Katyal ve Vlek, 1985). Topraklardaki yüksek B seviyesi gübreleme ve maden işletmeciliğinden de artış göstermiş durumdadır (Nable ve ark., 1997).

Tuz ve B toksisitesinden etkilenmiş topraklar dünya üzerinde önemli bir yüzdeye sahiptir ve bu alanların tarıma yeniden kazandırılması, B toksisitesi ve tuzluluk üzerine yapılan çalışmaların temel amaçları arasındadır. Tuzluluk ve B toksisitesi olan tarım arazilerinde, kaliteli ve iyi bir üretim yapılabilmesi için bu arazilerin ıslah

edilmesi gerekmektedir. Bu arazilerin ıslahında pek çok metot bulunmakla birlikte, yüksek maliyetlerinden dolayı çok azı uygulanabilmektedir.

Buğday bitkisinde B toksisitesinin nekrotik semptom formları görülebilmekte ve tuzlulukla kombine olarak daha da şiddetli oksidatif strese neden olabilmektedir (Masood ve ark., 2012).

Şahin (2009) sera koşullarında 8 değişik asma anacına aşılı Sultani çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinin, 25 mM ve 50 mM tuz, 20 ppm B'la beraber ve ayrı ayrı olarak uygulanması sonucunda, bitkilerin B toksisitesine ve tuzluluğa toleranslılıkları hakkında bir araştırma yapmıştır. Yaptığı çalışma sonucunda, artan tuz uygulamalarında bitki yapraklarının Na konsantrasyonlarında, lipid peroksidasyonlarında ve prolin içeriklerinde artış meydana geldiğini bildirmiştir. Bunun yanı sıra yüksek tuz+B uygulamasında bazı asma anacına aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin, kuru ağırlıklarında, Na, Cl ve B konsantrasyonlarında kontrol tuza göre düşüş, lipid peroksidasyonunda ve genellikle prolin içeriklerinde ise artış olduğunu tespit etmiştir.

Sarı (2009) sera koşullarında buğday bitkisinin, B ve tuz uygulamaları altında biyolojik verimi ve bazı besin element konsantrasyonları hakkında araştırma yapmıştır. Farklı seviyelerde 5 B (0, 1.0, 2.5, 5.0, 10.0 mg kg⁻¹) ve 4 tuz (0-200, 200-400, 400-600, >600 µS/cm) dozu uygulaması sonucunda, uygulanan B dozu arttıkça bitki B ve K içeriklerinde artış, Ca, Mg içeriklerinde azalma gözlemiştir. Bunun yanı sıra, artan B+tuz seviyelerinde B ve K konsantrasyonları azalırken, Ca içeriğinde artış olduğunu bildirmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki materyali

Yapılan tez çalışmasında; B elementine toleranslılığı daha önceki çalışmalarda belirlenen Bolal 2973 çeşidi, tuza toleranslılık genleri içeren Avustralya kökenli iletirilmiş AUS-5907 ve AUS-5924 hatları ve Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nde yürütülen, Tübitak (Proje No: 214O072) 1003 çağrılı “Klasik ve Moleküler Islah Yöntemleri Kullanılarak Bazı Buğday Çeşitlerine Tuza Toleranslılık Genlerinin Aktarılması” adlı proje kapsamında elde edilen, 3. geri melez dönemine ait Bolal x 5907 ile Bolal x 5924 hatları olmak üzere toplamda 5 farklı ekmeklik buğday materyali kullanılmıştır.

3.1.2. Sera denemesinde kullanılan toprak materyali

Sera saksı yetiştirme ortamı olarak 2:1 oranında Konya Selçuk Üniversitesi kampüs alanı toprağı (B ve tuz içeriğı düşük) ve torf karışımı kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Sera denemesinde kullanılan toprağın analiz sonuçları

Parametreler	Sonuçlar
pH (1:2.5 toprak:su)	7.58
EC (1:5 toprak:su) ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	52.0
%	
CaCO ₃	34,6
Organik madde	1,64
Kil	24
Silt	26
Kum	50
Tekstür sınıfı	Kumlu killi tın
mg kg ⁻¹	
N (NH ₄ -4 + NO ₃ -N)	5.70
P	14,4
K	222
Ca	6229
Mg	231
Na	9
Fe	0,8
Zn	1,6
Mn	0,2
B	0,36
Cu	0,7

3.2. Yöntem

3.2.1. Perlit sterilizasyonu

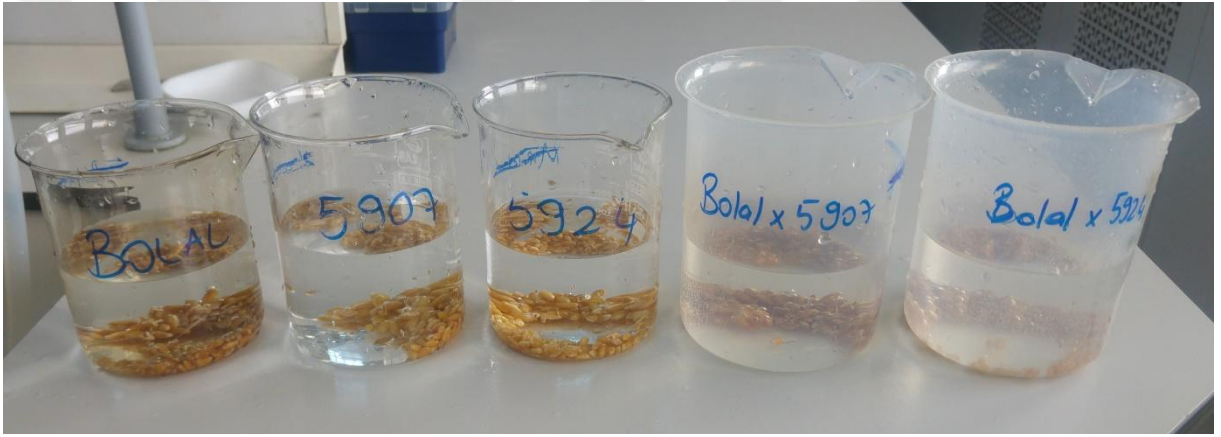
Vernalizasyon işleminde bitki ortamı olarak kullanılan perlit, ozonlu sudan geçirildikten sonra saf su ile yıkanarak steril edilmiş ve tozundan arındırılmıştır. Yıkanan perlitin suları süzöldükten sonra, alüminyum folyo ile içerisi kaplanmış otoklav sepetine doldurularak 5 saat boyunca 150 °C' de otoklavlanmış ve ardından etüvde kurutulmuştur.

3.2.2. Viyol sterilizasyonu

Vernalizasyonda perlit kabı olarak kullanılan viyoller ozonlu sudan geçirildikten sonra saf su ile iyice yıkanmış ve kurutulmuştur.

3.2.3. Tohum sterilizasyonu

Buğday materyalleri çimlendirme öncesi sterilizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Sterilizasyon işleminde % 5'lik sodyum hipoklorit çözeltisi kullanılmıştır. % 5'lik sodyum hipoklorit çözeltisi hazırlamak için; 50 ml sodyum hipoklorit çözeltisi mezüre eklenmiş ve son hacim 1 L olacak şekilde üzeri saf su ile tamamlanmıştır. Beher içerisine alınan tohumlar ilk olarak saf su ile yıkanmıştır. Üzerlerine %5'lik sodyum hipoklorit çözeltisi ilave edilerek 4 dk bekletilmiştir. İlk önce çeşme suyu ve ardından saf sudan geçirilerek iyice yıkanmıştır. Sodyum hipoklorit çözeltisinden arındırılan tohumlar saf suda 3.5 - 4 saat kadar bekletilmiştir.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan tohumların sterilizasyonu

3.2.4. Tohumların perlite ekimi

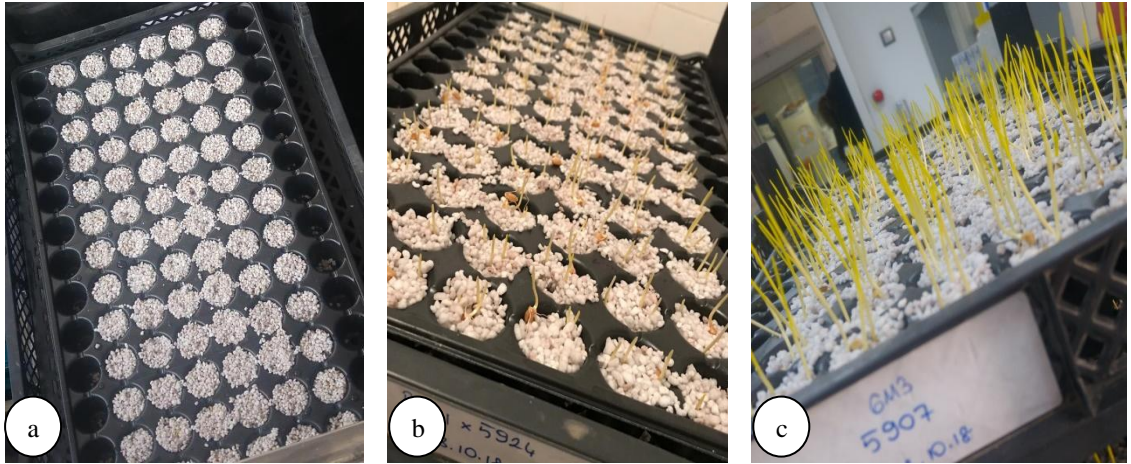
Sterilizasyon işleminden sonra, saf suda bekletilen tohumların perlit dolu viyollere her bölme 3 adet olacak şekilde, çok derine itmeden, pens yardımı ile ekimleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Sterile olan tohumların perlite ekimi

3.2.5. Tohumların vernalizasyonu

Perlite ekimi gerçekleştirilen tohumlar, 24 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra sıcaklığı + 7 °C olan dolaba aktarılmıştır. 48 saat sonra tohumların ekili olduğu viyoller sıcaklığı 0 – 4 °C arasında değişen muhafaza odasına alınmıştır. Tohumlar, vernalizasyon işlemi için yaklaşık 2 ay kadar soğuk odada bekletilmiştir. Vernalizasyon sonrası seraya aktarılacak buğday fidelerinin sera sıcaklığına adapte olması için, sıcaklığı + 7 °C dolaba çıkarılmış ve 48 saat boyunca bekletilmiştir.



Şekil 3.3. Vernalizasyon için 0 – 4 °C dolaba aktarım (a), Vernalizasyon aşamasında bir görüntü (b), Vernalize olan tohumlarının seraya aktarılmadan önceki görüntüsü (c)

3.2.6. Sera denemesinin kurulması ve yürütülmesi

Çalışma, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde bulunan Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölümüne ait olan bilgisayar kontrollü tam donanımlı araştırma serasında gerçekleştirilmiştir. Deneme süresince sera içi sıcaklığının 25 ± 3 °C, solar radyasyonun 1750 ± 50 kcal/m² ve nispi nemin 60 ± 10 olması sağlanmıştır.

3.2.6.1. Deneme planı

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş olup, 4 adet biyolojik tekrara yer verilmiştir. Mukayese amaçlı kontrol B - 0,75 mM B - 1,5 mM B uygulaması ve 0 mM NaCl - 100 mM NaCl uygulaması yapılmıştır. 5 genotip x 2 NaCl dozu x 3 B dozu x 4 tekerrür olacak şekilde toplamda 120 saksıdan oluşmuştur.

Çizelge 3.2. Uygulama Şekli

Genotipler	Uygulamalar ve Dozları	
	NaCl	B
Bolal 2973 AUS-5907 AUS-5924 Bolal x 5907 Bolal x 5924	0 mM NaCl	Kontrol B 0,75 mM B 1,5 mM B
Bolal 2973 AUS-5907 AUS-5924 Bolal x 5907 Bolal x 5924	100 mM NaCl	Kontrol B 0,75 mM B 1,5 mM B

3.2.6.2. Saksı - toprak hazırlığı

Analizi yapılan (tuzsuz ve B içeriği düşük) Konya Selçuk Üniversitesi kampüs alanı toprağı 4 mm'lik elekten elenerek, 2:1 oranında torf ile karıştırılmış ve 3,5 litrelik saksılara doldurulmuştur. Saksıların üzerine çeşit ve uygulama dozlarının belirtildiği etiketleme işlemleri gerçekleştirilerek, ekime hazır hale getirilmişlerdir.



Şekil 3.4. Sera saksı hazırlığı

3.2.6.3. Bitki materyallerinin seraya aktarılması ve bor - tuz uygulamaları

Denemede 3.5 litrelik saksılar kullanılmıştır. Perlit ortamındaki bitki materyallerinin sera saksı ortamına transferleri gerçekleştirilmiştir. İçerisinde 2:1 oranında toprak:torf karışımı olan her bir saksıya, vernalizasyon işlemine tabi tutulan buğday fidelerinden 8'er adet dikilmiştir. Dikimden yaklaşık 1 hafta kadar sonra temel gübreleme olarak, 100 ppm N (MAP + üre), 150 ppm K (KH_2PO_4), 200 ppm P (KH_2PO_4 + MAP) ve 1 ppm Zn ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) uygulaması yapılmıştır. Kardeşlenme başlangıcında saksıdaki bitki sayısı 8'den 6'ya seyreltilmiştir ve 50 ppm N (NH_4NO_3) uygulaması yapılmıştır. 2- 2,5 hafta sonra bitkiler yeterli büyüklüğe geldiklerinde B (" H_3BO_3 " - kontrol B - 0,75 mM B - 1,5 mM B) ve tuz (0 mM NaCl - 100 mM NaCl) uygulamaları, bitkilerin şoka girmemesi için, aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5. Buğday fidelerinin saksı ortamına aktarılması (a), Temel gübreleme (b), Seyreltme (c), B – tuz uygulaması (d)

3.2.7. Bitkilerin hasat edilmesi

Uygulamadan yaklaşık 2 hafta sonra, bitkilerde etkilerin gözlenmesi sonucunda bitkinin toprak üstü kısmı kesilerek gövde uzunluğu ölçülmüştür ve yaş ağırlıkları kaydedilmiştir. EC (elektrolit sızıntısı) analizi için bitkilerden yaklaşık 0,5 g kadar alınarak EC tüplerine aktarılmıştır. MDA (malondialdehyde) analizi için, bitki örneklerinden 0,5 g tartılarak alüminyum folyoya sarılarak poşetlenmiş ve sıvı azotla muamele edilmiştir. Prolin analizi için, bitki örneklerinden 0,1 g tartılarak yine aynı şekilde alüminyum folyoya sarılarak poşetlenmiş ve sıvı azotla muamele edilmiştir. Sıvı azot içerisinde bekletilen örnekler, ileri zamanlarda analiz edilmesi için - 80 °C derin dondurucu dolaba konulmuştur.



Şekil 3.6. Sera denemesinde, farklı zamanlarda alınmış bazı görüntüler

3.3. Laboratuvar Analiz Yöntemleri

3.3.1. Büyüme parametreleri

3.3.1.1. Bitki kuru ağırlığı

Kesilen bitki örnekleri sırasıyla çeşme suyu, 0.2 N HCl çözeltisi ve saf su ile yıkanmış ardından filtre kağıtları ile kurutulularak kese kağıtlarına konulmuştur. Bitki örnekleri, sıcaklığı 70 °C olan etüvde ağırlıkları sabitleşinceye kadar kurutulmuş ve kuru ağırlıkları kaydedilmiştir.

3.3.1.2. Bitki gövde uzunluğu

Bitkilerin toprak üstü aksamaları makas ile kesilerek alınmıştır ve metre yardımı ile gövde uzunlukları ölçülerek kaydedilmiştir.

3.3.2. Bitki besin elementleri analizi

Kurutulan yaprak örnekleri tungsten kaplı bitki öğütme değirmeninde öğütülmüştür. Öğütülen örneklerden liner tüplerin içerisine 0,2 g kadar tartılmıştır. Analizin güvenilirliğini sağlamak için 40 hücrelik mikrodalga seti içerisine 1 şahit ve 1 referans materyal (Peach Leaves) ilave edilmiştir. Daha sonra örneklerin üzerine 5 ml konsantre HNO₃ ve 2 ml saf su ilave edilerek, mikrodalga cihazında (Cem MARSXpress) yüksek ısı (210°C) ve basınç altında (200 PSI) çözündürülmüştür. İşlem bittikten sonra tüpler çeker ocağın altında dikkatli bir şekilde açılarak falkon tüplerine boşaltılmış ve çözündürülen örnekler saf su ile 20 ml çizgisine tamamlanmıştır. Elde edilen süzükler mavi bantlı filtre kağıdından temiz falkonlara süzölmüştür. Süzükteki toplam B, K, Ca, Mg ve Na element miktarları için ICP-OES cihazında okumaları gerçekleştirilmiştir (Burt, 2004).

3.3.3. Bitkide klor analizi

Klor miktarı öğütölmüş kuru bitki örneklerinde AgNO₃ ile titre edilerek belirlenmiştir (Johnson ve Ulrich, 1959). Bitkide klor analizi için yapraklardan 0,1 g

tartılarak 50 ml'lik santrifüj tüpüne konulmuştur. Üzerine 25 ml saf su ilave edilerek 10 dk çalkalanmıştır. Elde edilen süzükler mavi bantlı filtre kağıdından süzülmüştür. Süzüklerin üzerine 1 ml potasyum kromat indikatörü ilave edilmiştir ve standart gümüş nitrat çözeltisi ile titre edilmiştir. Bitkideki klor miktarı hesaplaması aşağıdaki eşitlik ile sağlanmıştır.

Bitkide ekstrakte edilebilir klor, $\% = [(Ö-T)/A] * 100$

Ö = Örnek titrasyonda harcanan $AgNO_3$ miktarı (ml)

T = Şahit için harcanan $AgNO_3$ miktarı (ml)

A = Bitki Örneği miktarı (mg)

3.3.4. Bitkide hücre zarı geçirgenliği (EC) analizi

Bitkilerde EC analizi için, yaprak örnekleri 0,1 g tartılarak içerisinde 10 ml saf su bulunan deney tüplerine ilave edilmiştir. 32 °C su banyosunda 2 saat boyunca bekletilmiştir ve örnekler oda sıcaklığına gelince EC1 okuması gerçekleştirilmiştir. Daha sonra okunan örneklerin üzeri alüminyum folyo ile kapatılarak 121 °C otoklava yerleştirilmiştir ve otoklavlama işlemi bitince tekrar ölçüm yapılarak EC2 değerleri belirlenmiştir. Elektrolit sızıntısı (ES) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Dionisio-Sese ve Tobita, 1998).

$ES = EC1/EC2 * 100$

3.3.5. Bitkide lipid peroksidasyonu (MDA) analizi

Bitkilerde lipid peroksidasyonu malondialdehide (MDA) içeriği olarak ifade edilmektedir. Lipit peroksidasyon analizi, TBAR reaksiyonu sonucu oluşan malondialdehit (MDA) miktarının belirlenmesi ile yapılmıştır (Rao ve Sresty, 2000). 0.5 g yaprak örneği 10 ml % 0.1' lik trichloro asetik asit (TCA) ile homojenize edilmiştir. Homojenat 10 000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneğin berrak kısmından 1 ml alınıp, üzerine 4 ml % 20' lik TCA içerisinde çözülmüş % 0.5' lik thiobariturik asit (TBA) katılmıştır. Karışım 95 °C'de 30 dakika bekletilmiş ve hızla buzlu suda soğutulduktan sonra, 10 000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra süpernatant kısımdan mikro pipet yardımı ile 250 – 300 µl kadar örnekler alınarak

sırası ile cihazın okuma aparatına ilave edilmiştir. Aktivite için 532-600 nm aralığında absorbans değişimlerine Multiskan Go Microplate Spectrophotometer cihazında bakılmıştır. Malondialdehyde (MDA) içeriği aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{MDA equivalents (nmol ml}^{-1}\text{)} = [(A_{532}-A_{600})/155\ 000] * 106$$

3.3.6. Bitkide prolin analizi

Prolin içeriğini belirlemede Bates ve ark. (1973) tarafından belirtilmiş yöntem kullanılmıştır. Sıvı fazdan aspire edilen toluen fraksiyonunun 520 nm'deki absorbansı spektrofotometre cihazında okunmuştur. Prolin konsantrasyonu, kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmış ve nmol prolin g⁻¹ taze ağırlık (FW) olarak ifade edilmiştir.

3.3.7. Verilerin istatistikî analizleri

Sera denemesi sonuçları tesadüf parsellerde, faktöriyel deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Minitab16 paket programında uygulamalar arası farklılıklar tespit edilmiştir. Önemli çıkan değerlerin harflendirmesi tukey testine göre yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan Bolal 2973 ekmeklik buğday çeşidi ve AUS-5907, AUS-5924, GM3 (Bolal x 5907, Bolal x 5924) ekmeklik buğday hatlarının, B ve tuz uygulamalarına vermiş oldukları tepkiler alt başlıklar halinde sunulmuştur.

4.1. Büyüme Parametre Sonuçları

4.1.1. Kuru ağırlık

B ve tuz uygulamalarının Bolal 2973 ekmeklik buğday çeşidi ve AUS-5907, AUS-5924, GM3 (Bolal x 5907, Bolal x 5924) ekmeklik buğday hatlarının, kuru ağırlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de, elde edilen ortalama kuru ağırlık değerleri Çizelge 4.2’de ve kuru ağırlık değerlerine ait grafik Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki kuru ağırlık (g) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Uygulamalar	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	89	4,93		
Çeşit – Hat (A)	4	0,43	0,11	3,25*
Tuz (T)	1	1,41	1,41	42,17**
Bor (B)	2	0,48	0,24	7,21**
A x T	4	0,08	0,02	0,56
A x B	8	0,22	0,03	0,84
T x B	2	0,04	0,02	0,62
A x B x T	8	0,25	0,03	0,95
Hata	60	2,00	0,03	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

Bitkilerin kuru ağırlıkları varyans analiz sonuçlarına göre; çeşit - hat istatistiki açıdan %5 düzeyinde, tuz ve B istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.2. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki kuru ağırlık (g) üzerine etkilerinin ortalama değerler tablosu

Çeşitler	Bor (mM)	Tuz (mM)				Ort.	% Değ.
		0 (T0)	% Değ.	100 (T1)	% Değ.		
Bolal 2973	Kontrol (B0)	1,42		1,25	-12	1,34	
	0,75 (B1)	1,28	-10	0,93	-26	1,11	-17
	1,5 (B2)	1,18	-17	0,86	-31	1,02	-24
	Ort.	1,29		1,01	-22	1,15 ab	
AUS-5907	Kontrol (B0)	1,18		1,09	-7	1,13	
	0,75 (B1)	1,28	9	1,05	-4	1,17	4
	1,5 (B2)	1,13	-4	0,98	-10	1,06	-6
	Ort.	1,20		1,04	-13	1,12 ab	
AUS-5924	Kontrol (B0)	1,39		1,02	-27	1,21	
	0,75 (B1)	1,14	-18	0,97	-5	1,06	-12
	1,5 (B2)	1,24	-11	0,78	-24	1,01	-17
	Ort.	1,26		0,92	-27	1,09 b	
Bolal x 5907	Kontrol (B0)	1,55		1,10	-29	1,33	
	0,75 (B1)	1,32	-15	1,15	5	1,24	-7
	1,5 (B2)	1,20	-23	1,06	-4	1,13	-15
	Ort.	1,36		1,11	-18	1,23 ab	
Bolal x 5924	Kontrol (B0)	1,58		1,16	-27	1,37	
	0,75 (B1)	1,20	-24	1,15	-1	1,18	-14
	1,5 (B2)	1,39	-12	1,18	2	1,28	-7
	Ort.	1,39		1,17	-16	1,28 a	
Genel Ort.	Kontrol (B0)	1,42		1,13	-20	1,27 A	
	0,75 (B1)	1,25	-12	1,05	-7	1,15 AB	-9
	1,5 (B2)	1,23	-13	0,97	-14	1,10 B	-13
	Ort.	1,30 A		1,05 B	-19		

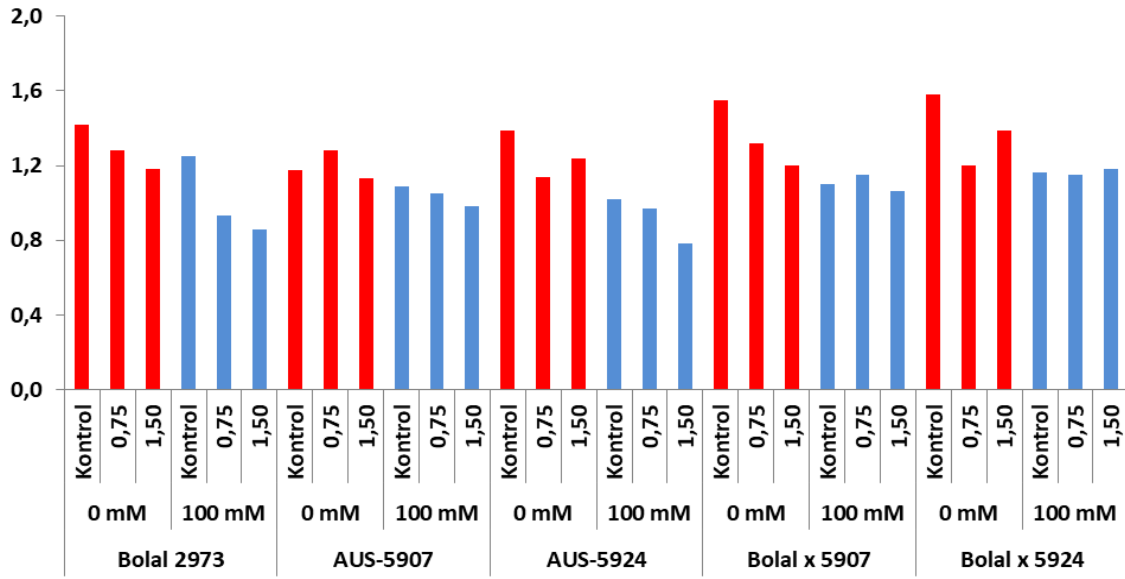
(B0: Kontrol B, B1: 0,75 mM B, B2: 1,5 mM B, T0: 0 mM NaCl, T1: 100 mM NaCl)

Çeşit ve hatlar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, Bolal 2973 çeşidinde 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre kuru ağırlıkta sırasıyla %10 ile %17 oranında bir azalma meydana gelmiştir. Tuzluluk koşullarını sağlayan 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal 2973 çeşidinin kuru ağırlığında %12 oranında azalma gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında kuru ağırlık değerlerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %26 ve %31 oranında azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.1). AUS-5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre kuru ağırlıkta sırasıyla %9 oranında artış ve %4 oranında azalma meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5907 hattının kuru ağırlığında %7 oranında azalma gözlenmiştir. Bunun yanı sıra 100 mM tuz

(T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki kuru ağırlık değerlerinde sırasıyla %4 ve %10 azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.1). AUS-5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre kuru ağırlıkta sırasıyla %18 ve %11 oranında azalma meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5924 hattının kuru ağırlığında %27'lik azalma gözlenmiştir. Bunun yanı sıra 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki kuru ağırlık değerlerinde sırasıyla %5 ve %24 oranında azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.1). Bolal x 5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre kuru ağırlıkta sırasıyla %15 ve %23 azalma meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5907 hattının kuru ağırlığında %29 oranında azalma gözlenmiştir. Bunun yanı sıra tuzlu koşullarda B uygulandığında kuru ağırlık değerlerinde, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %5 artış ve %4 azalma meydana geldiği gözlenmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.1). Bolal x 5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre kuru ağırlıkta sırasıyla %24 ile %12'lik bir azalma meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5924 hattının kuru ağırlığında %27'lik azalma gözlenmiştir. Bunun yanı sıra tuzlu koşullarda B uygulandığında kuru ağırlık değerlerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %1 azalma ve %2 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.1).

Çeşit ve hatların tuzlu koşullarda B uygulamalarının kuru ağırlık değerleri üzerindeki etkileri incelendiğinde, Bolal 2973 çeşidinin kuru ağırlığı tuz uygulamasının yapılmadığı koşullarda artan B dozlarına bağlı olarak kontrole göre %10 (B1) ve %17 (B2) oranında azalırken, 100 mM tuz (T1) uygulamasında %26 (B1), %31 (B2) oranında azalma gösterdiği, AUS-5907 hattında Bolal 2973 çeşidine göre kuru ağırlıktaki azalışların (0mM tuzda (T0) %9 artış, %4 azalma - 100 mM tuzda (T1) %4, %10 oranında azalma) çok daha az olduğu görülmüştür. Bolal x 5907 genotipine bakıldığında ise 0 mM tuzda (T0) artan B dozlarında (B1, B2) kuru ağırlıkta meydana gelen azalışlar fazla iken, tuzlu koşullarda 0,75 mM B (B1) dozunda %5 artış, 1,5 mM B (B2) dozundaki %4 azalışın 0 mM tuzdakine göre çok düşük olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.1).

Kuru Ağırlık (g)



Şekil 4.1. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin kuru ağırlığı üzerine etkileri

B dozlarının ortalama kuru ağırlık değerleri üzerine etkisi %1 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuş ve en yüksek kuru ağırlık 1,27 g ile kontrol (B0) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu, azalan sıra ile B1 (1,15 g) ve B2 (1,10 g) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.2). Kuru ağırlık değerlerinde çeşit ve hatlarda, 0 mM tuz (T0) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında kontrole (B0) göre Bolal x 5924 hattında %24 azalma gözlenirken, AUS-5907 hattında %9 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre Bolal 2973 çeşidinde %26 oranında azalma meydana gelirken, Bolal x 5907 hattında %5 oranında artış olduğu gözlenmiştir. 0mM tuz (T0) ve 1,5 mM B (B2) doz uygulamalarında, kontrole (B0) göre Bolal x 5907 hattında %23 oranında azalma gözlenirken, AUS-5907 hattında %4 oranında azalma meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 1,5 mM B (B2) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre Bolal 2973 çeşidinde %31 oranında azalma meydana gelirken, Bolal x 5924 hattında %2 oranında artış gözlenmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.1).

Yaptığımız çalışma sonucunda artan B uygulamalarına bağlı olarak Bolal 2973 çeşidi ve Bolal x 5907 hattının kuru ağırlıklarında azalma meydana gelmiştir. Güneş ve ark. (2000b) mısır çeşitlerinin, B uygulamalarında kuru ağırlıklarının azaldığını ve çeşitlerdeki bu azalmaların meydana gelmesinin, genotipsel farklılıklardan

kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Akoğlu (2013) sera koşullarında 4 farklı fasulye çeşidine, 3-4 yapraklı hale geldiklerinden 10 ve 20 gn sonra hoagland besin czeltisiyle, artan dozlarda B uygulaması yaptığı calışmada, uygulamalar sonucu bitkilerin kuru ağırlıklarında azalma meydana geldiğini tespit etmiştir. Tepe (2016), yaptığı calışmada, 1 mM B stresi uygulanan Bezostoya ve Kutluk 94 buğday trlerinin kuru ağırlıklarında azalma meydana geldiğini bildirmiştir. Calışmamızda tuzlu koşullarda 0 mM tuza (T0) gre bitkilerin kuru ağırlıklarında azalmalar meydana gelmiştir. Tuna ve Eroğlu (2017), saksı ortamında biber bitkisine 100 mM NaCl uygulaması sonucu bitkinin kuru ağırlığında azalma meydana gelmiştir. Alpaslan ve ark. (1998), buğday ve celtik ceşitlerinin tuz stresi altında, bazı element ieriklerindeki değişimlerini incelediği calışmada, tuz uygulamasıyla birlikte, buğday ceşitlerinin kuru ağırlıklarında azalma meydana geldiğini bildirmiştir. Calışma sonularımızı yapılan literatr calışmaları desteklemektedir.

4.1.2. Bitki boyu

B ve tuz uygulamalarının Bolal 2973 ekmeklik buğday çeşidi ve AUS-5907, AUS-5924, GM3 (Bolal x 5907, Bolal x 5924) ekmeklik buğday hatlarının, bitki boyu değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'te, elde edilen ortalama bitki boyu değerleri Çizelge 4.4'te ve bitki boyu değerlerine ait grafik Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. B ve tuz uygulamalarının, bitki boyu (cm) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Uygulamalar	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	89	1923,99		
Çeşit – Hat (A)	4	399,45	99,86	14,17**
Tuz (T)	1	765,63	765,63	108,6**
Bor (B)	2	150,92	75,46	10,7**
A x T	4	96,91	24,23	3,44*
A x B	8	17,12	2,14	0,3
T x B	2	12,16	6,08	0,86
A x B x T	8	58,80	7,35	1,04
Hata	60	423,00	7,05	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

Bitki boyu varyans analiz sonuçlarına göre; çeşit - hat, tuz, B istatistiki açıdan %1 düzeyinde, çeşit - hat x tuz ise istatistiki açıdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.4. B ve tuz uygulamalarının, bitki boyu (cm) üzerine etkilerinin ortalama değerler tablosu

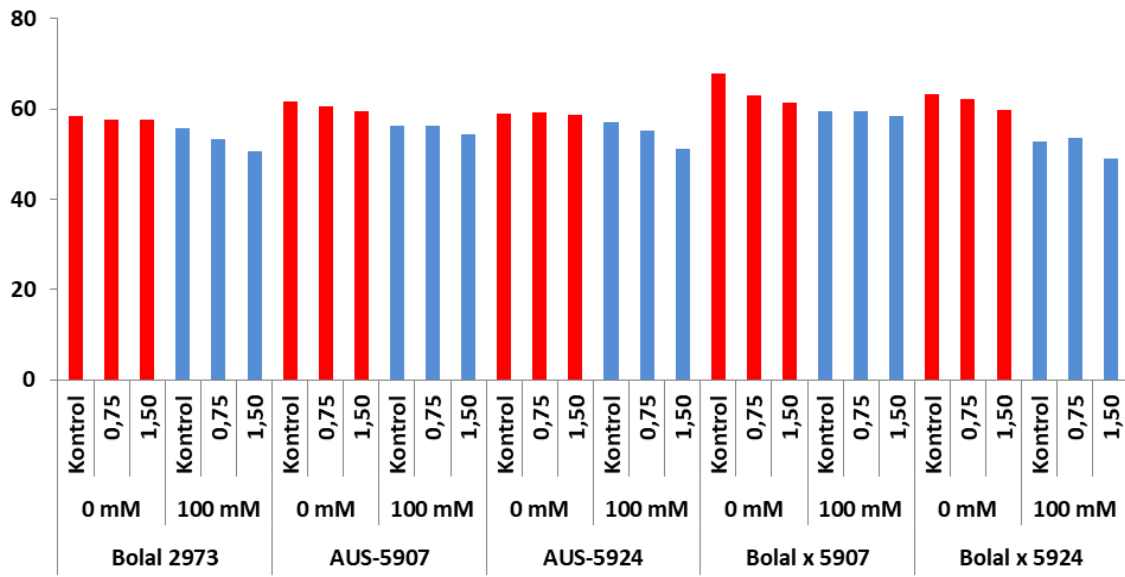
Çeşitler	Bor (mM)	Tuz (mM)				Ort.	% Değ.
		0 (T0)	% Değ.	100 (T1)	% Değ.		
Bolal 2973	Kontrol (B0)	58,33		55,68	-5	57,00	
	0,75 (B1)	57,50	-1	53,25	-4	55,38	-3
	1,5 (B2)	57,50	-1	50,50	-9	54,00	-5
	Ort.	57,78 bcd		53,14 e	-8	55,46 B	
AUS-5907	Kontrol (B0)	61,75		56,17	-9	58,96	
	0,75 (B1)	60,50	-2	56,33	0	58,42	-1
	1,5 (B2)	59,50	-4	54,25	-3	56,88	-4
	Ort.	60,58 ab		55,58 cde	-8	58,08 B	
AUS-5924	Kontrol (B0)	59,00		57,00	-3	58,00	
	0,75 (B1)	59,25	0	55,17	-3	57,21	-1
	1,5 (B2)	58,75	0	51,00	-11	54,88	-5
	Ort.	59,00 bc		54,39 de	-8	56,69 B	
Bolal x 5907	Kontrol (B0)	67,83		59,50	-12	63,67	
	0,75 (B1)	63,00	-7	59,50	0	61,25	-4
	1,5 (B2)	61,33	-10	58,33	-2	59,83	-6
	Ort.	64,06 a		59,11 bc	-8	61,58 A	
Bolal x 5924	Kontrol (B0)	63,17		52,75	-17	57,96	
	0,75 (B1)	62,25	-1	53,50	1	57,88	0
	1,5 (B2)	59,75	-5	49,00	-7	54,38	-6
	Ort.	61,72 ab		51,75 e	-16	56,74 B	
Genel Ort.	Kontrol (B0)	62,02		56,22	-9	59,12 A	
	0,75 (B1)	60,50	-2	55,55	-1	58,03 AB	-2
	1,5 (B2)	59,37	-4	52,62	-6	55,99 B	-5
	Ort.	60,63 A		54,79 B	-10		

(B0: Kontrol B, B1: 0,75 mM B, B2: 1,5 mM B, T0: 0 mM NaCl, T1: 100 mM NaCl)

Çeşit ve hatlar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, Bolal 2973 çeşidinde 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) ikisinde de kontrole (B0) göre bitki boyunda %1 oranında bir azalma meydana gelmiştir. Tuzluluk koşullarını sağlayan 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal 2973 çeşidinin bitki boyunda %5 oranında azalma gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki boyu değerlerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %4 ve %9 oranında azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.4, Şekil 4.2). AUS-5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre kuru ağırlıkta sırasıyla %2 oranında artış ve %4 oranında azalma meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5907 hattının kuru ağırlığında %9 oranında azalma gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında

kontrole (B0) göre bitki boyunda B1 uygulamasında fark gözlenmezken, B2 uygulamasında %3 oranında azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.4, Şekil 4.2). AUS-5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) her ikisinde kontrole (B0) göre bitki boyunda fark gözlenmemiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5924 hattının bitki boyunda %3'lük azalma gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki boyu değerlerinde sırasıyla %3 ve %11 oranında azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.4, Şekil 4.2). Bolal x 5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki boyunda sırasıyla %7 ve %10 azalma meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5907 hattının kuru ağırlığında %12 oranında azalma gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, kontrole (B0) göre bitki boyunda B1 uygulamasında fark gözlenmezken, B2 uygulamasında %2 oranında azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.4, Şekil 4.2). Bolal x 5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki boyunda sırasıyla %1 ile %5 oranında bir azalma meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5924 hattının bitki boyunda %17 oranında azalma gözlenmiştir. Bunun yanı sıra tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki boyu değerlerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %1 artış ve %7 oranında azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.4, Şekil 4.2).

Bitki Boyu (cm)



Şekil 4.2. B ve tuz uygulamalarının, bitki boyu üzerine etkileri

B dozlarının ortalama bitki boyu değerleri üzerine etkisi %1 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuş ve en yüksek bitki boyu 59,12 cm ile kontrol (B0) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu, azalan sıra ile B1 (58,03 cm) ve B2 (55,99 cm) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.4). Bitki boyu değerlerinde çeşit ve hatlarda, 0 mM tuz (T0) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında kontrole (B0) göre en fazla Bolal x 5907 hattında %7 oranında azalma gözlenirken, AUS-5924 hattının bitki boyunda farklılık gözlenmemiştir. 100 mM tuz (T1) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre Bolal 2973 çeşidinde %4 oranında azalma meydana gelirken, Bolal x 5924 hattında %1 oranında artış gözlenmiştir. 0mM tuz (T0) ve 1,5 mM B (B2) doz uygulamalarına bakıldığında bitki boyunda kontrole (B0) göre en fazla Bolal x 5907 hattında %10 azalma gözlenirken, AUS-5924 hattında farklılık gözlenmemiştir. 100 mM tuz (T1) ve 1,5 mM B (B2) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre en fazla AUS-5924 hattında %11 azalma meydana gelirken, Bolal x 5907 hattında %2 oranında azalma gözlenmiştir. 0 mM tuza (T0) göre, 100 mM tuz (T1) uygulamasında Bolal x 5924 hattında %17 oranında azalma meydana gelirken, AUS-5924 hattında ise %3 oranında bir azalma gözlenmiştir. 0 mM tuza (T0) göre, 100 mM tuz (T1) uygulamasında Bolal x 5924 hattında %17 oranında azalma gözlenirken, AUS-5924 hattında ise %3 oranında bir azalma gözlenmiştir.

Yaptığımız çalışma sonucunda artan dozlarda B uygulaması ile bitkilerin boylarında kısılma meydana gelmiştir. Başalp ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, toleranslı ve duyarlı buğday fidelerine, B uygulaması sonucu bitki boyunun azaldığını tespit etmişlerdir. Tepe (2016), yaptığı çalışmada, 1 mM B stresi uygulanan Bezostoya ve Kutluk 94 buğday türlerinin bitki boylarında azalma meydana geldiğini bildirmiştir. Çalışmamızda, tuzlu koşullar oluşturulduğunda 0 mM tuza göre (T0) bitki boyunda azalmalar gözlenmiştir. Öncel ve Keleş (2002) yaptıkları çalışmada, su kültürü ortamında yetiştirilen buğday fidelerinin, 5 günlük NaCl (200 mM) uygulaması sonucunda bitki boylarında azalma olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamızda ulaşılan sonuçları, yapılan literatür çalışmaları desteklemektedir.



4.2. Bitki Besin Element Konsantrasyonları

4.2.1. Bitkide B konsantrasyonu

B ve tuz uygulamalarının Bolal 2973 ekmeklik buğday çeşidi ve AUS-5907, AUS-5924, GM3 (Bolal x 5907, Bolal x 5924) ekmeklik buğday hatlarının, B konsantrasyon değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'te, elde edilen ortalama B konsantrasyon değerleri Çizelge 4.6'da ve B konsantrasyon değerlerine ait grafikler Şekil 4.3'te, Şekil 4.4'te, Şekil 4.5'te, Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin B konsantrasyonuna (mg kg^{-1}) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Uygulamalar	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	89	1159549,00		
Çeşit – Hat (A)	4	3498,00	874,00	1,24
Tuz (T)	1	295170,00	295170,00	419,26**
Bor (B)	2	531036,00	265518,00	377,14**
A x T	4	2318,00	579,00	0,82
A x B	8	10927,00	1366,00	1,94
T x B	2	265225,00	132613,00	188,36**
A x B x T	8	9135,00	1142,00	1,62
Hata	60	42242,00	704,00	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

Bitki B konsantrasyonları varyans analiz sonuçlarına göre; tuz, B ve tuz x B istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5).

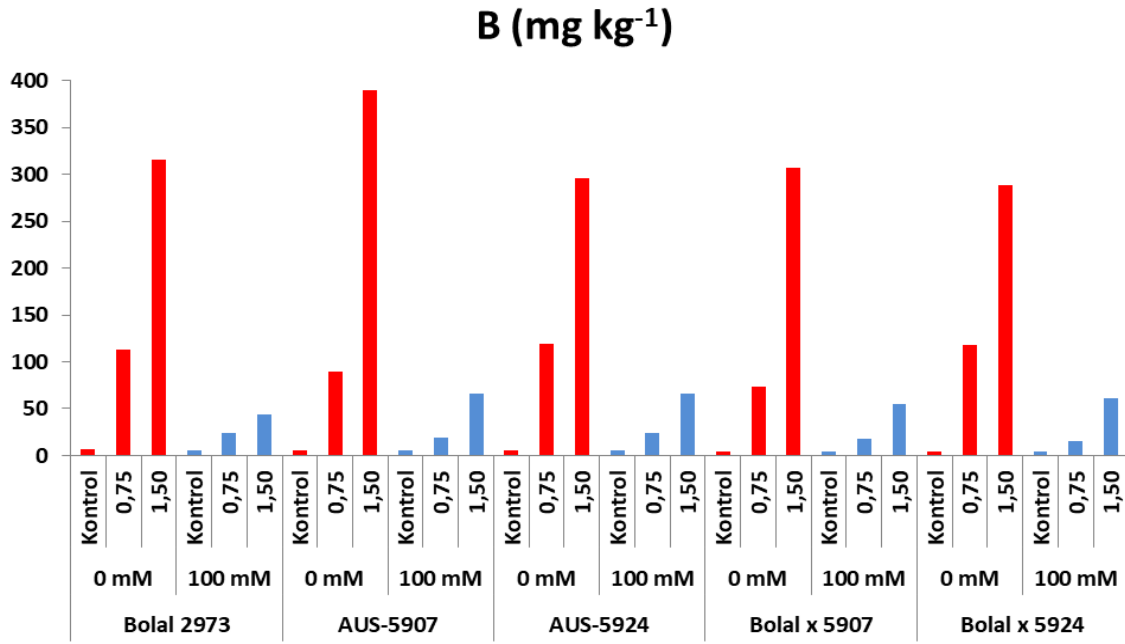
Çizelge 4.6. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin B konsantrasyonuna (mg kg^{-1}) etkilerinin ortalama değerler tablosu

Çeşitler	Bor (mM)	Tuz (mM)				Ort.	% Değ.
		0 (T0)	% Değ.	100 (T1)	% Değ.		
Bolal 2973	Kontrol (B0)	6,21		5,92	-5	6,07	
	0,75 (B1)	113,51	1728	24,32	311	68,91	1035
	1,5 (B2)	316,17	4991	43,64	637	179,90	2864
	Ort.	145,30		24,62	-83	84,96	
AUS-5907	Kontrol (B0)	5,98		5,78	-3	5,87	
	0,75 (B1)	90,00	1405	19,02	229	54,51	829
	1,5 (B2)	389,14	6407	66,63	1053	227,89	3782
	Ort.	161,71		30,47	-81	96,09	
AUS-5924	Kontrol (B0)	5,83		5,57	-4	5,70	
	0,75 (B1)	119,23	1945	23,81	327	71,52	1155
	1,5 (B2)	295,21	4964	66,60	1096	180,91	3074
	Ort.	140,1		32,00	-77	86,04	
Bolal x 5907	Kontrol (B0)	4,61		3,94	-15	4,28	
	0,75 (B1)	73,92	1503	18,02	357	45,97	974
	1,5 (B2)	307,52	6571	55,16	1300	181,34	4137
	Ort.	128,68		25,71	-80	77,20	
Bolal x 5924	Kontrol (B0)	4,85		4,24	-13	4,55	
	0,75 (B1)	117,53	2323	15,78	272	66,66	1365
	1,5 (B2)	287,87	5835	61,12	1342	174,50	3735
	Ort.	136,75		27,05	-80	81,90	
Genel Ort.	Kontrol (B0)	5,50 D		5,09 D	-7	5,29 C	
	0,75 (B1)	102,84 B	1770	20,19 D	297	61,51 B	1063
	1,5 (B2)	319,18 A	5703	58,63 C	1052	188,91 A	3471
	Ort.	142,51 A		27,97 B	-80		

(B0: Kontrol B, B1: 0,75 mM B, B2: 1,5 mM B, T0: 0 mM NaCl, T1: 100 mM NaCl)

Çeşit ve hatlar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, Bolal 2973 çeşidinde 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki B konsantrasyonunda sırasıyla 18 ile 50 kat artış meydana gelmiştir. Tuzluluk koşullarını sağlayan 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal 2973 çeşidinin B konsantrasyonunda %5 oranında azalma gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki B konsantrasyon değerlerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla 4 ve 7 kat artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.3). AUS-5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki B konsantrasyonunda sırasıyla 15 ve 65 kat artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5907

hattının bitki B konsantrasyonunda %3 oranında azalma gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki B konsantrasyon değerlerinde, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla 3 ve 11 kat artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.3). AUS-5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki B konsantrasyonunda sırasıyla 20 ve 50 kat artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5924 hattının bitki B konsantrasyonunda %4 oranında azalma gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki B konsantrasyon değerlerinde sırasıyla 4 ve 12 kat artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.3). Bolal x 5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki B konsantrasyonunda 16 ve 67 kat artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5907 hattının bitki B konsantrasyonunda %15 oranında azalma gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki B konsantrasyon değerlerinde sırasıyla 4,5 ve 14 kat artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.3). Bolal x 5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki B konsantrasyonunda sırasıyla 24 ve 59 kat artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5924 hattının bitki B konsantrasyonunda %13 oranında azalma gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki B konsantrasyon değerlerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla 3,5 ve 14 kat artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.3).

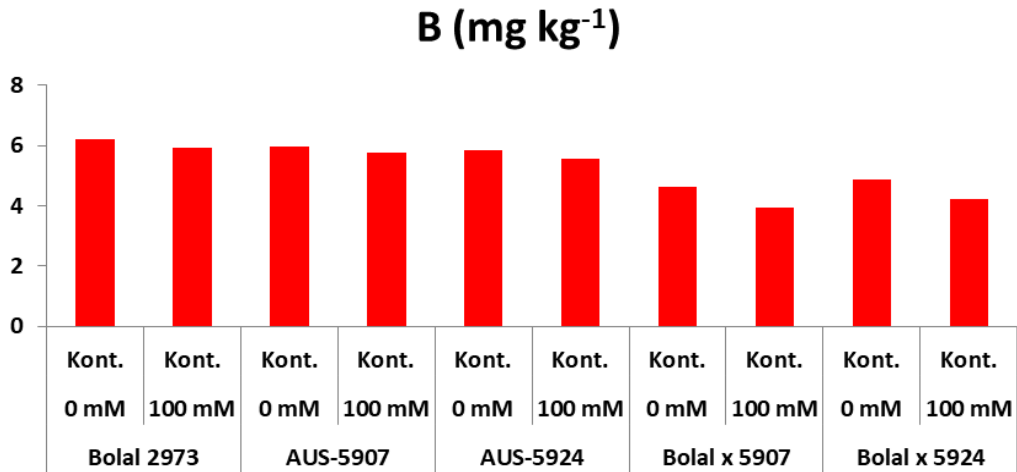


Şekil 4.3. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki B konsantrasyonuna etkileri

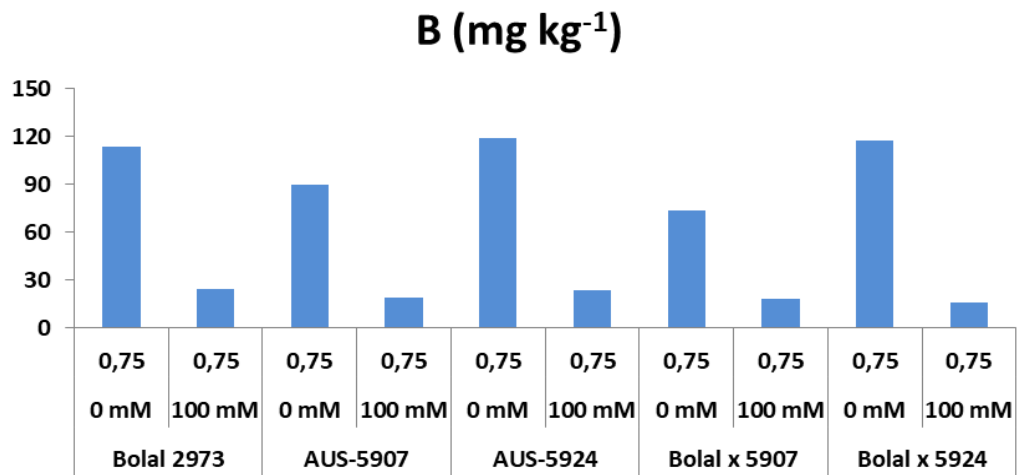
B dozlarının ortalama bitki B konsantrasyon değerleri üzerine etkisi %1 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuş ve en yüksek bitki B konsantrasyonu 188,91 mg kg⁻¹) ile 1,5 mM B (B2) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu, azalan sıra ile B1 (61,51 mg kg⁻¹) ve B0 (5,29 mg kg⁻¹) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.6). Bitki B konsantrasyon değerlerinde çeşit ve hatlarda, 0 mM tuz (T0) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında kontrole (B0) göre AUS-5907 hattında 15 kat artış gözlenirken, Bolal x 5924 hattının bitki B konsantrasyonunda 24 kat artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre AUS-5907 hattında 3 kat artış meydana gelirken, Bolal x 5907 hattında 4,5 kat artış gözlenmiştir. 0 mM tuz (T0) ve 1,5 mM B (B2) doz uygulamalarına bakıldığında bitki B konsantrasyonunda kontrole (B0) göre Bolal x 5907 hattında 67 kat artış gözlenirken, AUS-5924 hattında 50 kat artış tespit edilmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 1,5 mM B (B2) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre Bolal 2973 çeşidinde 7 kat artış gözlemlenirken, Bolal x 5924 hattında 14 oranında artış gözlenmiştir.

Yaptığımız çalışma sonucunda, artan dozlarda B uygulaması ile birlikte bitki B konsantrasyonlarında artış gözlenmiştir. Nable ve Paull (1990), buğday ve arpanın yetiştiği ortamda B elementinin artışına bağlı olarak, bitkilerdeki B içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. Başalp ve ark. (2011) yaptıkları çalışma sonucunda, toleranslı ve duyarlı

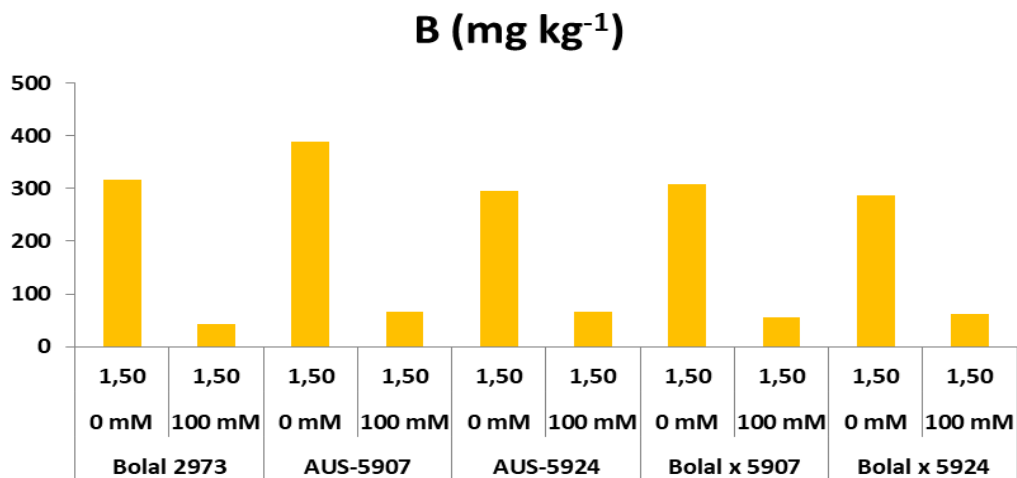
buğday fidelerine B uygulaması ile, artan B dozlarına bağlı olarak bitkilerdeki B konsantrasyonunun da arttığını tespit etmişlerdir. Hamurcu ve ark. (2006) makarnalık buğday çeşidine, farklı seviyelerde B ve Fe uygulamalarının sonucunda, artan B dozuna bağlı olarak bitki B konsantrasyonunda artış olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda, B+tuz uygulamalarında bitki B konsantrasyonlarında 0 mM tuza (T0) göre azalma meydana gelmiştir. Sarı (2009) sera koşullarında buğday bitkisinde, B ve tuz uygulamasında, artan B dozlarına bağlı olarak bitki B konsantrasyonu artarken, artan B+tuz seviyelerinde bitki B konsantrasyonunun azaldığını bildirmiştir. Eraslan ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, marul bitkisinin tuz ve B uygulamalarında, tuz uygulamasıyla birlikte B konsantrasyonunun azaldığı bildirilmektedir. Supanjani ve Lee (2006) yaptıkları bir çalışmada, acı biber üzerine tuz ve B toksisitesinin etkisini araştırmış ve sonuç olarak yüksek düzeyde tuz ve B uygulamalarının bitkinin B içeriğini azalttığını tespit etmiştir. Tuz uygulaması ile birlikte B konsantrasyonundaki düşüş, bitkide B toksisite belirtilerini azaltmaktadır (El-Motaium ve ark., 1994). Literatür çalışmaları, yaptığımız çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.4. Kontrol B ve tuz uygulamasının, bitkilerdeki B konsantrasyonuna etkileri



Şekil 4.5. 0,75 mM B ve tuz uygulamasının, bitkilerdeki B konsantrasyonuna etkileri



Şekil 4.6. 1,5 mM B ve tuz uygulamasının, bitkilerdeki B konsantrasyonuna etkileri

4.2.2. Bitkide K konsantrasyonu

B ve tuz uygulamalarının Bolal 2973 ekmeklik buğday çeşidi ve AUS-5907, AUS-5924, GM3 (Bolal x 5907, Bolal x 5924) ekmeklik buğday hatlarının, K konsantrasyon değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de, elde edilen ortalama K konsantrasyon değerleri Çizelge 4.8’de ve K konsantrasyon değerlerine ait grafik Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin K konsantrasyonuna (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Uygulamalar	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	89	90,87		
Çeşit – Hat (A)	4	5,37	1,34	17,73**
Tuz (T)	1	75,92	75,92	1003,48**
Bor (B)	2	2,18	1,09	14,39**
A x T	4	0,75	0,19	2,48
A x B	8	0,93	0,12	1,54
T x B	2	0,88	0,44	5,81**
A x B x T	8	0,30	0,04	0,49
Hata	60	4,54	0,08	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

Bitki K konsantrasyonları varyans analiz sonuçlarına göre; çeşit - hat, tuz, B ve tuz x B istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

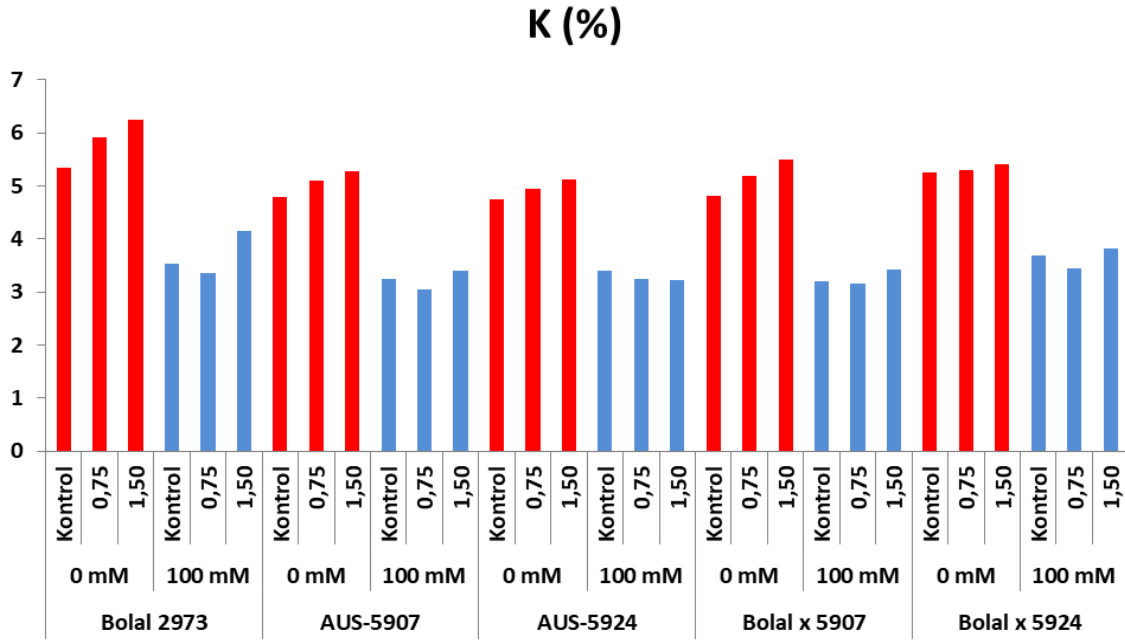
Çizelge 4.8. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin K konsantrasyonuna (%) etkilerinin ortalama değerler tablosu

Çeşitler	Bor (mM)	Tuz (mM)				Ort.	% Değ.
		0 (T0)	% Değ.	100 (T1)	% Değ.		
Bolal 2973	Kontrol (B0)	5,33		3,53	-34	4,43	
	0,75 (B1)	5,91	11	3,36	-5	4,64	5
	1,5 (B2)	6,24	17	4,15	18	5,20	17
	Ort.	5,83		3,68	-37	4,75 A	
AUS-5907	Kontrol (B0)	4,78		3,25	-32	4,01	
	0,75 (B1)	5,10	7	3,05	-6	4,08	2
	1,5 (B2)	5,27	10	3,41	5	4,34	8
	Ort.	5,05		3,24	-36	4,14 C	
AUS-5924	Kontrol (B0)	4,74		3,40	-28	4,07	
	0,75 (B1)	4,94	4	3,24	-5	4,09	0
	1,5 (B2)	5,12	8	3,22	-5	4,17	2
	Ort.	4,93		3,29	-33	4,11 C	
Bolal x 5907	Kontrol (B0)	4,81		3,20	-34	4,00	
	0,75 (B1)	5,19	8	3,16	-1	4,18	4
	1,5 (B2)	5,50	14	3,43	7	4,47	12
	Ort.	5,17		3,26	-37	4,21 BC	
Bolal x 5924	Kontrol (B0)	5,25		3,68	-30	4,47	
	0,75 (B1)	5,30	1	3,43	-7	4,37	-2
	1,5 (B2)	5,40	3	3,82	4	4,61	3
	Ort.	5,32		3,65	-31	4,48 AB	
Genel Ort.	Kontrol (B0)	4,98 B		3,41 CD	-32	4,20 B	
	0,75 (B1)	5,29 AB	6	3,25 D	-5	4,27 B	2
	1,5 (B2)	5,51 A	11	3,61 C	6	4,56 A	9
	Ort.	5,26 A		3,42 B	-35		

(B0: Kontrol B, B1: 0,75 mM B, B2: 1,5 mM B, T0: 0 mM NaCl, T1: 100 mM NaCl)

Çeşit ve hatlar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, Bolal 2973 çeşidinde 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki K konsantrasyonunda sırasıyla %11 ile %17 oranında artma meydana gelmiştir. Tuzluluk koşullarını sağlayan 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal 2973 çeşidinin K konsantrasyonunda %34 oranında azalma gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki K konsantrasyonunun, artan B dozlarında (B1, B2) sırasıyla %5 azalma ve %18 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.7). AUS-5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki K konsantrasyonunda sırasıyla %7 ve %10 oranında artış meydana gelmiştir. Tuzluluk koşullarını sağlayan 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5907 hattının K konsantrasyonunda %32 oranında azalma gözlenmiştir. 100 mM

tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulandığı zaman, bitki K konsantrasyonunda sırasıyla %6 oranında azalma ve %4 artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.7). AUS-5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki K konsantrasyonlarında sırasıyla %8 ve %14 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5924 hattının K konsantrasyonunda %28 oranında azalma gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki K konsantrasyonlarında, her iki uygulamada da %5 oranında azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.7). Bolal x 5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki K konsantrasyonunda sırasıyla %8 ve %14 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5907 hattının K konsantrasyonunda %34 oranında azalma gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki K konsantrasyonunda, artan B dozlarında (B1, B2) sırasıyla %1 oranında azalma ve %7 oranında artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.7). Bolal x 5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki K konsantrasyonunda sırasıyla %1 ile %3 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5924 hattının K konsantrasyonunda %30 oranında azalma gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki K konsantrasyonunda, artan B dozlarına bağlı olarak (B1, B2) sırasıyla %7 oranında azalma ve %4 oranında artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.7).



Şekil 4.7. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki K konsantrasyonuna etkileri

B dozlarının ortalama bitki K konsantrasyon değerleri üzerine etkisi %1 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuş ve en yüksek K konsantrasyon %4,56 ile 1,5 mM B (B2) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu, azalan sıra ile B1 (%4,27) ve B0 (%4,20) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.8). K konsantrasyon değerlerinde çeşit ve hatlarda, 0 mM tuz (T0) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında kontrole (B0) göre Bolal x 5924 hattında %1 oranında artış gözlenirken, Bolal 2973 çeşidinde %11 artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında ise Bolal x 5924 hattında %7 oranında azalma gözlenirken, Bolal x 5907 hattında %1 oranında azalma gözlenmiştir. 0mM tuz (T0) ve 1,5 mM B (B2) doz uygulamalarına bakıldığında K konsantrasyonlarında kontrole (B0) göre Bolal x 5924 hattında %3 artış gözlenirken, Bolal 2973 çeşidinde %17 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 1,5 mM B (B2) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre AUS-5924 hattında %5 azalma meydana gelirken, Bolal 2973 çeşidinde %18 oranında artış gözlenmiştir.

Yaptığımız çalışma sonucunda, artan B dozlarına bağlı olarak bitkilerin K konsantrasyonlarında artış meydana gelmiştir. Yadav ve Manchanda (1979), sera koşullarında yaptıkları çalışmada buğday ve nohut bitkisinin B uygulamasına bağlı olarak K miktarlarında artış olduğunu tespit etmişlerdir. Singh ve Singh (1983), mercimek bitkisi ile yaptıkları bir çalışmada B düzeyinin artmasına bağlı olarak K

miktarının arttığını belirlemişlerdir. Çalışmamızda tuz uygulaması ile birlikte bitkilerin K konsantrasyonlarında azalma olduğu gözlenmiştir. Yossif ve ark. (2018), 4 farklı ekmeklik buğday çeşidinde K-humat ve tuz uygulamalarında, sadece tuz uygulaması sonucu ile bitkilerin K alımlarının çeşitlere bağlı olarak değiştiğini tespit etmiş ve tuz uygulamasının bütün çeşitlerin K alımını azalttığını belirlemiştir. Ahmad ve ark. (2014) buğday bitkisinde yaptıkları bir çalışmada, tuz stresinde bitkideki K konsantrasyonunun azaldığını tespit etmişlerdir. Sarı (2009) sera koşullarında buğday bitkisinde, B ve tuz uygulaması sonucu, artan B dozlarına bağlı olarak bitkinin K konsantrasyonu artarken, artan B+tuz seviyelerinde K konsantrasyonunun azaldığını bildirmiştir. Literatür çalışmaları, yaptığımız çalışma sonuçlarını desteklemektedir.



4.2.3. Bitkide Ca konsantrasyonu

B ve tuz uygulamalarının Bolal 2973 ekmeklik buğday çeşidi ve AUS-5907, AUS-5924, GM3 (Bolal x 5907, Bolal x 5924) ekmeklik buğday hatlarının, Ca konsantrasyon değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da, elde edilen ortalama Ca konsantrasyon değerleri Çizelge 4.10'da ve Ca konsantrasyon değerlerine ait grafik Şekil 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Ca konsantrasyonuna (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Uygulamalar	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	89	0,749		
Çeşit – Hat (A)	4	0,179	0,045	17,76**
Tuz (T)	1	0,345	0,345	137,07**
Bor (B)	2	0,019	0,010	3,86*
A x T	4	0,018	0,005	1,79
A x B	8	0,024	0,003	1,18
T x B	2	0,004	0,002	0,84
A x B x T	8	0,010	0,001	0,52
Hata	60	0,151	0,003	

** ,p<0.01, * ,p<0.05

Bitki Ca konsantrasyonları varyans analiz sonuçlarına göre; çeşit - hat ve tuz istatistiki açıdan %1 düzeyinde, B ise istatistiki açıdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

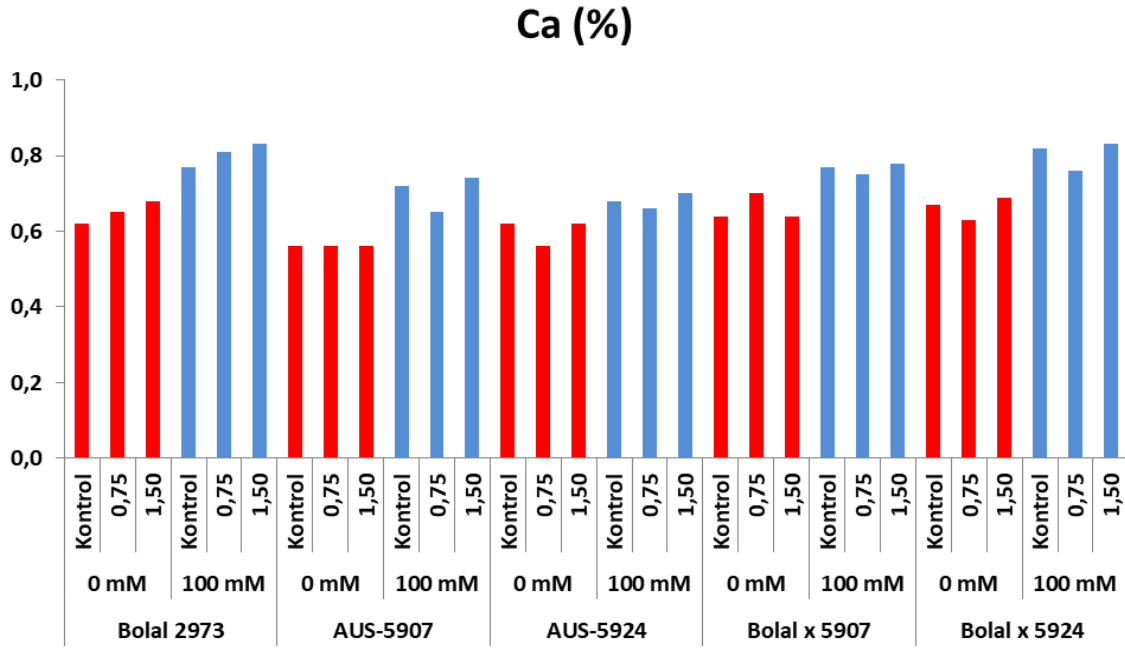
Çizelge 4.10. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Ca konsantrasyonuna (%) etkilerinin ortalama değerler tablosu

Çeşitler	Bor (mM)	Tuz (mM)				Ort.	% Değ.
		0 (T0)	% Değ.	100 (T1)	% Değ.		
Bolal 2973	Kontrol (B0)	0,62		0,77	24	0,69	
	0,75 (B1)	0,65	5	0,81	5	0,73	6
	1,5 (B2)	0,68	10	0,83	8	0,76	10
	Ort.	0,65		0,80	23	0,73 A	
AUS-5907	Kontrol (B0)	0,56		0,72	29	0,64	
	0,75 (B1)	0,56	0	0,65	-10	0,60	-6
	1,5 (B2)	0,56	0	0,74	3	0,65	2
	Ort.	0,56		0,70	25	0,63 B	
AUS-5924	Kontrol (B0)	0,62		0,68	10	0,65	
	0,75 (B1)	0,56	-10	0,66	-3	0,61	-6
	1,5 (B2)	0,62	0	0,70	3	0,66	2
	Ort.	0,60		0,68	13	0,64 B	
Bolal x 5907	Kontrol (B0)	0,64		0,77	20	0,71	
	0,75 (B1)	0,70	9	0,75	-3	0,73	3
	1,5 (B2)	0,64	0	0,78	1	0,71	0
	Ort.	0,66		0,77	17	0,71 A	
Bolal x 5924	Kontrol (B0)	0,67		0,82	22	0,74	
	0,75 (B1)	0,63	-6	0,76	-7	0,69	-7
	1,5 (B2)	0,69	3	0,83	1	0,76	3
	Ort.	0,66		0,80	21	0,73 A	
Genel Ort.	Kontrol (B0)	0,62		0,75	21	0,69 ab	
	0,75 (B1)	0,62	0	0,72	-4	0,67 b	-3
	1,5 (B2)	0,64	3	0,78	4	0,70 a	1
	Ort.	0,63 B		0,75 A	19		

(B0: Kontrol B, B1: 0,75 mM B, B2: 1,5 mM B, T0: 0 mM NaCl, T1: 100 mM NaCl)

Çeşit ve hatlar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, Bolal 2973 çeşidinde 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki Ca konsantrasyonunda sırasıyla %5 ile %10 oranında artış meydana gelmiştir. Tuzluluk koşullarını sağlayan 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal 2973 çeşidinin bitki Ca konsantrasyonunda %24 oranında artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki Ca konsantrasyon değerlerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %5 ve %8 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.8). AUS-5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) her ikisinde de kontrole (B0) göre bitki Ca oranında fark gözlenmemiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5907 hattının bitki Ca konsantrasyonunda %29 oranında artış gözlenmiştir. Tuzlu

koşullarda B uygulandığında bitki Ca konsantrasyon değerlerinde, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %10 azalma ve %3 artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.8). AUS-5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2), B1 uygulamasında kontrole (B0) göre bitki Ca konsantrasyonunda %10 azalma gözlenirken, B2 uygulamasında fark gözlenmemiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5924 hattının bitki Ca konsantrasyonunda %10 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki Ca konsantrasyon değerlerinde sırasıyla %3 azalma ve %3 oranında artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.8). Bolal x 5907 hattının 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2), B1 uygulamasında kontrole (B0) göre bitki Ca konsantrasyonunda %9 oranında artış gözlenirken, B2 uygulamasında fark gözlenmemiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5907 hattının bitki Ca konsantrasyonunda %20 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki Ca konsantrasyon değerlerinde sırasıyla %3 azalma ve %1 oranında artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.8). Bolal x 5924 hattının 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki Ca konsantrasyonunda sırasıyla %6 azalma ve %3 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5924 hattının bitki Ca konsantrasyonunda %22 oranında artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki Ca konsantrasyonlarının, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %7 oranında azalma ve %1 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.8).



Şekil 4.8. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki Ca konsantrasyonuna etkileri

B dozlarının ortalama bitki Ca konsantrasyon değerleri üzerine etkisi %5 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuş ve en yüksek bitki Ca konsantrasyonu %0,70 ile 1,5 mM B (B2) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu, azalan sıra ile B0 (%0,69) ve B1 (%0,67) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.10). Bitki Ca konsantrasyon değerlerinde çeşit ve hatlarda, 0 mM tuz (T0) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında kontrole (B0) göre AUS-5924 hattında %10 oranında azalma gözlenirken, Bolal x 5907 hattının bitki Ca konsantrasyonunda %9 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre AUS-5907 hattında %10 oranında azalış meydana gelirken, Bolal 2973 çeşidinde %5 oranında artış gözlenmiştir. 0 mM tuz (T0) ve 1,5 mM B (B2) doz uygulamalarına bakıldığında bitki Ca konsantrasyonunda kontrole (B0) göre Bolal 2973 çeşidinde %10 oranında artış gözlenirken, AUS-5907, AUS-5924 ve Bolal x 5907 hatlarında herhangi bir fark gözlenmemiştir. 100 mM tuz (T1) ve 1,5 mM B (B2) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre Bolal 2973 çeşidinde %8 oranında artış gözlenirken, Bolal x 5924 ve Bolal x 5907 hatlarında %1 oranında artış gözlenmiştir.

Yaptığımız çalışma sonucunda, tuz uygulamasıyla birlikte bitkilerin Ca konsantrasyonlarında artış meydana gelmiştir. Ahmad ve ark. (2014) buğday bitkisinde yaptıkları bir çalışmada, tuz stresinde bitkideki Ca konsantrasyonunun arttığını tespit

etmişlerdir. Sarı (2009) sera koşullarında buğday bitkisinde, B ve tuz uygulaması sonucu, artan B+tuz seviyelerinde Ca konsantrasyonunun arttığını bildirmiştir. Yossif ve ark. (2018), 4 farklı ekmeklik buğday çeşidinde K-humat ve tuz uygulamalarında, sadece tuz uygulaması sonucu ile bitkilerin Ca alımlarının çeşitlere bağlı olarak değiştiğini tespit etmiş ve tuz uygulamasının bütün çeşitlerin Ca alımını arttırdığını belirlemiştir. Alpaslan ve ark. (1998), buğday ve çeltik çeşitlerinin tuz stresi altında, bazı element içeriklerindeki değişimlerini incelediği çalışmada, tuz uygulamasıyla birlikte, bütün buğday çeşitlerinin Ca konsantrasyonlarında önemli bir artış gözlendiği bildirmiştir. Literatür çalışmaları, yaptığımız çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.



4.2.4. Bitkide Mg konsantrasyonu

B ve tuz uygulamalarının Bolal 2973 ekmeklik buğday çeşidi ve AUS-5907, AUS-5924, GM3 (Bolal x 5907, Bolal x 5924) ekmeklik buğday hatlarının, Mg konsantrasyon değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de, elde edilen ortalama Mg konsantrasyon değerleri Çizelge 4.12’de ve Mg konsantrasyon değerlerine ait grafik Şekil 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.11. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Mg konsantrasyonuna (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Uygulamalar	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	89	0,01585		
Çeşit – Hat (A)	4	0,00250	0,00062	9,51**
Tuz (T)	1	0,00504	0,00504	76,74**
Bor (B)	2	0,00150	0,00075	11,44**
A x T	4	0,00055	0,00014	2,1
A x B	8	0,00113	0,00014	2,15*
T x B	2	0,00006	0,00003	0,49
A x B x T	8	0,00114	0,00014	2,17*
Hata	60	0,00394	0,00007	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

Bitki Mg konsantrasyonları varyans analiz sonuçlarına göre; çeşit - hat, tuz, B istatistiki açıdan %1 düzeyinde, çeşit - hat x B ve çeşit - hat x tuz x B istatistiki açıdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

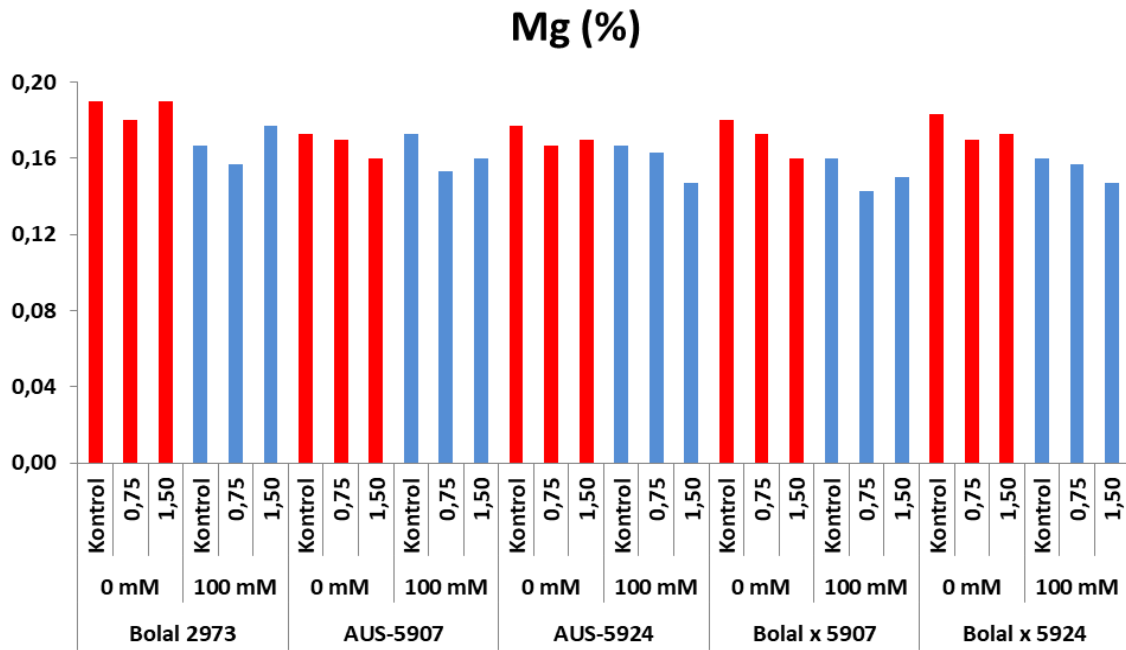
Çizelge 4.12. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Mg konsantrasyonuna (%) etkilerinin ortalama değerler tablosu

Çeşitler	Bor (mM)	Tuz (mM)				Ort.	% Değ.
		0	% Değ.	100	% Değ.		
Bolal 2973	Kontrol (B0)	0,19 ab		0,17 a-e	-12	0,18 ab	
	0,75 (B1)	0,18 abc	-5	0,16 de	-6	0,17 abcd	-4
	1,5 (B2)	0,19 a	0	0,18 abcd	6	0,18 a	3
	Ort.	0,19		0,17	-11	0,18 A	
AUS-5907	Kontrol (B0)	0,17 abcd		0,17 a-e	0	0,17 abc	
	0,75 (B1)	0,17 a-e	-2	0,15 de	-14	0,16 bcd	-6
	1,5 (B2)	0,16 cde	-8	0,16 cde	5	0,16 cd	-8
	Ort.	0,17		0,16	-4	0,17 B	
AUS-5924	Kontrol (B0)	0,18 abcd		0,17 a-e	-6	0,17 abcd	
	0,75 (B1)	0,17 a-e	-6	0,16 bcde	-2	0,17 bcd	-4
	1,5 (B2)	0,17 a-e	-4	0,15 e	-12	0,16 cd	-8
	Ort.	0,17		0,16	-7	0,17 B	
Bolal x 5907	Kontrol (B0)	0,18 abcd		0,16 cde	-11	0,17 abcd	
	0,75 (B1)	0,17 abcd	-4	0,14 e	-3	0,16 cd	-7
	1,5 (B2)	0,16 cde	-11	0,15 de	5	0,16 d	-9
	Ort.	0,17		0,15	-12	0,16 B	
Bolal x 5924	Kontrol (B0)	0,18 abc		0,16 cde	-13	0,17 abcd	
	0,75 (B1)	0,17 a-e	-7	0,16 cde	-2	0,16 bcd	-5
	1,5 (B2)	0,17 a-e	-5	0,15 e	-8	0,16 cd	-7
	Ort.	0,18		0,15	-13	0,17 B	
Genel Ort.	Kontrol (B0)	0,18		0,17	-9	0,17 A	
	0,75 (B1)	0,17	-4	0,16	5	0,16 B	-6
	1,5 (B2)	0,17	-6	0,16	1	0,16 B	-6
	Ort.	0,18 A		0,16 B	-13		

(B0: Kontrol B, B1: 0,75 mM B, B2: 1,5 mM B, T0: 0 mM NaCl, T1: 100 mM NaCl)

Çeşit ve hatlar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, Bolal 2973 çeşidinde 0 mM tuz (T0) - B1 uygulamasında kontrole (B0) göre bitki Mg konsantrasyonunda %5 oranında azalma gözlenirken, B2 uygulamasında fark gözlenmemiştir. Tuzluluk koşullarını sağlayan 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal 2973 çeşidinin Mg konsantrasyonunda %12 oranında azalma meydana gelmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki Mg konsantrasyon değerlerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %6 oranında azalma ve %6 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.12, Şekil 4.9). AUS-5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki Mg konsantrasyonunda sırasıyla %2 ile %8 azalma meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5907 hattının Mg konsantrasyonunda

farklılık gözlenmemiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki Mg konsantrasyon değerlerinde, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %14 azalma ve %5 artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.12, Şekil 4.9). AUS-5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki Mg konsantrasyonunda sırasıyla %6 ve %4 oranında azalma gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5924 hattının Mg konsantrasyonunda %6 oranında azalma gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki Mg konsantrasyon değerlerinde sırasıyla %2 ve %12 oranında azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.12, Şekil 4.9). Bolal x 5907 hattının 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2), kontrole (B0) göre bitki Mg konsantrasyonunda sırasıyla %4 ve %11 oranında azalma gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5907 hattının Mg konsantrasyonunda %11 oranında azalma gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki Mg konsantrasyon değerlerinde sırasıyla %3 azalma ve %5 oranında artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.12, Şekil 4.9). Bolal x 5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki Mg konsantrasyonunda sırasıyla %7 ve %5 oranında azalma meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5924 hattının Mg konsantrasyonunda %13 oranında azalma gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki Mg konsantrasyon değerlerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak sırasıyla %2 ve %8 oranında azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.12, Şekil 4.9).



Şekil 4.9. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki Mg konsantrasyonuna etkileri

B dozlarının ortalama bitki Mg konsantrasyon değerleri üzerine etkisi %1 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuş ve en yüksek bitki Mg konsantrasyonu %0,17 ile kontrol (B0) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu, azalan sıra ile B1 (%0,16) ve B2 (%0,16) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.12). Bitki Mg konsantrasyon değerlerinde çeşit ve hatlarda, 0 mM tuz (T0) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında kontrole (B0) göre AUS-5907 hattında %2 oranında azalma gözlenirken, Bolal x 5924 hattının bitki Mg konsantrasyonunda %7 oranında azalma gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre AUS-5924 ve Bolal x 5924 hatlarında %2 oranında azalma meydana gelirken, AUS-5907 hattında %14 oranında azalma meydana gelmiştir. 0 mM tuz (T0) ve 1,5 mM B (B2) doz uygulamalarına bakıldığında, bitki Mg konsantrasyonunda kontrole (B0) göre en fazla Bolal x 5907 hattında %11 oranında azalma gözlenirken, Bolal 2973 çeşidinde herhangi bir fark gözlenmemiştir. 100 mM tuz (T1) ve 1,5 mM B (B2) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre Bolal 2973 çeşidinde %6 oranında artış gözlenirken, AUS-5924 hattında %12 oranında azalma gözlenmiştir

Yaptığımız çalışma sonucunda bitki Mg konsantrasyonları AUS-5907 ve Bolal x 5907 hattında artan B dozlarında azalmıştır. Literatürde yapılmış olan bazı araştırmalar, çalışmamızı destekler biçimdedir. Singh ve Singh (1983) mercimek bitkisi ile yaptığı

bir çalışmada, B düzeyinin artmasına bağlı olarak Mg miktarının azaldığını belirlemişlerdir. Singh ve ark. (1988) börölce bitkisi ile yaptığı çalışmada da artan B dozuna bağlı olarak bitkideki Mg konsantrasyonunun azaldığını tespit etmiştir. Sarı (2009), sera koşullarında buğday bitkisinde yaptığı çalışmada, B+tuz uygulamasıyla, artan B dozlarına bağlı olarak Mg içeriğinin azaldığını bildirmiştir.



4.2.5. Bitkide Na konsantrasyonu

B ve tuz uygulamalarının Bolal 2973 ekmeklik buğday çeşidi ve AUS-5907, AUS-5924, GM3 (Bolal x 5907, Bolal x 5924) ekmeklik buğday hatlarının, Na konsantrasyon değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'te, elde edilen ortalama Na konsantrasyon değerleri Çizelge 4.14'te ve Na konsantrasyon değerlerine ait grafikler Şekil 4.10'da, Şekil 4.11'de, Şekil 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Na konsantrasyonuna (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Uygulamalar	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	89	31,79		
Çeşit – Hat (A)	4	0,80	0,20	13,71**
Tuz (T)	1	28,52	28,52	1949,05**
Bor (B)	2	0,27	0,14	9,34**
A x T	4	0,76	0,19	12,93**
A x B	8	0,15	0,02	1,27
T x B	2	0,26	0,13	8,93**
A x B x T	8	0,15	0,02	1,28
Hata	60	0,88	0,01	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

Bitki Na konsantrasyonları varyans analiz sonuçlarına göre; çeşit - hat, tuz, B, çeşit - hat x tuz ve tuz x B istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

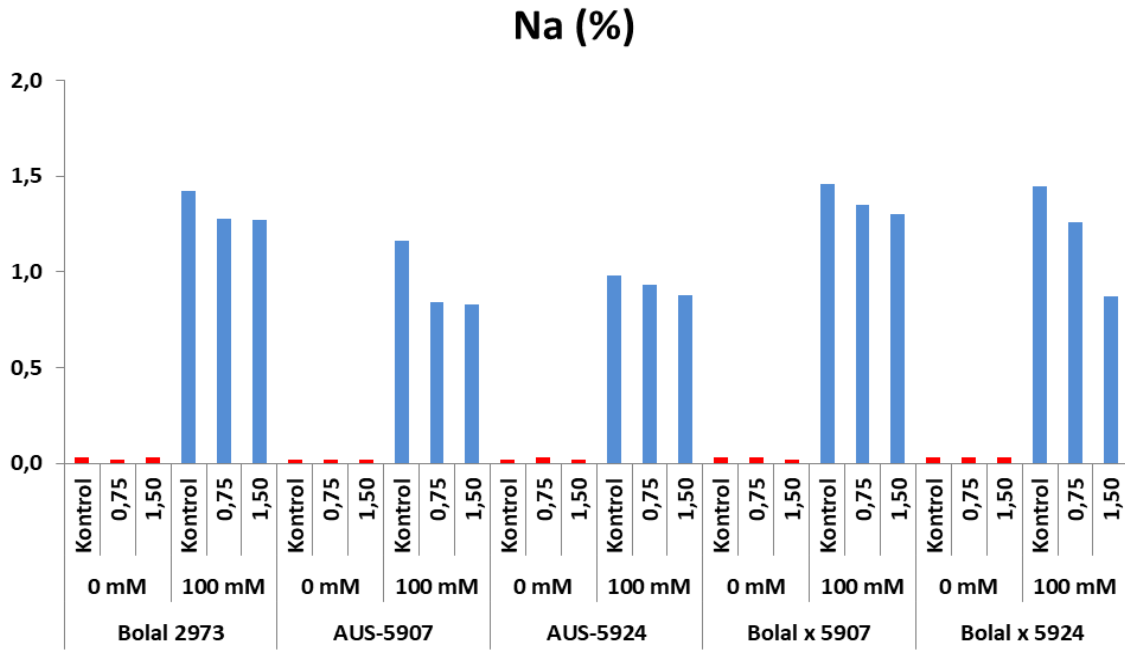
Çizelge 4.14. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Na konsantrasyonuna (%) etkilerinin ortalama değerler tablosu

Çeşitler	Bor (mM)	Tuz (mM)				Ort.	% Değ.
		0 (T0)	% Değ.	100 (T1)	% Değ.		
Bolal 2973	Kontrol (B0)	0,03 F		1,42 A	4633	0,73	
	0,75 (B1)	0,02 F	-33	1,28 ABC	-10	0,65	-10
	1,5 (B2)	0,03 F	0	1,27 ABCD	-11	0,65	-11
	Ort.	0,03 C		1,32 A	4300	0,68 A	
AUS-5907	Kontrol (B0)	0,02 F		1,16 A-E	5700	0,59	
	0,75 (B1)	0,02 F	0	0,84 DE	-28	0,43	-27
	1,5 (B2)	0,02 F	0	0,83 E	-28	0,42	-29
	Ort.	0,02 C		0,94 B	4600	0,48 B	
AUS-5924	Kontrol (B0)	0,02 F		0,98 BCDE	4800	0,50	
	0,75 (B1)	0,03 F	50	0,93 BCDE	-5	0,48	-4
	1,5 (B2)	0,02 F	0	0,88 CDE	-10	0,45	-10
	Ort.	0,02 C		0,93 B	4550	0,48 B	
Bolal x 5907	Kontrol (B0)	0,03 F		1,46 A	4767	0,75	
	0,75 (B1)	0,03 F	0	1,35 AB	-8	0,69	-8
	1,5 (B2)	0,02 F	-33	1,30 ABC	-11	0,66	-12
	Ort.	0,03 C		1,37 A	4467	0,70 A	
Bolal x 5924	Kontrol (B0)	0,03 F		1,45 A	4733	0,74	
	0,75 (B1)	0,03 F	0	1,26 A-E	-13	0,65	-13
	1,5 (B2)	0,03 F	0	0,87 CDE	-40	0,45	-39
	Ort.	0,03 C		1,19 A	3867	0,61 AB	
Genel Ort.	Kontrol (B0)	0,03		1,29	4200	0,66 A	
	0,75 (B1)	0,03	0	1,13	-12	0,58 AB	-12
	1,5 (B2)	0,02	-33	1,03	-20	0,53 B	-20
	Ort.	0,03 B		1,15 A	3733		

(B0: Kontrol B, B1: 0,75 mM B, B2: 1,5 mM B, T0: 0 mM NaCl, T1: 100 mM NaCl)

Çeşit ve hatlar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, Bolal 2973 çeşidinde 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) kontrole (B0) göre, B1 uygulamasında bitki Na konsantrasyonunda %33 oranında azalma meydana gelirken, B2 uygulamasında kontrole (B0) göre fark gözlenmemiştir. Tuzluluk koşullarını sağlayan 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal 2973 çeşidinin Na konsantrasyonunda 47 kat artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki Na konsantrasyon değerlerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %10 ve %11 oranında azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.14, Şekil 4.10). AUS-5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) her ikisinde de kontrole (B0) göre bitki Na oranında fark gözlenmemiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5907 hattının bitki Na

konsantrasyonunda 58 kat artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki Na konsantrasyon değerlerinde, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre her iki uygulamada da %28 oranında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.14, Şekil 4.10). AUS-5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) kontrole (B0) göre, B1 uygulamasında bitki Na konsantrasyonunda %50 oranında azalma meydana gelirken, B2 uygulamasında kontrole (B0) göre fark gözlenmemiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5924 hattının Na konsantrasyonunda 49 kat artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki Na konsantrasyon değerlerinde sırasıyla %5 ve %10 oranında azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.14, Şekil 4.10). Bolal x 5907 hattının 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) kontrole (B0) göre, B1 uygulamasında bitki Na konsantrasyonunda farklılık gözlenmezken, B2 uygulamasında kontrole (B0) göre %33 oranında azalma meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5907 hattının Na konsantrasyonunda 49 kat artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında Bolal x 5907 hattının Na konsantrasyonunda, artan B dozlarında (B1, B2) sırasıyla %8 ve %11 oranında azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.14, Şekil 4.10). Bolal x 5924 hattının 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre Na konsantrasyonlarında fark gözlenmemiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5924 hattının Na konsantrasyonunda 48 kat artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki Na konsantrasyon değerlerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %13 ve %40 oranında azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.14, Şekil 4.10).



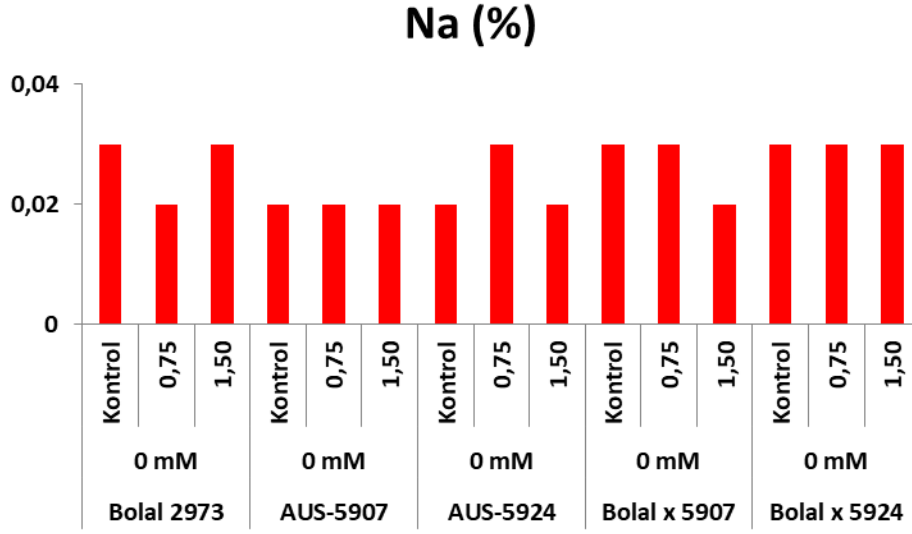
Şekil 4.10. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki Na konsantrasyonuna etkileri

B dozlarının ortalama bitki Na konsantrasyon değerleri üzerine etkisi %1 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuş ve en yüksek bitki Na konsantrasyonu %0,66 ile kontrol (B0) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu, azalan sıra ile B1 (%0,58) ve B2 (%0,53) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.14). Bitki Na konsantrasyon değerlerinde çeşit ve hatlarda, 0 mM tuz (T0) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında kontrole (B0) göre Bolal 2973 çeşidinde %33 oranında azalma gözlenirken, AUS-5924 hattında %50 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre AUS-5924 hattında %5 oranında, AUS-5907 hattında %28 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. 0 mM tuz (T0) ve 1,5 mM B (B2) doz uygulamalarına bakıldığında bitki Na konsantrasyonunda kontrole (B0) göre Bolal x 5907 hattında %33 oranında azalma gözlenirken, Bolal 2973 çeşidinde ve diğer hatlarda herhangi bir fark gözlenmemiştir. 100 mM tuz (T1) ve 1,5 mM B (B2) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre en az AUS-5924 hattında %10 oranında azalma gözlenirken, Bolal x 5924 hattında %40 oranında azalma meydana gelmiştir.

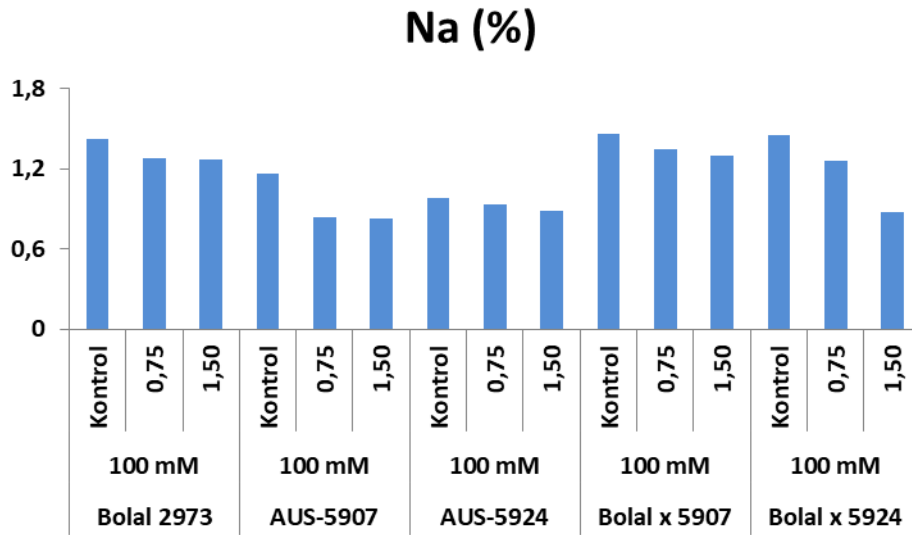
Yaptığımız çalışma sonucunda, tuzlu koşullarda bitkilerin Na konsantrasyonlarında artış meydana gelmiştir. Yossif ve ark. (2018), 4 farklı ekmeklik buğday çeşidinde K-humat ve tuz uygulamalarında, sadece tuz uygulamasıyla bitkinin

Na konsantrasyonunda artış meydana geldiğini tespit etmiştir. Ahmad ve ark. (2014) buğday bitkisinde yaptıkları bir çalışmada, tuz stresinde bitkideki Na konsantrasyonunun arttığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda, tuzlu koşullarda artan B dozlarına bağlı olarak Na içeriklerinin düştüğü gözlenmiştir. Şahin (2009), 8 değişik asma anacına aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin, tuz ve B'un beraber ve ayrı ayrı olarak uygulanması sonucunda, artan tuz uygulamalarında bitki yapraklarında Na konsantrasyonlarında artış meydana geldiğini, bunun yanı sıra yüksek tuz+B uygulamasında bazı asma anacına aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin, Na miktarlarında kontrol tuza göre düşüş olduğunu tespit etmişlerdir. Literatür çalışmaları, yaptığımız çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.





Şekil 4.11. B uygulamalarının, bitkilerdeki Na konsantrasyonuna etkileri



Şekil 4.12. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki Na konsantrasyonuna etkileri

4.3. Bitkide Cl Konsantrasyonu

B ve tuz uygulamalarının Bolal 2973 ekmeklik buğday çeşidi ve AUS-5907, AUS-5924, GM3 (Bolal x 5907, Bolal x 5924) ekmeklik buğday hatlarının, Cl konsantrasyon değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te, elde edilen ortalama Cl konsantrasyon değerleri Çizelge 4.16'da ve Cl konsantrasyon değerlerine ait grafikler Şekil 4.13'de , Şekil 4.14'te, Şekil 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Cl konsantrasyonuna (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Uygulamalar	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	89	174,85		
Çeşit – Hat (A)	4	1,47	0,37	16,53**
Tuz (T)	1	165,30	165,30	7456,85**
Bor (B)	2	0,16	0,08	3,58*
A x T	4	1,41	0,35	15,86**
A x B	8	2,45	0,31	13,84**
T x B	2	2,10	1,05	47,39**
A x B x T	8	0,63	0,08	3,55**
Hata	60	1,33	0,02	

** ,p<0.01, * ,p<0.05

Bitki Cl konsantrasyonları varyans analiz sonuçlarına göre; B istatistiki açıdan %5 düzeyinde, çeşit - hat, tuz, çeşit - hat x tuz, çeşit - hat x B, tuz x B, çeşit - hat x tuz x B istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (**Çizelge 4.15**).

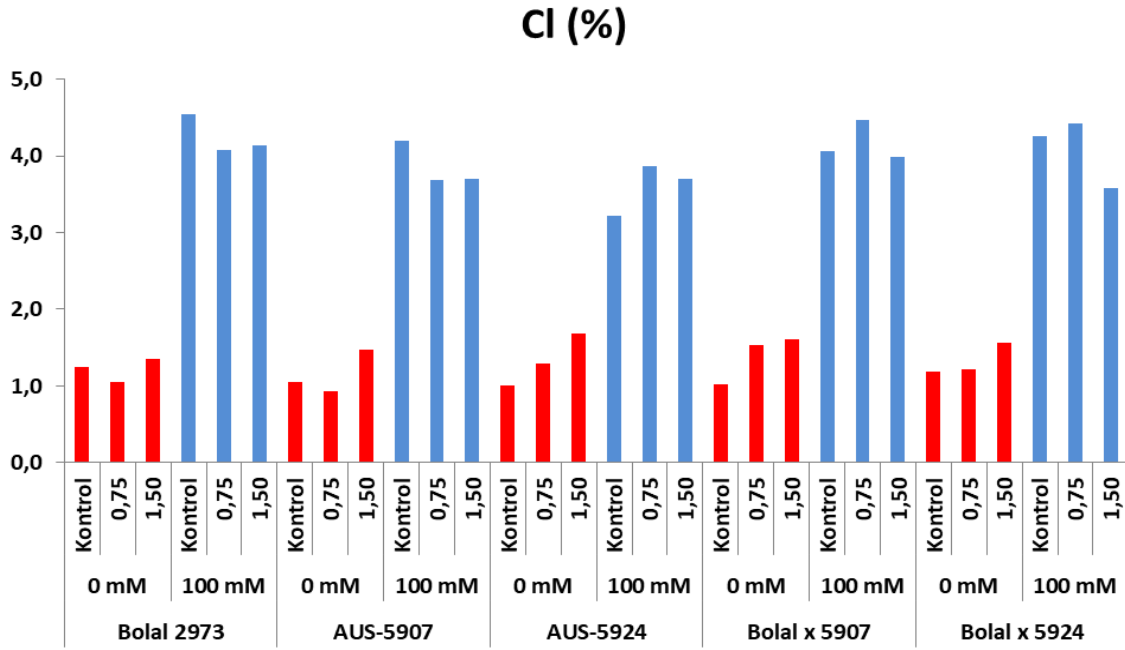
Çizelge 4.16. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin Cl konsantrasyonuna (%) etkilerinin ortalama değerler tablosu

Çeşitler	Bor (mM)	Tuz (mM)					
		0 (T0)	% Değ.	100 (T1)	% Değ.		
Bolal 2973	Kontrol (B0)	1,24 GHIJ		4,55 A	267	2,89 AB	
	0,75 (B1)	1,05 HIJ	-16	4,08 A-E	-10	2,56 BC	-11
	1,5 (B2)	1,36 GHIJ	10	4,13 A-E	-9	2,75 AB	-5
	Ort.	1,22 D		4,25 A	248	2,73 A	
AUS-5907	Kontrol (B0)	1,05 HIJ		4,20 ABCD	300	2,63 BC	
	0,75 (B1)	0,93 J	-11	3,68 DEF	-12	2,31 CD	-12
	1,5 (B2)	1,47 GHI	40	3,70 DEF	-12	2,59 BC	-2
	Ort.	1,15 D		3,86 BC	236	2,51 B	
AUS-5924	Kontrol (B0)	1,01 IJ		3,22 F	218	2,12 D	
	0,75 (B1)	1,29 GHIJ	27	3,86 CDE	20	2,58 BC	22
	1,5 (B2)	1,69 G	67	3,70 DEF	15	2,69 AB	27
	Ort.	1,33 D		3,59 C	170	2,46 B	
Bolal x 5907	Kontrol (B0)	1,02 HIJ		4,06 A-E	298	2,54 BC	
	0,75 (B1)	1,53 GHI	50	4,47 AB	10	3,00 A	18
	1,5 (B2)	1,61 G	58	3,98 BE	-2	2,79 AB	10
	Ort.	1,39 D		4,17 A	200	2,78 A	
Bolal x 5924	Kontrol (B0)	1,19 GHIJ		4,26 ABC	258	2,72 AB	
	0,75 (B1)	1,21 GHIJ	2	4,42 AB	4	2,82 AB	3
	1,5 (B2)	1,56 GH	31	3,58 EF	-16	2,57 BC	-6
	Ort.	1,32 D		4,09 AB	210	2,70 A	
Genel Ort.	Kontrol (B0)	1,10 D		4,06 A	269	2,58 b	
	0,75 (B1)	1,20 D	9	4,10 A	1	2,65 ab	3
	1,5 (B2)	1,54 C	40	3,82 B	-6	2,68 a	4
	Ort.	1,28 B		3,99 A	212		

(B0: Kontrol B, B1: 0,75 mM B, B2: 1,5 mM B, T0: 0 mM NaCl, T1: 100 mM NaCl)

Çeşit ve hatlar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, Bolal 2973 çeşidinde 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki Cl konsantrasyonunda sırasıyla %16 oranında azalma ve %10 oranında artış meydana gelmiştir. Tuzluluk koşullarını sağlayan 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal 2973 çeşidinin bitki Cl konsantrasyonunda 3,5 kat artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki Cl konsantrasyon değerlerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %10 ve %9 oranında azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.16, Şekil 4.13). AUS-5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki Cl konsantrasyonunda %11 oranında azalma ve %40 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5907 hattının bitki Cl

konsantrasyonunda 4 kat artış gözlenmiştir Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki Cl konsantrasyon değerlerinde, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre her iki uygulamada da %12 oranında azalma tespit edilmiştir (Çizelge 4.16, Şekil 4.13). AUS-5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki Cl konsantrasyonunda sırasıyla %27 ve %67 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5924 hattının bitki Cl konsantrasyonunda 3 kat artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki Cl konsantrasyon değerlerinde sırasıyla %20 ve %15 oranında artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.16, Şekil 4.13). Bolal x 5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki Cl konsantrasyonunda sırasıyla %50 ve %58 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5907 hattının bitki Cl konsantrasyonunda 4 kat artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte Bolal x 5907 hattının, bitki Cl konsantrasyon değerlerinde artan B dozlarında (B1, B2) sırasıyla %10 oranında artış ve %2 oranında azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.16, Şekil 4.13). Bolal x 5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki Cl konsantrasyonunda sırasıyla %2 ve %31 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5924 hattının bitki Cl konsantrasyonunda 3,5 kat artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki Cl konsantrasyon değerlerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %4 oranında artış ve %16 oranında azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.16, Şekil 4.13).



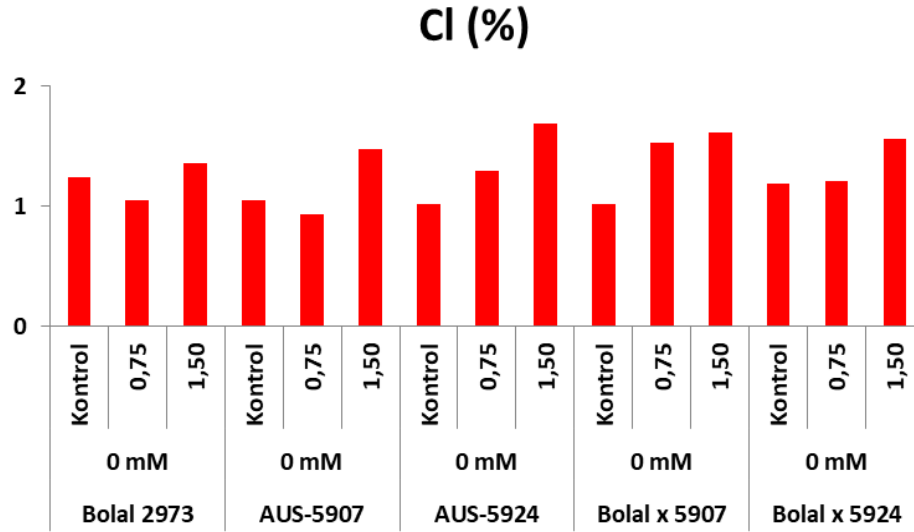
Şekil 4.13. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki Cl konsantrasyonuna etkileri

B dozlarının ortalama bitki Cl konsantrasyon değerleri üzerine etkisi %5 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuş ve en yüksek bitki Cl konsantrasyonu %2,68 ile 1,5 mM B (B2) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu, azalan sıra ile B1 (%2,65) ve B0 (%2,58) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.16). Bitki Cl konsantrasyon değerlerinde çeşit ve hatlarda, 0 mM tuz (T0) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında kontrole (B0) göre Bolal 2973 çeşidinde %16 oranında azalma gözlenirken, Bolal x 5907 hattının bitki Cl konsantrasyonunda %50 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre Bolal 2973 çeşidinde %10 oranında azalış meydana gelirken, AUS-5924 hattında %20 oranında artış gözlenmiştir. 0 mM tuz (T0) ve 1,5 mM B (B2) doz uygulamalarına bakıldığında bitki Cl konsantrasyonunda kontrole (B0) göre Bolal 2973 çeşidinde %10 oranında artış gözlenirken, AUS-5924 hattında %67 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 1,5 mM B (B2) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre Bolal x 5924 hattında %16 oranında azalma gözlenirken, AUS-5924 hattında %15 oranında artış gözlenmiştir.

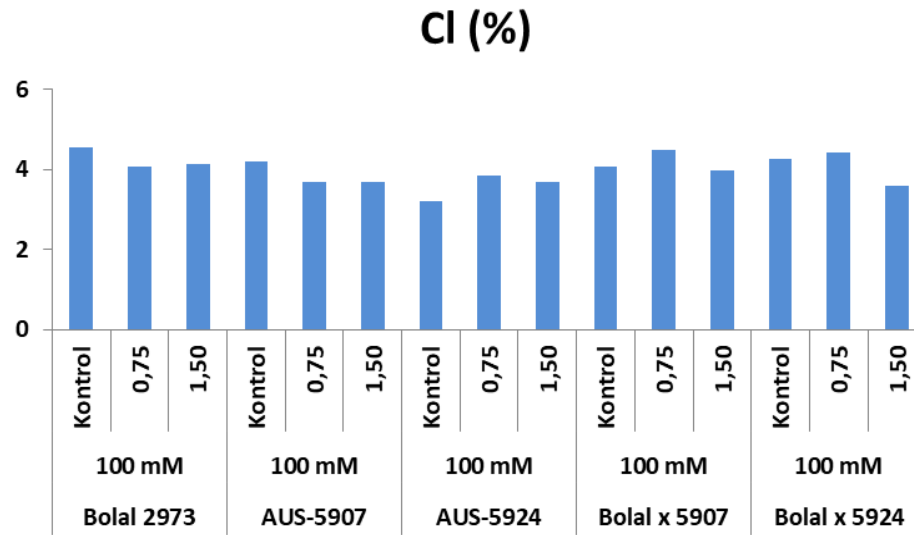
Yaptığımız çalışma sonucunda, tuz uygulamasıyla birlikte bitkilerin Cl konsantrasyonlarında artış meydana gelmiştir. Yossif ve ark. (2018), 4 farklı ekmeklik buğday çeşidinde K-humat ve tuz uygulamalarında, sadece tuz uygulamasıyla bitkinin

Cl konsantrasyonunda artış olduğunu gözlemiştir. Çalışmamızda tuzlu koşullar oluşturulduğunda, artan B dozlarına bağlı olarak bitkilerin Cl konsantrasyonlarında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Şahin (2009), 8 değişik asma anacına aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidine yüksek tuz+B uygulaması sonucunda, bazı çeşitlerin Cl miktarlarında düşüş olduğunu belirlemiştir. Literatür çalışmaları, yaptığımız çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.





Şekil 4.14. B uygulamalarının, bitkilerdeki Cl konsantrasyonuna etkileri



Şekil 4.15. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerdeki Cl konsantrasyonuna etkileri

4.4. Elektrolit Sızıntısı (EC)

B ve tuz uygulamalarının Bolal 2973 ekmeklik buğday çeşidi ve AUS-5907, AUS-5924, GM3 (Bolal x 5907, Bolal x 5924) ekmeklik buğday hatlarının, EC içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de, elde edilen ortalama EC içerik değerleri Çizelge 4.18’de ve EC içeriklerine ait grafik Şekil 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.17. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin EC içeriğine (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Uygulamalar	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	89	13434,29		
Çeşit – Hat (A)	4	165,94	41,49	4,38**
Tuz (T)	1	2533,81	2533,81	267,59**
Bor (B)	2	7657,88	3828,94	404,36**
A x T	4	32,74	8,19	0,86
A x B	8	25,06	3,13	0,33
T x B	2	2388,65	1194,32	126,13**
A x B x T	8	62,07	7,76	0,82
Hata	60	568,14	9,47	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

Bitki EC içerikleri varyans analiz sonuçlarına göre; çeşit - hat, tuz, B ve tuz x B istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17).

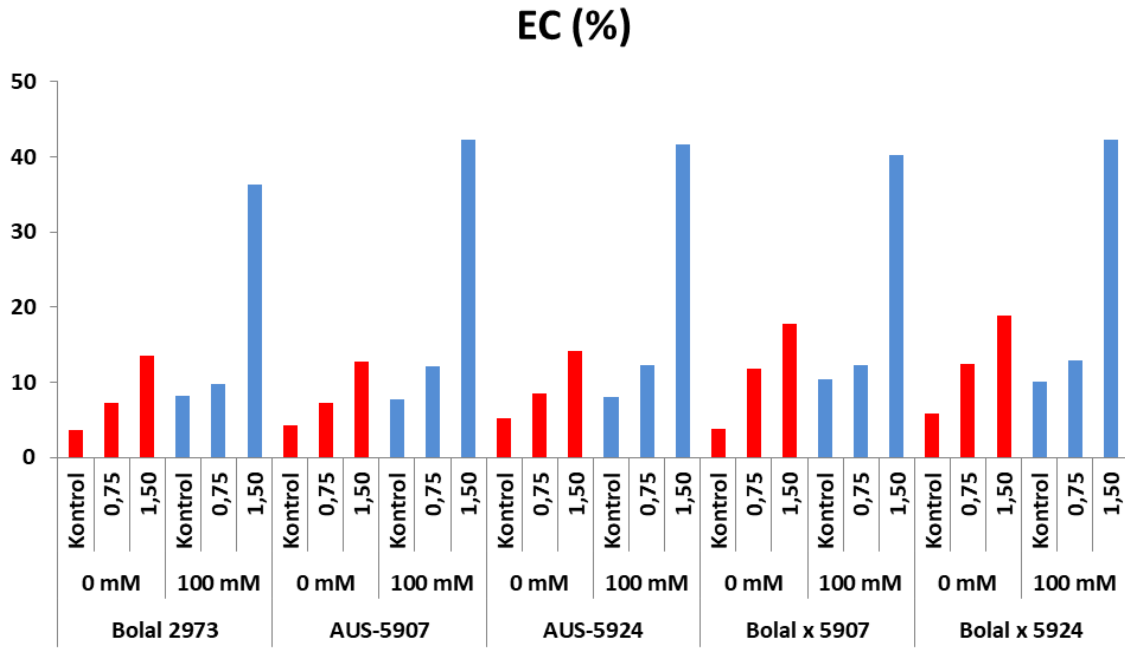
Çizelge 4.18. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin EC içeriğine (%) etkilerinin ortalama değerler tablosu

Çeşitler	Bor (mM)	Tuz (mM)				Ort.	% Değ.
		0 (T0)	% Değ.	100 (T1)	% Değ.		
Bolal 2973	Kontrol (B0)	3,60		8,26	129	5,93	
	0,75 (B1)	7,33	104	9,71	18	8,52	44
	1,5 (B2)	13,48	274	36,28	339	24,88	320
	Ort.	8,14		18,08	122	13,11 B	
AUS-5907	Kontrol (B0)	4,20		7,72	84	5,96	
	0,75 (B1)	7,30	74	12,18	58	9,74	63
	1,5 (B2)	12,74	203	42,23	447	27,49	361
	Ort.	8,08		20,71	156	14,40 AB	
AUS-5924	Kontrol (B0)	5,29		8,03	52	6,66	
	0,75 (B1)	8,50	61	12,21	52	10,35	55
	1,5 (B2)	14,18	168	41,67	419	27,92	319
	Ort.	9,32		20,64	121	14,98 AB	
Bolal x 5907	Kontrol (B0)	3,85		10,32	168	7,09	
	0,75 (B1)	11,75	205	12,27	19	12,01	69
	1,5 (B2)	17,73	361	40,26	290	29,00	309
	Ort.	11,11		20,95	89	16,03 AB	
Bolal x 5924	Kontrol (B0)	5,88		10,07	71	7,98	
	0,75 (B1)	12,51	113	12,91	28	12,71	59
	1,5 (B2)	18,83	220	42,22	319	30,53	283
	Ort.	12,41		21,73	75	17,07 A	
Genel Ort.	Kontrol (B0)	4,57 D		8,88 C	95	6,72 C	
	0,75 (B1)	9,48 C	108	11,86 BC	34	10,67 B	59
	1,5 (B2)	15,39 B	237	40,53 A	356	27,96 A	316
	Ort.	9,80 B		20,42 A	108		

(B0: Kontrol B, B1: 0,75 mM B, B2: 1,5 mM B, T0: 0 mM NaCl, T1: 100 mM NaCl)

Çeşit ve hatlar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, Bolal 2973 çeşidinde 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki EC içeriklerinde sırasıyla %104 ile %274 oranında artış meydana gelmiştir. Tuzluluk koşullarını sağlayan 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal 2973 çeşidinin EC içeriğinde %129 oranında artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki EC içeriklerinde, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %18 ve %339 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.18, Şekil 4.16). AUS-5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki EC içeriklerinde sırasıyla %74 ve %203 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5907 hattının EC içeriğinde %84 oranında artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B

uygulandığında bitki EC içeriklerinde, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %58 ve %447 azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.18, Şekil 4.16). AUS-5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki EC içeriklerinde sırasıyla %61 ve %168 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5924 hattının EC içeriğinde %52 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki EC içeriklerinde sırasıyla %52 ve %419 oranında artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.18, Şekil 4.16). Bolal x 5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki EC içeriklerinde %205 ve %361 artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5907 hattının EC içeriğinde %168 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki EC içeriklerinde sırasıyla %19 ve %290 oranında artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.18, Şekil 4.16). Bolal x 5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki EC içeriklerinde sırasıyla %113 ile %220 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5924 hattının EC içeriğinde %71 oranında artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki EC içeriklerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %28 ve %319 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.18, Şekil 4.16).



Şekil 4.16. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin EC içeriğine etkileri

B dozlarının ortalama bitki EC içerikleri üzerine etkisi %1 seviyesinde istatistik olarak önemli bulunmuş ve en yüksek bitki EC içeriği %27,96 ile 1,5 mM B (B2) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu, azalan sıra ile B1 (%10,67) ve B0 (%6,72) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.18). Bitki EC içeriklerinde çeşit ve hatlarda, 0 mM tuz (T0) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında kontrole (B0) göre Bolal x 5907 hattında %205 oranında artış gözlenirken, AUS-5924 hattında %61 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre AUS-5907 hattında %58 oranında artış meydana gelirken, Bolal 2973 çeşidinde %18 oranında artış gözlenmiştir. 0 mM tuz (T0) ve 1,5 mM B (B2) doz uygulamalarına bakıldığında EC içeriğinde, kontrole (B0) göre AUS-5924 hattında %168 oranında artış gözlenirken, Bolal x 5907 hattında %361 oranında artış tespit edilmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 1,5 mM B (B2) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre AUS-5907 hattında %447 oranında artış gözlenirken, Bolal x 5907 hattında %290 oranında artış gözlenmiştir.

Elektrolit sızıntısında meydana gelen artış, oksidatif stres sonucunda biyolojik membranların zarar görmesinden kaynaklıdır (Munne-Bosch ve Penuelas, 2003). Yaptığımız çalışma sonucunda, artan B dozlarında bitkilerin EC içeriklerinde artış meydana gelmiştir. Bitkilerin EC içeriklerinde tuzlu koşullar oluşturulduğunda ve tuzlu

koşullarda artan B dozlarına bağlı olarak artış olduğu tespit edilmiştir. Tepe (2016), yaptığı çalışmada, 1 mM B stresi uygulanan Bezostoya ve Kutluk 94 buğday türlerinin EC içeriklerinde artış meydana geldiğini bildirmiştir. Tuğcu (2017), kontrollü iklim oda koşullarında yaprak lahanası bitkisine tuz (0, 50, 100, 200 mM NaCl) uygulaması ile tuzun bitkide meydana getirdiği değişiklikleri belirlemek için yürüttüğü çalışmada, artan tuz uygulamasıyla birlikte EC içeriğinde artış gözlendiğini bildirmiştir. Tuna ve Eroğlu (2017), saksı ortamında biber bitkisine 100 mM NaCl uygulaması sonucu bitkinin EC içeriğinde artış meydana gelmiştir. Literatür çalışmaları, yaptığımız çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.



4.5. Lipid Peroksidasyonu (MDA)

B ve tuz uygulamalarının Bolal 2973 ekmeklik buğday çeşidi ve AUS-5907, AUS-5924, GM3 (Bolal x 5907, Bolal x 5924) ekmeklik buğday hatlarının, MDA içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da, elde edilen ortalama MDA içerik değerleri Çizelge 4.20’de ve MDA içeriklerine ait grafik Şekil 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin MDA içeriğine (nmol g⁻¹ FW) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Uygulamalar	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	89	443,31		
Çeşit – Hat (A)	4	68,01	17,00	5,19**
Tuz (T)	1	35,41	35,41	10,81**
Bor (B)	2	46,44	23,22	7,09**
A x T	4	11,37	2,84	0,87
A x B	8	50,38	6,30	1,92
T x B	2	7,79	3,90	1,19
A x B x T	8	27,41	3,43	1,05
Hata	60	196,50	3,28	

**_p<0.01, *_p<0.05

Bitki MDA içerikleri varyans analiz sonuçlarına göre; çeşit - hat, tuz ve B istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.20. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin MDA içeriğine (nmol g⁻¹ FW) etkilerinin ortalama değerler tablosu

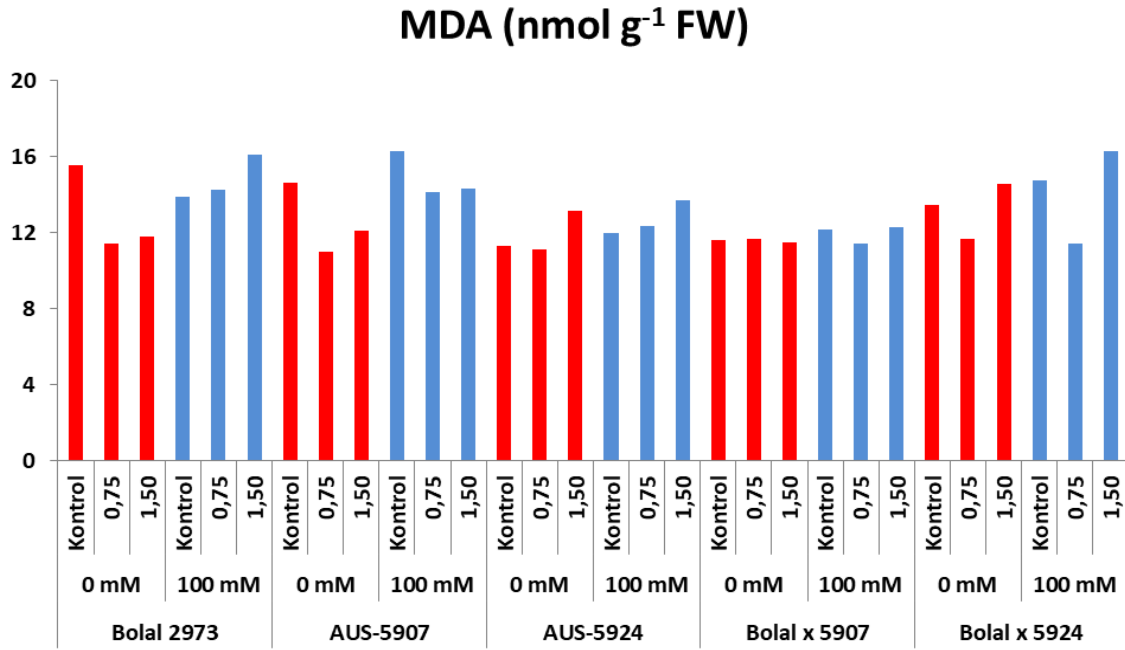
Çeşitler	Bor (mM)	Tuz (mM)				Ort.	% Değ.
		0 (T0)	% Değ.	100 (T1)	% Değ.		
Bolal 2973	Kontrol (B0)	15,53		13,87	-11	14,70	
	0,75 (B1)	11,44	-26	14,24	3	12,84	-13
	1,5 (B2)	11,81	-24	16,13	16	13,97	-5
	Ort.	12,93		14,75	14	13,84 A	
AUS-5907	Kontrol (B0)	14,65		16,26	11	15,45	
	0,75 (B1)	10,97	-25	14,15	-13	12,56	-19
	1,5 (B2)	12,13	-17	14,32	-12	13,23	-14
	Ort.	12,58		14,91	19	13,75 AB	
AUS-5924	Kontrol (B0)	11,29		11,96	6	11,62	
	0,75 (B1)	11,10	-2	12,34	3	11,72	1
	1,5 (B2)	13,12	16	13,72	15	13,42	15
	Ort.	11,84		12,67	7	12,25 AB	
Bolal x 5907	Kontrol (B0)	11,61		12,17	5	11,89	
	0,75 (B1)	11,65	0	11,44	-6	11,55	-3
	1,5 (B2)	11,48	-1	12,30	1	11,89	0
	Ort.	11,58		11,97	3	11,78 B	
Bolal x 5924	Kontrol (B0)	13,48		14,75	9	14,12	
	0,75 (B1)	11,70	-13	11,44	-22	11,57	-18
	1,5 (B2)	14,58	8	16,26	10	15,42	9
	Ort.	13,26		14,15	12	13,70 AB	
Genel Ort.	Kontrol (B0)	13,31		13,80	7	13,56 A	
	0,75 (B1)	11,37	-15	12,72	-8	12,05 B	-11
	1,5 (B2)	12,62	-5	14,55	5	13,59 A	0
	Ort.	12,44 B		13,69 A	10		

(B0: Kontrol B, B1: 0,75 mM B, B2: 1,5 mM B, T0: 0 mM NaCl, T1: 100 mM NaCl)

Çeşit ve hatlar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, Bolal 2973 çeşidinde 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki MDA içeriğinde sırasıyla %26 ile %24 oranında azalma meydana gelmiştir. Tuzluluk koşullarını sağlayan 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal 2973 çeşidinin bitki MDA içeriğinde %11 oranında azalma gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığı zaman bitki MDA içeriklerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %3 ve %16 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.20, Şekil 4.17). AUS-5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki MDA içeriklerinde sırasıyla %25 ve %17 oranında azalma meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0)

göre AUS-5907 hattının MDA içeriğinde %11 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz uygulamasında artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak bitki MDA içeriklerinde kontrole (B0) göre sırasıyla %13 ve %12 oranında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.20, Şekil 4.17). AUS-5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarının (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki MDA içeriklerinde sırasıyla %2 azalma ve %16 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5924 hattının MDA içeriğinde %6 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki MDA içeriklerinde sırasıyla %3 ve %15 oranında artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.20, Şekil 4.17). Bolal x 5907 hattında 0 mM tuz (T0) – 0,75 mM B (B1) uygulamasında kontrole (B0) göre bitki MDA içeriklerinde fark gözlemlenmezken, 1,5 mM B (B2) uygulamasında ise kontrole (B0) göre %1 oranında azalma meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5907 hattının MDA içeriğinde %5 oranında artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığı zaman artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki MDA içeriklerinde sırasıyla %6 oranında azalma ve %1 oranında artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.20, Şekil 4.17). Bolal x 5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki MDA içeriklerinde sırasıyla %13 azalma ve %8 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5924 hattının MDA içeriğinde %9 oranında artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki MDA içeriklerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %22 azalma ve %10 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.20, Şekil 4.17).

Çeşit ve hatların, tuzlu koşullarda B uygulamalarının MDA içeriklerine etkileri incelendiğinde, Bolal 2973 çeşidinin MDA içeriği tuz uygulamasının yapılmadığı koşullarda artan B dozlarına bağlı olarak kontrole göre %26 (B1) ve %24 (B2) oranında azalırken, 100 mM tuz (T1) uygulamasında %3 (B1), %16 (B2) oranında artış göstermiştir. Bolal x 5924 hattına bakıldığında ise 0 mM tuzda (T0) artan B dozlarında (B1, B2) kontrole göre (B0), MDA içeriğinde B1 uygulamasında %13 azalma (B2 uygulamasında %8 artma) gözlenirken, tuzlu koşullarda B1 uygulamasındaki azalma %22 oranında (B2 uygulamasında %10) olmuştur (Çizelge 4.20, Şekil 4.17).



Şekil 4.17. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin MDA içeriğine etkileri

B dozlarının ortalama bitki MDA içerikleri üzerine etkisi %1 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuş ve en yüksek bitki MDA içeriği 13,59 nmol g⁻¹ FW ile 1,5 mM B (B2) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu, azalan sıra ile B0 (13,56 nmol g⁻¹ FW) ve B1 (12,05 nmol g⁻¹ FW) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.20). Bitki lipid peroksidasyonu değerlerinde çeşit ve hatlarda, 0 mM tuz (T0) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında kontrole (B0) göre en fazla Bolal 2973 çeşidinde %26 oranında azalma gözlenirken, Bolal x 5907 hattının bitki MDA içeriğinde farklılık gözlenmemiştir. 100 mM tuz (T1) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre Bolal x 5907 hattında %22 oranında azalış meydana gelirken, Bolal 2973 çeşidinde ve AUS-5924 hattında %3 oranında artış gözlenmiştir. 0 mM tuz (T0) ve 1,5 mM B (B2) doz uygulamalarına bakıldığında bitki MDA içerikleri kontrole (B0) göre en fazla Bolal 2973 çeşidinde %24 oranında azalma gözlenirken, AUS-5924 hattında %16 oranında artış tespit edilmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 1,5 mM B (B2) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre en fazla AUS-5907 hattında %12 oranında azalma gözlenirken, Bolal 2973 çeşidinde %16 oranında artış gözlenmiştir.

Lipid peroksidasyonu, bitkilerin stres algılamaları durumunda meydana getirdikleri oksidatif hasar belirteçidir ve MDA düzeylerine göre tayin edilmektedir (Eltner ve Osswald, 1994). Karanlık (2001), yaptığı çalışma sonucunda, fazla miktarda

lipid peroksidasyonu olan bitkilerin tuza duyarlı olduğunu ve buna karşın tuza toleranslı olan bitkilerin MDA içeriklerinin az olduğunu, dolayısıyla lipid peroksidasyonun daha az olduğunu tespit etmiştir. Yaptığımız çalışma sonucunda, toksik B uygulamasında bitkilerin MDA içeriklerinde artış tespit edilmiştir. Tepe (2016), yaptığı çalışmada, 1 mM B stresi uygulanan Bezostoya ve Kutluk 94 buğday türlerinin MDA içeriklerinde artış meydana geldiğini bildirmiştir. Çalışmamızda tuzlu koşullar oluşturulduğunda bitkilerin MDA içeriklerinde yine bir artış olduğu tespit edilmiştir. Tuna ve Eroğlu (2017), saksı ortamında biber bitkisine 100 mM NaCl uygulaması sonucu bitkinin MDA içeriğinde artış meydana gelmiştir. Yossif ve ark. (2018), 4 farklı ekmeklik buğday çeşidinde tuz ve K-humat uygulamaları yapmıştır. K-humat olmadan sadece 200 mM tuz uygulaması sonucunda bütün çeşitlerin MDA içeriğinde artış meydana geldiğini tespit etmiştir. Şahin (2009), 8 değişik asma anacına aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin, tuz ve tuz+B uygulamalarında MDA içeriklerinde artış meydana gelmiştir. Eraslan ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmalarda, marul bitkisinin tuz+B ve tuz uygulamasıyla birlikte MDA içeriğinin arttığını ve yine başka bir çalışmada havuç bitkisinde B+tuz uygulamaları sonucunda MDA içeriklerinde artış gözlediğini bildirmiştir. Literatür çalışmaları göz önüne alındığında, yüksek tuz ve yüksek B koşullarında çeşitli bitki türleri üzerine yapılan çalışmaların mevcudiyeti ve uygulamalar sonucu MDA içeriklerinin arttığı bildirilmiştir. Literatür çalışmaları, yaptığımız çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

4.6. Prolin İçeriği

B ve tuz uygulamalarının Bolal 2973 ekmeklik buğday çeşidi ve AUS-5907, AUS-5924, GM3 (Bolal x 5907, Bolal x 5924) ekmeklik buğday hatlarının, prolin içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21’de, elde edilen ortalama prolin içerik değerleri Çizelge 4.22’de ve prolin içeriklerine ait grafik Şekil 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin prolin içeriğine (nmol g⁻¹ FW) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Uygulamalar	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	89	23,58		
Çeşit – Hat (A)	4	4,20	1,05	7,30**
Tuz (T)	1	2,46	2,46	17,10**
Bor (B)	2	4,19	2,09	14,56**
A x T	4	0,33	0,08	0,58
A x B	8	2,02	0,25	1,75
T x B	2	0,38	0,19	1,31
A x B x T	8	1,37	0,17	1,19
Hata	60	8,63	0,14	

**_p<0.01, *_p<0.05

Bitki prolin içerikleri varyans analiz sonuçlarına göre; çeşit, tuz ve B istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.22. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin prolin içeriğine (nmol g⁻¹ FW) etkilerinin ortalama değerler tablosu

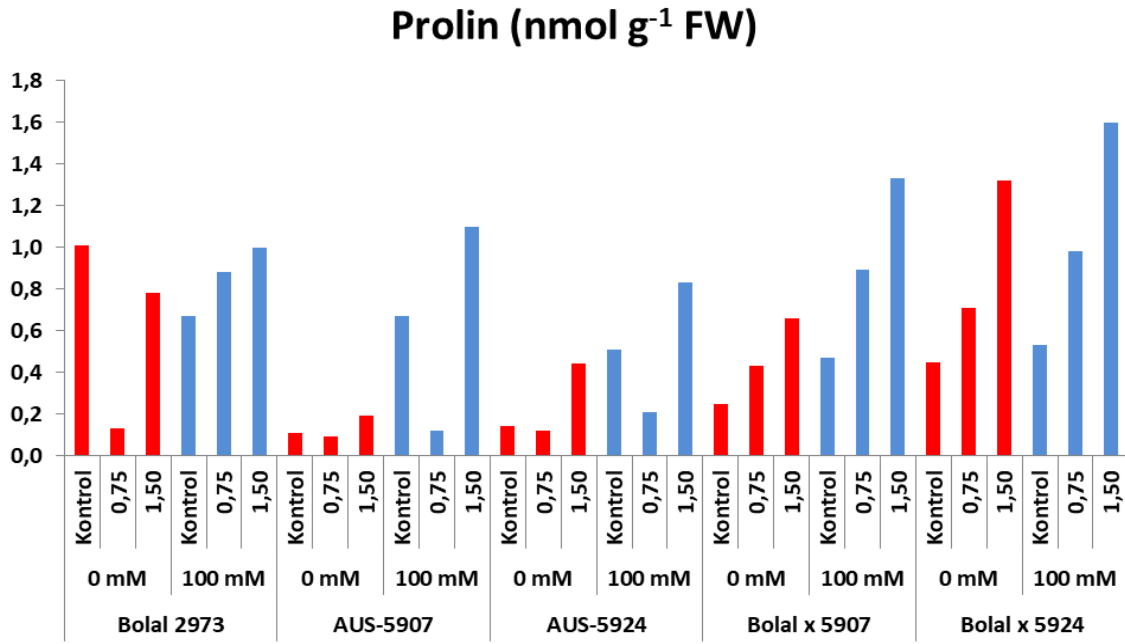
Çeşitler	Bor (mM)	Tuz (mM)				Ort.	% Değ.
		0 (T0)	% Değ.	100 (T1)	% Değ.		
Bolal 2973	Kontrol (B0)	1,01		0,67	-34	0,84	
	0,75 (B1)	0,13	-87	0,88	31	0,50	-40
	1,5 (B2)	0,78	-23	1,00	49	0,89	6
	Ort.	0,64		0,85	33	0,74 AB	
AUS-5907	Kontrol (B0)	0,11		0,67	509	0,39	
	0,75 (B1)	0,09	-18	0,12	-82	0,11	-73
	1,5 (B2)	0,19	73	1,10	64	0,65	66
	Ort.	0,13		0,63	385	0,38 B	
AUS-5924	Kontrol (B0)	0,14		0,51	264	0,33	
	0,75 (B1)	0,12	-14	0,21	-59	0,16	-50
	1,5 (B2)	0,44	214	0,83	63	0,63	94
	Ort.	0,23		0,52	126	0,37 B	
Bolal x 5907	Kontrol (B0)	0,25		0,47	88	0,36	
	0,75 (B1)	0,43	72	0,89	89	0,66	84
	1,5 (B2)	0,66	164	1,33	183	1,00	178
	Ort.	0,45		0,89	99	0,67 AB	
Bolal x 5924	Kontrol (B0)	0,45		0,53	18	0,49	
	0,75 (B1)	0,71	58	0,98	85	0,85	72
	1,5 (B2)	1,32	193	1,60	202	1,46	197
	Ort.	0,83		1,04	25	0,93 A	
Genel Ort.	Kontrol (B0)	0,39		0,57	46	0,48 B	
	0,75 (B1)	0,30	-23	0,62	9	0,46 B	-5
	1,5 (B2)	0,69	77	1,17	105	0,93 A	93
	Ort.	0,46 B		0,79 A	72		

(B0: Kontrol B, B1: 0,75 mM B, B2: 1,5 mM B, T0: 0 mM NaCl, T1: 100 mM NaCl)

Çeşit ve hatlar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, Bolal 2973 çeşidinde 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki prolin içeriğinde sırasıyla %87 ile %23 oranında azalma meydana gelmiştir. Tuzluluk koşullarını sağlayan 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal 2973 çeşidinin bitki prolin içeriğinde %34 oranında azalma gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki prolin içeriklerinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %31 ve %49 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.22, Şekil 4.18). AUS-5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki prolin içeriğinde, sırasıyla %18 oranında azalma ve %73 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5907 hattının prolin içeriğinde %509 oranında artış

gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki prolin içeriğinde, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %82 oranında azalma ve %64 oranında artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.22, Şekil 4.18). AUS-5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki prolin içeriğinde, sırasıyla %14 oranında azalma ve %214 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre AUS-5924 hattının bitki prolin içeriğinde %264 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki prolin içeriğinde sırasıyla %59 oranında azalma ve %63 oranında artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.22, Şekil 4.18). Bolal x 5907 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki prolin içeriğinde sırasıyla %172 ve %164 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5907 hattının bitki prolin içeriğinde %88 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasıyla birlikte artan B dozları (B1, B2) uygulamasında, bitki prolin içeriğinde sırasıyla %89 ve %183 oranında artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.22, Şekil 4.18). Bolal x 5924 hattında 0 mM tuz (T0) uygulamasında artan B dozlarında (B1, B2) kontrole (B0) göre bitki prolin içeriğinde sırasıyla %58 ile %193 oranında artış meydana gelmiştir. 100 mM tuz (T1) uygulamasında, 0 mM tuza (T0) göre Bolal x 5924 hattının bitki prolin içeriğinde %18 oranında artış gözlenmiştir. Tuzlu koşullarda B uygulandığında bitki prolin içeriğinin, artan B dozlarına (B1, B2) bağlı olarak kontrole (B0) göre sırasıyla %85 ve %202 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.22, Şekil 4.18).

Bolal 2973 çeşidinin prolin içeriği 100 mM tuz (T1) uygulamasında, tuzsuz koşullara (T0) göre %34 oranında azalırken, AUS-5924 hattının prolin içeriğinde %264 oranında artış gözlenmiştir. Bolal x 5924 hattının prolin içeriğinde ise 100 mM tuz (T1) uygulamasında, tuzsuz koşullara (T0) göre %18 oranında artış gözlenmiştir (Çizelge 4.22).



Şekil 4.18. B ve tuz uygulamalarının, bitkilerin prolin içeriğine etkileri

B dozlarının ortalama bitki prolin değerleri üzerine etkisi %1 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuş ve en yüksek bitki prolin içeriği 0,93 nmol g⁻¹ FW ile 1,5 mM B (B2) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu, azalan sıra ile B0 (0,48 nmol g⁻¹ FW) ve B1 (0,46 nmol g⁻¹ FW) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.22). Bitki prolin içeriklerinde çeşit ve hatlarda, 0 mM tuz (T0) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında kontrole (B0) göre Bolal 2973 çeşidinde %87 oranında azalma gözlenirken, Bolal x 5907 hattında %72 oranında artış gözlenmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 0,75 mM B (B1) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre en fazla Bolal x 5907 hattında %89 oranında artış meydana gelirken, AUS-5907 hattında %82 oranında azalma gözlenmiştir. 0 mM tuz (T0) ve 1,5 mM B (B2) doz uygulamalarına bakıldığında bitki prolin içeriğinde kontrole (B0) göre AUS-5924 hattında %214 oranında artış gözlenirken, Bolal 2973 çeşidinde %23 oranında azalma tespit edilmiştir. 100 mM tuz (T1) ve 1,5 mM B (B2) uygulamalarında ise, kontrole (B0) göre Bolal x 5924 hattında %202 oranında artış gözlenirken, Bolal 2973 çeşidinde %49 oranında artış gözlenmiştir.

Bitkide bazı stres koşulları altında biriken ve bir amino asit olan prolin, bitkinin stres koşullarına dayanıklılık oluşturması ile ilişkilidir. Prolin, stres şartları (kuraklık, tuzluluk, yüksek sıcaklık vs.) altında koruyucu bir mekanizma olarak artmaktadır. Bitkide prolin artışı, stres toleransının göstergesidir (Yoshida ve ark., 1997). Farklı stres

şartlarında, prolin içeriği türe göre değişmekte (Cavalieri ve Huang, 1979; Muratal ve Öncel, 1990), hatta aynı türün çeşitlerinde de farklılık meydana gelebilmektedir (Singh ve ark., 1972). Yaptığımız çalışma sonucunda, artan B dozlarına bağlı olarak bitkilerin prolin içeriklerinde artış tespit edilmiştir. Başalp ve ark. (2011) toleranslı ve duyarlı buğday fidelerine, B uygulama çalışmaları sonucunda, prolin içeriklerinin bazı çeşitlerde arttığını tespit etmişlerdir. Eraslan ve ark. (2007), yaptığı bir çalışmada, havuç bitkisinin B uygulamalarında prolin içeriğinde artış olduğunu tespit etmiştir. Tepe (2016), yaptığı çalışmada, 1 mM B stresi uygulanan Bezostoya ve Kutluk 94 buğday türlerinin prolin içeriklerinde artış meydana geldiğini bildirmiştir. Çalışmamızda tuzlu koşullar oluşturulduğunda artan B dozlarına bağlı olarak bitkilerin prolin içeriklerinde artış olduğu gözlenmiştir. Tuna ve Eroğlu (2017), saksı ortamında biber bitkisine 100 mM NaCl uygulaması sonucu bitkinin prolin içeriğinde artış meydana gelmiştir. Şahin (2009), 8 değişik asma anacına aşılı Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin, tuz ve tuz+B uygulamalarında, tüm bitkilerin genellikle prolin içeriklerinde artış olduğu gözlenmiştir. Eraslan ve ark. (2007), yürüttüğü başka bir çalışmada, marul bitkisine tuz ve tuz+B uyguladıklarında, bitkideki prolin içeriklerinde artış tespit etmişlerdir. Literatür çalışmaları, yaptığımız çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Tuz ve B toksisitesinden etkilenmiş topraklar dünya üzerinde önemli bir yüzdeye sahiptir. Bilindiği üzere, Türkiye topraklarında genellikle tuzluluk ve B toksisitesi sorunu bir arada görülmekte ve tahıl kuşağı olan toprakların, yaklaşık 1/5'inde tahıllar için toksik seviyede B bulunmaktadır (Gezgin ve ark., 2002). B toksisitesi ve tuzluluk üzerine yapılan çalışmaların temel amaçlarından birisi, bu gibi alanların tarıma yeniden kazandırılmasıdır. Bu gibi sorunlu arazilerin ıslahında pek çok metot bulunmakla birlikte, yüksek maliyetlerinden dolayı çok azı uygulanabilmektedir. Bu nedenle ekonomik ve etkisi yüksek yeni yöntemlerin bulunması büyük önem taşımaktadır. B toksisitesi ve tuzluluğun kontrolü mümkün olmayan alanlarda en pratik çözüm olarak ekonomik düzeyde verim sağlayabilecek B toksisitesi ve tuzluluğa toleransı yüksek bitkilerin geliştirilmesi ve ekonomik kayıpları önleyecek şekilde bu sorunlu alanlarda yetiştirilmesi öne çıkmaktadır (Nable, 1988; Paull ve ark., 1992).

Yapılan tez çalışmasında, uzun yıllarca Anadolu'da üretimi sürdürülmüş ancak son yıllarda üretimi oldukça azalmış olan Türkiye'nin eski ekmeçlik buğday çeşidi Bolal 2973, *Triticum monoccocum* (AA) kökenli tuza tolerans sağlayan *Nax1* ve *Nax2* genlerine sahip Avustralya kökenli hatlar (AUS-5907 ve AUS-5924) ve tuza toleranslılık genlerinin aktarıldığı ilerletilmiş ıslah materyali olan GM3 hatlarının (Bolal x 5907 ve Bolal x 5924), sera-saksı toprak koşullarında B ve tuz uygulamalarına karşı göstermiş oldukları tepkiler değerlendirilmiş ve ilgili genotiplere (GM3) kazandırılmış olan karakterlerin (*Nax1* ve *Nax2*) etkin olduğu yapılan bazı elementel ve fizyolojik testlemeler sonucunda görülmüştür.

Çalışma sonuçlarına göre bitki kuru ağırlık değerleri göz önüne alındığında, tuza toleranslı olan bazı genotiplerin, aynı zamanda artan dozlarda B uygulaması altında belli ölçüde B toleranslılığı sağladığı da görülmüştür. Melez hatların tuzlu koşullar ve artan B dozlarında, tuza toleranslılık sağlamanın yanı sıra, B toksisitesine karşıda tolerans sağladığı tespit edilmiştir.

Artan B dozlarına bağılı olarak tüm genotiplerde, özellikle Bolal 2973 çeşidinin Ca miktarlarında artış gözlenmiştir. Ca hücre duvarında pektinler şeklinde bulunarak hücre duvarının güçlenmesinde temel görev alır. B elementinin en önemli görevlerinden birisi hücre duvarında dayanıklılık sağlamasıdır. Toprakta B - Ca arasında antagonistik bir ilişki söz konusu olsada, bitki bünyesinde Ca ve B'un hücre duvarında görev almasından dolayı artan B dozlarına bağılı olarak Ca konsantrasyonlarında arttığı düşünülmektedir. Bununla birlikte tuz uygulamasında 0 mM tuza göre bitki Ca konsantrasyonlarının artış göstermesi, Ca ve Na arasında bir rekabet söz konusu olsa da, uygulanan B'un iyileştirici etki yapmasından kaynaklı olabilir.

Tuz uygulamasıyla birlikte 0 mM tuza göre AUS-5907 ve AUS-5924 hatlarında, Na konsantrasyonlarındaki artış diğer çeşit ve hatlara göre daha azdır. Bunun sebebi tuza tolerans sağlayan genlerin aktifliğinden kaynaklıdır. Tuz uygulamasında artan B dozlarına bağılı olarak AUS-5907 ve AUS-5924 hatlarının Na konsantrasyonları azalmıştır. Bitkilerin Na içeriklerindeki azalmalar, B uygulamasıyla birlikte bitki içerisinde B - Ca arasındaki olumlu etkileşim sonucu hücre duvarlarındaki bağların kuvvetlenmesinden kaynaklı olabilir. Tuzlu koşullarda 1,5 mM B uygulaması ile Bolal x 5924 hattının Na konsantrasyonunda, ebeveynlere ve diğer meleze göre, en fazla düşüş gözlenmiştir. Ortamda B konsantrasyonunun artması sonucu *Nax2* geninin aktivitesinin arttığı görülmüştür.

Tuz uygulamasıyla birlikte bitkilerin K konsantrasyonlarında azalma meydana gelmiştir. Bunun nedeni Na ve K arasındaki antagonistik ilişkiden dolayı ortamdaki Na konsantrasyonunun artmasına bağılı olarak, K konsantrasyonunda düşüş meydana gelmektedir. Tuzlu koşulların oluşturulması sonucu K konsantrasyonunda en az düşüş sırasıyla AUS-5924 ve Bolal x 5924 hatlarında gözlenmiştir. *Nax2* geni kökten gövdeye Na taşınımını yavaşlatırken K taşınımını hızlandırmakta ve böylece yaprakta K/Na oranını artırmaktadır. K bitki beslenmesinde önemli bir iyon olmakla birlikte, bitkide en fazla bulunan katyondur ve enerji metabolizmasında görev almaktadır. Yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerin sentezlenmesindeki özel görevi sayesinde bitkinin tuz gibi abiyotik kökenli stres türleri karşısında hayatta kalma kabiliyetini ve tolerans mekanizmasının artmasını sağlamaktadır.

Tuz uygulaması sonucu bitkilerin MDA içeriklerinde artış meydana gelmiştir. AUS-5924 ve Bolal x 5907 hattının MDA içeriklerindeki artışın minimum düzeyde olduğu gözlenmiştir. *Nax1* geni hem kök, hem gövdeden Na dışlanmasını sağlamakta, Na'un gövdede taşınımını yavaşlatmakta ve de yaprak kınında kalmasını sağlayarak yaprak ayasındaki Na konsantrasyonunu azaltmaktadır. Na'un dispers edici özelliğinden dolayı bitkide oksidatif hasar meydana gelmekte ve bitkilerin MDA içeriklerinde artış gözlenmektedir. Bitkide oksidatif stresin artması sonucu MDA içeriklerinde artış meydana gelmiyorsa veya bu artış minimum düzeyde ise, bu durum bitkinin toleranslı olduğunu göstermektedir. Yani çalışma sonuçlarımıza göre MDA artışının en az görüldüğü hatlardaki toleranslılık genleri stres koşullarında aktif bir şekilde çalışmaktadır.

TÜBİTAK 214O072 No'lu projede geliştirilmiş GM3 hatları, alt proje (214O073) kapsamında bazı tohum kalite analizlerine tabi tutulmuştur. Testlemeler sonucunda, genellikle ana ebevyne göre melez hatların, bin dane ağırlığı (Bolal x 5907, Bolal x 5924), tane iriliği (Bolal x 5924), sedimentasyon (Bolal x 5924), protein içeriği (Bolal x 5907, Bolal x 5924) artmış, düşme sayısı (Bolal x 5907, Bolal x 5924), un sarılık değeri (Bolal x 5907, Bolal x 5924) ve kül miktarı (Bolal x 5907, Bolal x 5924) azalmıştır (Hakki ve ark., 2018). Artan dozlarda B ve tuz uygulamaları sonucu melez hatlar bazı elementel ve fizyolojik testlemelere kendi aralarında farklı tepkiler göstermiştir. Kimi parametrelerde Bolal x 5907 hattındaki gen (*Nax1*) etkili çalışmışken, kimilerinde Bolal x 5924 hattındaki genin (*Nax2*) etkili çalıştığı gözlenmiştir. Bolal x 5924 hattı daha baskın sonuçlar gösterse de, GM3'lerdeki ilgili genlerin (*Nax1* ve *Nax2*) fonksiyonerliğini daha net anlayıp hatların ileri aşamalarda kullanılabilir birer çeşit olabilmeleri için, daha önceden yapılan kalite analiz sonuçları da göz önüne alınarak, yaptığımız uygulamalar sonucu elde edilen materyallerde kalite analizlerinin de yapılması ve ardından öneride bulunulması daha uygun olacaktır.

5.2 Öneriler

TÜBİTAK 214O072 No'lu projede geliştirilmiş olan ilerletilmiş geri melez hatlarından oluşan materyalin kullanıldığı bu tez çalışmasında materyalle ilgili sera denemesinde önemli bazı sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar ilgili genotiplere (GM3) kazandırılmış olan karakterlerin fonksiyonerliğini göstermiştir. GM3 hatlarında bazı enzim ve antioksidan testlemeleri ya da ileri düzey moleküler çalışmaları, materyallerin gösterdikleri tepkiler hakkında daha geniş fikir sahibi olmak için önemli ölçüde yarar sağlayacaktır.

Bununla birlikte ilgili materyalin (GM3) ıslah sürecinin devam etmesine bağlı olarak takip eden dönemlerdeki elde edilen (GM4) ve de elde edilecek olan daha ileri seviyedeki materyalin kullanılması durumunda, bu karakterlerin işlevselliği ile ilgili çok daha net sonuçlar elde edilmesi mümkün olacaktır. Dolayısıyla GM4 x GM4 kendileme aşamasında (son aşama) elde edilen materyallerle testleme yapılmasının bu tez çalışmasındaki sonuçların elde edilmesini sağlarken, aynı zamanda materyal daha ileri seviyede saflaşmış olacağı için sonuçların güvenilirliğini de aynı ölçüde arttırmış olacaktır.

Yaptığımız çalışmada kullanılan AUS hatları, *Nax1* ve *Nax2* genlerini (Na dışlayan) *Triticum monoccocum*'un A genomundan almaktadır. Ekmeklik buğdayda Na dışlanması D genomu ile alakalıdır ve *Kna1* lokusu tarafından kontrol edilmektedir. Yani tuza toleranslılık tek bir gen tarafından kontrol edilmemekte olup bitkide çeşitli tolerans mekanizmaları olabilmektedir. Bu farklı tolerans mekanizmaları sayesinde bitkilerin stres koşullarında gösterdikleri tepkiler göz önüne alınarak biyoçeşitlilikten faydalanılabilir.

Türkiye topraklarının bazı bölgelerinde B toksisitesi ve tuzluluk stresi, beraber veya ayrı ayrı olarak, bitki gelişimini önemli ölçüde azaltmakta ve verimliliği düşürmektedir. Tuzluluk ve besin elementi toksisitesi gibi abiyotik kökenli streslerle baş etmek, bitkide besin noksanlığı stresi ile baş etmekten daha zor ve mali açıdan oldukça yüksek olan önemli bir sorundur. Böyle durumlarla baş etmenin en uygulanabilir yöntemi, sorunlu bölgelere uyum sağlayacak, o bölgeleri kullanıma dahil edebilecek kabiliyette ıslah materyalleri elde etmek gibi gözükmektedir. Bir klasik ıslah programı,

bilindiği üzere oldukça uzun zaman almaktadır ve sonucun pozitif olacağı her zaman kesin olmamaktadır. Eğer klasik ıslahın moleküler ıslah ile desteklenme şansı var ise, çalışmamızda kullandığımız materyalin elde edildiği proje gibi, ıslah programındaki bu uzun süre kısalmakta ve aktarılan genlerin çalışabilirliği belirli aşamalarda kolaylıkla kontrol edilebilmektedir ve bu sayede yapılan çalışmanın verimi kısa bir dönemde gözlenmektedir. İleri dönemlerde yapılacak çalışmalarda sorunlu topraklar baz alınarak birkaç problemle aynı anda başa çıkabilecek genotiplerin geliştirilmesi, kullanımı kısıtlı olan çeşitli alanları tarımda etkili bir şekilde kullanıma açacaktır ve bu durumun ülke ekonomisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Ayrıca, mevcut çeşitlerin sahip olduğu bazı kalite parametreleri ile ilgili (rn; Zn, Fe, protein içeriği vb.) yetersizlikler söz konusu olduğunda, bu karakterlerle ilgili genlerin de stres şartlarına toleransları arttırılmakta olan genetik materyallere eř zamanlı olarak kazandırılması ülke tarımı için son derece önemli olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahmad, Z., Tahir, S., Abid, M. ve Amanullah, M., 2014, Salt-induced variations in physiological parameters and nutrient concentrations of two wheat cultivars, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 45 (1), 29-41.
- Akoğlu, A., 2013, Bazı taze fasulye (*phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bor uygulamalarına tepkileri, *ESOGÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Alkan, A., 1998, Farklı Tahıl Türleri ile Buğday ve Arpa Çeşitlerinin Bor Toksisitesine Dayanıklılığının Araştırılması ve Dayanıklılıkta Rol Alan Faktörlerin Belirlenmesi, *Doktora Tezi. ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana*.
- Alpaslan, M., Güneş, A., Taban, S., ERDAL, İ. ve TARAKÇIOĞLU, C., 1998, Tuz stresinde çeltik ve buğday çeşitlerinin kalsiyum, fosfor, demir, bakır, çinko ve mangan içeriklerinde değişimler, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22, 227-233.
- Alpaslan, M. ve Gunes, A., 2001, Interactive effects of boron and salinity stress on the growth, membrane permeability and mineral composition of tomato and cucumber plants, *Plant and Soil*, 236 (1), 123-128.
- Bahtiyar, M., 2002, Çorak Topraklar, www.tema.org.tr:
- Başalp, A., Öncel, I. ve Koç, E., 2011, Bor (B) toksisitesine toleranslı ve duyarlı buğday fidelerinde bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15 (3), 135-141.
- Bates, L. S., Waldren, R. P. ve Teare, I., 1973, Rapid determination of free proline for water-stress studies, *Plant and Soil*, 39 (1), 205-207.
- Baycan, F., Henden, E., Akkılıç, M., Öztürk, N., Ulu, N., Yayayürük, O. ve Deniz, T., 2005, Bor minerallerinden arsenik giderilmesi, *I.Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı, Ankara*, 231-236.
- Bergmann, W., 1992, Nutritional disorders of plants: visual and analytical diagnosis (English, French, Spanish).
- Bernstein, L., 1967, Effects of Vertically Heterogeneous Soil Salinity on Plant Growth and Water Uptake, *Soil Sci., Vol. 106:2 U.S.A. Biochemistry and Biophysics*, 87, 223-228.
- Bohnert, H. J. ve Sheveleva, E., 1998, Plant stress adaptations—making metabolism move, *Current Opinion in Plant Biology*, 1 (3), 267-274.
- Bresler, E., McNeal, B. ve Carter, D., 1982, Saline and Sodic Soils: Principles-Dynamics-Modelling, *Advanced Series in Agricultural Sciences*, 10.
- Broadley, M., Brown, P., Cakmak, I., Rengel, Z. ve Zhao, F., 2012, Function of nutrients: micronutrients, In: Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition), Eds: Elsevier, p. 191-248.

Burt, R., 2004, Soil survey laboratory methods manual.

Cakmak, I., Yilmaz, A., Kalayci, M., Ekiz, H., Ulger, A. ve Braun, H., 1997, Zinc deficiency and boron toxicity as critical nutritional problems in wheat production in Turkey. International Wheat Conference, 5; Ankara (Turkey); 10-14 Jun 1996, ^ *International Wheat Conference, 5; Ankara (Turkey); 10-14 Jun 1996* ^ *Ankara (Turkey)* ^ *BMinistry of Agriculture and Rural Affairs* ^ *C1997*.

Cartwright, B., Zarcinas, B. ve Mayfield, A., 1984, Toxic concentrations of boron in a red-brown earth at Gladstone, South Australia, *Soil Research*, 22 (3), 261-272.

Cartwright, B., Zarcinas, B. ve Spouncer, L., 1986, Boron toxicity in South Australian barley crops, *Australian Journal of Agricultural Research*, 37 (4), 351-359.

Cartwright, B., Rathjen, A., Sparrow, D., Paull, J. ve Zarcinas, B., 1987, Boron tolerance in Australian varieties of wheat and barley, In: Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition, Eds: Springer, p. 139-151.

Cavalieri, A. J. ve Huang, A. H., 1979, Evaluation of proline accumulation in the adaptation of diverse species of marsh halophytes to the saline environment, *American Journal of Botany*, 66 (3), 307-312.

Çakırlar, H. ve Topçuoğlu, Ş., 1985, Stres terminolojisi, *Çölleşen Dünya ve Türkiye Örneği Sempozyum*, 7, 13-17.

Demirtaş, A., 2005, Bitkide bor ve etkileri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36 (2), 217-225.

Dhankhar, O. ve Dahiya, S., 1980, effect of different levels of boron and soil salinity on the yield of dry matter and its mineral composition in ber (*Zizyphus rotundifolia*), *International Symposium on Salt Affected Soils: 18 to 21 February 1980*.

Dionisio-Sese, M. L. ve Tobita, S., 1998, Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress, *Plant Science*, 135 (1), 1-9.

Dizdar, M., 1978, Türkiye’de Tuzdan Etkilenmiş Topraklar, *Topraksu Teknik Dergisi, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara*.

Ekmekçi, E., Apan, M. ve Kara, T., 2005, Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20 (3), 118-125.

El-Hendawy, S. E., Hu, Y. ve Schmidhalter, U., 2005, Growth, ion content, gas exchange, and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerances, *Australian Journal of Agricultural Research*, 56 (2), 123-134.

El-Motaium, R., Hu, H. ve Brown, P. H., 1994, The relative tolerance of six *Prunus* rootstocks to boron and salinity, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119 (6), 1169-1175.

- Elstner, E. F. ve Osswald, W., 1994, Mechanisms of oxygen activation during plant stress, *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences*, 102, 131-154.
- Epstein, E., Norlyn, J. D., Rush, D. W., Kingsbury, R. W., Kelley, D. B., Cunningham, G. A. ve Wrona, A. F., 1980, Saline culture of crops: a genetic approach, *Science*, 210 (4468), 399-404.
- Eraslan, F., Inal, A., Savasturk, O. ve Gunes, A., 2007, Changes in antioxidative system and membrane damage of lettuce in response to salinity and boron toxicity, *Scientia Horticulturae*, 114 (1), 5-10.
- Ersöz, S., 2009, Asma Anaçlarında (Vitis Sp.) Bor Ve Tuz Stresine Tolerans Mekanizmalarının Stresle İlgili Fizyolojik Parametreler Ve Antioksidan Enzimlerle Belirlenmesi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 127.
- Gezgin, S., Dursun, N., Hamurcu, M., Harmankaya, M., Önder, M., Sade, B., Topal, A., Soylu, S., Akgün, N. ve Yorgancılar, M., 2002, Determination of B contents of soils in Central Anatolian cultivated lands and its relations between soil and water characteristics. Boron in Plant and Animal Nutrition. Edited by Goldbach et al, *Boran in Plant and Animal Nutrition; Goldbach, HE, Brawn, PH, Rerkasem, B., Thellier, M., Wimmer, MA, Ben, RW, Eds*, 391-400.
- Gezgin, S., Gökmen, F., Dursun, N., Babaoğlu, M. ve Hakkı, E., 2005, *I. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı, Ankara*.
- Goldberg, S., 1997, Reactions of boron with soils, *Plant and Soil*, 193 (1-2), 35-48.
- Graham, R. D., Ascher, J. S. ve Hynes, S. C., 1992, Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils of low zinc status, *Plant and Soil*, 146 (1-2), 241-250.
- Grattan, S. ve Grieve, C., 1999, Salinity mineral nutrient relations in horticultural crops: a review, *Scientia Horticulturae (Netherlands)*.
- Gupta, U. C., Jame, Y., Campbell, C., Leyshon, A. ve Nicholaichuk, W., 1985, Boron toxicity and deficiency: a review, *Canadian Journal of Soil Science*, 65 (3), 381-409.
- Güneş, A., Alpaslan, M. ve İnal, A., 2000a, Bitki besleme ve gübreleme, *Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayın* (1514), 199.
- Güneş, A., Alpaslan, M., Özcan, H. ve Çıkılı, Y., 2000b, Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen mısır (*Zea mays L.*) çeşitlerinin Bor toksisitesine duyarlılıkları, *Türk J. Agric. For*, 24, 277-282.
- Hakkı, E. E., Bilgiçli, N., Gezgin, S. ve Hamurcu, M., 2018, Klasik ve Moleküler İslah Yöntemleri Kullanılarak Bazı Buğday Çeşitlerine Tuza Toleranslılık Genlerinin Aktarılması, Proje Sonuç Raporu (214O072 - 214O073), *TUBITAK - 1003*, 143.

- Hakkı, E. E., Babaoğlu, M., Soylu, S., Gezgin, S. ve Dural, H., 2005, Bitkilerce bor alımı: Moleküler, tarımsal ve çevresel değerlendirmeler, *I.Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı, Ankara*, 141-146.
- Hamurcu, M., Harmankaya, M., Soylu, S., Gökmen, F. ve Gezgin, S., 2006, Makarnalık buğdayın (*Triticum durum L.*) Bazı Besin Elementleri Kapsamına Farklı Dozlarda Bor ve Demir Uygulamalarının Etkisi, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 20 (38), 1-8.
- Hamurcu, M., Gezgin, S., Topal, A., Babaloglu, M. ve Hakkı, E. E., 2008, Ekmeklik Buğdayda Bor Toksisitesine Dirençlilik Kazandırabilecek Genetik Kaynakların Belirlenmesi, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 22 (46), 43-47.
- Harite, Ü., 2008, Pamukta Bor Toksisitesine Dayanıklılık, *Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 74.
- Hasegawa, P., Bressan, R. ve Handa, A., 1986, Cellular mechanisms of salinity tolerance, *HortScience (USA)*.
- Huang, C. ve Graham, R. D., 1990, Resistance of wheat genotypes to boron toxicity is expressed at the cellular level, *Plant and Soil*, 126 (2), 295-300.
- James, R. A., Blake, C., Zwart, A. B., Hare, R. A., Rathjen, A. J. ve Munns, R., 2012, Impact of ancestral wheat sodium exclusion genes *Nax1* and *Nax2* on grain yield of durum wheat on saline soils, *Functional Plant Biology*, 39 (7), 609-618.
- Johnson, C. M. ve Ulrich, A., 1959, 2. Analytical methods for use in plant analysis, *Analytical methods for use in plant analysis*.
- Kalayci, M., Alkan, A., Cakmak, I., Bayramoğlu, O., Yilmaz, A., Aydin, M., Ozbek, V., Ekiz, H. ve Ozberisoy, F., 1998, Studies on differential response of wheat cultivars to boron toxicity, *Euphytica*, 100 (1-3), 123-129.
- Karanlık, S., 2001, Değişik buğday genotiplerinde tuz stresine dayanıklılık ve dayanıklılığın fizyolojik nedenlerinin araştırılması, *Enst, Adana*.
- Katyál, J. ve Vlek, P., 1985, 3. Micronutrient problems in tropical Asia, *Fertilizer Research*, 7 (1-3), 69-94.
- Keren, R. ve Bingham, F., 1958, Boron in water, soils, and plants, In: *Advances in soil science*, Eds: Springer, p. 229-276.
- Kotuby, J., Koenig, R. ve Kitchen, B., 1997, Salinity and Plant Tolerance. Utah State University Extension, *AG-SO-03., Utah*.
- Loomis, W. D. ve Durst, R., 1992, Chemistry and biology of boron, *BioFactors (Oxford, England)*, 3 (4), 229-239.
- Marschner, H., 1995, Mineral nutrition of higher plants, *Academic Press, London*.
- Marschner, H., 1997, Functions of mineral nutrition: micronutrients, *Mineral Nutrition of Higher Plant*, *Academic Press, San Diego*, 313-404, 889.

- Masood, S., Saleh, L., Witzel, K., Plieth, C. ve Mühling, K. H., 2012, Determination of oxidative stress in wheat leaves as influenced by boron toxicity and NaCl stress, *Plant Physiology and Biochemistry*, 56, 56-61.
- Munne-Bosch, S. ve Penuelas, J., 2003, Photo-and antioxidative protection, and a role for salicylic acid during drought and recovery in field-grown *Phillyrea angustifolia* plants, *Planta*, 217 (5), 758-766.
- Murata, Y., Obi, I., Yoshihashi, M., Noguchi, M. ve Kakutani, T., 1994, Reduced permeability to K⁺ and Na⁺ ions of K⁺ channels in the plasma membrane of tobacco cells in suspension after adaptation to 50 mM NaCl, *Plant and Cell Physiology*, 35 (1), 87-92.
- Muratal, P. ve Öncel, I., 1990, Pırasa (*Allium porrum* L.) çeşitlerinde serbest prolin birikiminin düşük sıcaklık stresinde incelenmesi, *Cumhuriyet Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Fen Bilimleri Dergisi*, 13, 3-24.
- Nable, R. ve Paull, J., 1990, Effect of excess grain boron concentrations on early seedling development and growth of several wheat (*Triticum aestivum*) genotypes with different susceptibilities to boron toxicity, In: *Plant Nutrition—Physiology and Applications*, Eds: Springer, p. 291-295.
- 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 (1), 45-52.
- Nable, R. O., Bañuelos, G. S. ve Paull, J. G., 1997, Boron toxicity, *Plant and Soil*, 193 (1-2), 181-198.
- Öncel, I. ve Keleş, Y., 2002, Tuz stresi altındaki buğday genotiplerinde büyüme, pigment içeriği ve çözümlü madde kompozisyonunda değişimler, *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 23 (2).
- Pallotta, M., Schnurbusch, T., Hayes, J., Hay, A., Baumann, U., Paull, J., Langridge, P. ve Sutton, T., 2014, Molecular basis of adaptation to high soil boron in wheat landraces and elite cultivars, *Nature*, 514 (7520), 88.
- Parida, A. K., Mitra, B., Das, A. B., Das, T. K. ve Mohanty, P., 2005, High salinity reduces the content of a highly abundant 23-kDa protein of the mangrove *Bruguiera parviflora*, *Planta*, 221 (1), 135-140.
- Paull, J., Cartwright, B. ve Rathjen, A., 1988, Responses of wheat and barley genotypes to toxic concentrations of soil boron, *Euphytica*, 39 (2), 137-144.
- Paull, J., Rathjen, A., Cartwright, B. ve Nable, R., 1990, Selection parameters for assessing the tolerance of wheat to high concentrations of boron, In: *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*, Eds: Springer, p. 361-369.
- Paull, J., Nable, R., Lake, A., Materne, M. ve Rathjen, A., 1992, Response of annual medics (*Medicago* spp.) and field peas (*Pisum sativum*) to high concentration of boron: genetic variation and the mechanism of tolerance, *Australian Journal of Agricultural Research*, 43 (1), 203-213.

- Rahmatullah, B. U. Z. ve Salim, M., 1999, Plant utilization and release of boron distributed in different fractions in calcareous soils, *Arid soil research and rehabilitation*, 13 (3), 293-303.
- Rao, K. M. ve Sresty, T., 2000, Antioxidative parameters in the seedlings of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh) in response to Zn and Ni stresses, *Plant Science*, 157 (1), 113-128.
- Rerkasem, B., Sounders, D. A. ve B, D., 1989, Grain Set Failure and Boron Deficiency In Wheat. *J. Agric, (Chiang Mai University)*, 5, 1-10.
- Rerkasem, B., Lodkaew, S. ve Jamjod, S., 1991, Assessment of grain set failure and diagnosis for boron deficiency in wheat, *3. International Conference on Wheat for the Nontraditional Warm Areas, Foz do Iguacu (Brazil)*.
- Richards, L. A., 1954, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, *US Salinity Lab., US Department of Agriculture Handbook 60. California, USA*.
- Robinson, S. P., Downton, W. J. S. ve Millhouse, J. A., 1983, Photosynthesis and ion content of leaves and isolated chloroplasts of salt-stressed spinach, *Plant Physiology*, 73 (2), 238-242.
- Römheld, V. ve Marschner, H., 1991, Function of micronutrients in plants, *Micronutrients in agriculture (micronutrientsi2)*, 297-328.
- Ruiz, D., Martinez, V. ve Cerdá, A., 1999, Demarcating specific ion (NaCl, Cl⁻, Na⁺) and osmotic effects in the response of two citrus rootstocks to salinity, *Scientia Horticulturae*, 80 (3-4), 213-224.
- Sakal, R. ve Singh, A. P., 1995, Boron research and agricultural production. In micronutrients res. Agric. Prod. (Ed., Tandon, Hls) *Fert. Dev. And Cons. Org. New Delhi, India In*, 1-31.
- Sarı, D. S., 2009, Bor-toprak tuzluluğu ilişkisinin buğdayın gelişimi üzerine etkisi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Savvas, D. ve Lenz, F., 2000, Effects of NaCl or nutrient-induced salinity on growth, yield, and composition of eggplants grown in rockwool, *Scientia Horticulturae*, 84 (1-2), 37-47.
- Schubert, S. ve Läuchli, A., 1990, Sodium exclusion mechanisms at the root surface of two maize cultivars, In: Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition, Eds: Springer, p. 183-187.
- Serrano, R. ve Gaxiola, R., 1994, Microbial models and salt stress tolerance in plants, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 13 (2), 121-138.
- Sharma, D., 1980, Effect of using saline water to supplement canal water irrigation on the crop growth of rice, *Current agriculture*.

- Sharma, S., 1990, Effect of salinity on internal distribution of Na⁺, K⁺ and Cl⁻ and the mechanism of salt injury in chickpea, *Plant Physiology & Biochemistry (New Delhi)*, 17 (1), 41-47.
- Sillanpää, M., 1982, Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study, 48, Food & Agriculture Org., p.
- Silva, A. ve Andrade, J., 1983, Influence of micronutrients on the male sterility on upland wheat and on rice and soybean yields, in red-yellow latosol [Triticum aestivum, Glycine max, Oryza sativa, Federal District, Brazil], *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*.
- Singh, D., Singh, V. ve Singh, R., 1988, Effect of gypsum on boron tolerance in cowpea, *New botanist*.
- Singh, T., Aspinall, D. ve Paleg, L., 1972, Proline accumulation and varietal adaptability to drought in barley: a potential metabolic measure of drought resistance, *Nature New Biology*, 236 (67), 188.
- Singh, V. ve Singh, S., 1983, Effect of applied boron on the chemical composition of lentil plants, *Journal of the Indian Society of Soil Science*.
- Supanjani, L. K. ve Lee, K., 2006, Hot pepper response to interactive effects of salinity and boron, *Plant Soil and Environment*, 52 (5), 227.
- Şahin, Ö., 2009, Farklı asma anaçları üzerine aşılı Sultani Çekirdeksiz (Vitis vinifera L.) üzüm çeşidinin bor ve tuz tolerans mekanizmalarının stresle ilgili fizyolojik parametreler ve antioksidan enzimlerle belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı*.
- Taban, S. ve Erdal, İ., 2000, Bor uygulamasının değişik buğday çeşitlerinde gelişme ve toprak üstü aksamda bor dağılımı üzerine etkisi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 255-262.
- Taslak, İ., Çağlar, Ö., Bulut, S. ve Akten, Ş., 2007, Bazı arpa genotiplerinin tuzluluğa toleranslarının belirlenmesi I. Çimlendirme denemesi, *VII. Tarla Bitkileri Kongresi, Erzurum*, 188-192.
- Tepe, D., H., 2016, Bor Stresine Maruz Kalmış Buğday Bitkisine Eksojen Nitrik Oksit (NO) İlavesinin Fizyolojik Etkilerinin İncelenmesi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Manisa*.
- Termaat, A. ve Munns, R., 1986, Use of concentrated macronutrient solutions to separate osmotic from NaCl-specific effects on plant growth.[Symposium paper], *Australian Journal of Plant Physiology (Australia)*.
- Topaloğlu, K., 2010, Tuz stresinin Chili biberlerinin pigment ve kapsaisinoid değişimi ile peroksidaz aktivitesi arasındaki ilişki, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Adana*.
- Tsadilas, C., 1997, Soil contamination with boron due to irrigation with treated municipal waste water, In: Boron in soils and plants, Eds: Springer, p. 265-270.

- Tuğcu, D., 2017, Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanada meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin belirlenmesi, *Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Tuna, A. L. ve Eroğlu, B., 2017, Tuz stresi altındaki biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde bazı organik ve inorganik bileşiklerin antioksidatif sisteme etkileri, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32 (1), 121-131.
- Uras, S. D. ve Sonmez, S., 2010, Tarım Alanlarında Tuzluluk Oluşumu ve Bitkiler ile Çevre Üzerine Etkileri, *Ege Üniversitesi Zir.Fak. Dergisi*, 2010, özel sayı, 574-579.
- Yadav, O. ve Manchanda, H., 1979, Boron tolerance studies in gram and wheat grown on a sierozem sandy soil, *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 27 (2), 174-180.
- Yang, Y., Newton, R. ve Miller, F., 1990, Salinity tolerance in Sorghum. I. Whole plant response to sodium chloride in *S. bicolor* and *S. halepense*, *Crop Science*, 30 (4), 775-781.
- Yoshiba, Y., Kiyosue, T., Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. ve Shinozaki, K., 1997, Regulation of levels of proline as an osmolyte in plants under water stress, *Plant and Cell Physiology*, 38 (10), 1095-1102.
- Yossif, A. M., Yılmaz, F. G., Hamurcu, M. ve Gezgin, S., 2018, Tuz ve K-Humat Uygulamasına Farklı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Tepkileri, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32 (3), 312-320.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Makbule Rumeysa OMA Y
Uyruğu : TC
Doğum Yeri ve Tarihi : Meram – 01.08.1995
Telefon : 0542 375 66 92
Faks : -
e-mail : omaymr@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Açıköğretim Lisesi, Meram, Konya	2013
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2017
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	-

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2016	Ticaret Borsası Laboratuvarı (KLD)	Stajyer
2017 - 2018	2140072, Klasik Ve Moleküler Islah Yöntemleri Kullanılarak Bazı Buğday Çesitlerine Tuza Toleranslılık Genlerinin Aktarılması, 1003 - TOVAG - Tarım, Ormancılık Ve Veterinerlik Araştırma Destek Grubu, ARDEB.	Bursiyer

UZMANLIK ALANI

Bitki Besleme

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

1. Yıldırım B., Ilden R. E., **Omay M. R.**, Khan M. K., Pandey A., Gezgin S., Hamurcu M., Tamkoç A., Topal A., Hakkı E. E., **2018**, Bor Toksisitesine Toleranslı Türk Buğday Genotipine Moleküler Islah Yoluyla Tuza Tolerans Genlerinin Aktarılması. 7. Ulusal Moleküler Biyoloji ve Biyoteknoloji Kongresi, 2-5 Temmuz, Nevşehir, Türkiye. (Bitirme Ödevinden Yapılmıştır.)

2. Khan M. K., Pandey A., Topal A., Gulcan K., Suslu H., Santos P. A., **Omay M. R.**, Inanc M., Eken N., Hakkı E. E., **2018**, Utilization of Marker-Assisted Selection Method to Develop Salt Tolerant Wheat. Proceedings Of International Agricultural, Biological & Life Science Conference September 2-5, Edirne, Turkey.

3. Pandey A., Khan M. K., Hamurcu M., Topal A., Tamkoc A., Gezgin S., Gulcan K., Akgun N., Santos P. A., Suslu H., **Omay M. R.**, Akin F., Inanc M., Can H., Avşaroglu Z.Z., Eken N., Omay H., Kayis S. A., Akkaya M. S., Bilgicli N., Turker S., Hakki E. E., **2018**, *Triticum monococcum* Based Genes As a Source of Salt Tolerance in Turkish Wheat Genotypes. 21st European Biotechnology Congress. October 11-12, Moscow/Russia.
4. Khan M. K., Pandey A., Bilgicli N., Hakki E. E., Turker S., Gezgin S., Hamurcu M., Akgun N., **Omay M. R.**, Suslu H., Santos P. A., Topal A., **2019**, Seed Quality Analysis - An Insight in to The Effects of Introgressed Genes in Advanced Breeding Wheat Material. 2nd International Salinity Conference (ISC-2019), March 4-6, Bahawalpur, Pakistan.
5. Hakki E. E., Pandey A., Khan M. K., Hamurcu M., Gezgin S., Topal A., Tamkoc A., **Omay M. R.**, Suslu H., Inanc M., Santos P. A., Gulcan K., Akgun N., Avsaroglu Z. Z., Eken N., Omay H., Bilgicli N., Kayis S. A., Akkaya M. S., Turker S., **2019**, Marker Assisted Selection Based Development of Boron and Salt Stress Tolerant Bread Wheat Material. International Symposium on Boron (BORON2019), April 17-19, Nevşehir, Turkey.
6. **Omay M. R.**, Khan M. K., Pandey A., Hakki E. E., **2019**, Physiological Investigation of Developed Hybrid Bread Wheat Lines Under High Boron and Salt Application. International Symposium for Enviromental Science and Engineering Research (ISESER2019). 25 – 27 Mayıs, Konya/Türkiye. (Yüksek Lisans Tezinden Yapılmıştır.)