



**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZTO-YL-2008-0001**

PAMUKTA BOR TOKSİTESİNE DAYANIKLILIK

Ümit HARİTE

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Mehmet AYDIN**

AYDIN-2008

**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZTO-YL-2008-0001**

PAMUKTA BOR TOKSİTESİNE DAYANIKLILIK

Ümit HARİTE

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Mehmet AYDIN**

AYDIN-2008

KABUL VE ONAY SAYFASI**T.C
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı Öğrencisi Ümit HARİTE' nin hazırlamış olduğu Yüksek Lisans tezi aşağıda isimleri bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

<u>ÜNVANI ADI SOYADI</u>	<u>KURUMU</u>	<u>İMZASI:</u>
Doç. Dr. Mehmet AYDIN	Adnan Menderes Üniversitesi
Doç. Dr. M. Ali DEMİRAL	Adnan Menderes Üniversitesi
Prof.. Dr. Aydın ÜNAY	Adnan Menderes Üniversitesi

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nuntarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Adı Soyadı : Ümit HARİTE

İmza :

ÖZET**Yüksek Lisans Tezi****PAMUKTA BOR TOKSİTESİNE DAYANIKLILIK****Ümit HARİTE****Adnan Menderes Üniversitesi****Fen Bilimleri Enstitüsü****Toprak Ana Bilim Dalı****Danışman: Doç. Dr. Mehmet AYDIN**

Bu Araştırma 2006 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Serasında yürütülmüştür. Perlit kum karışımında yetiştirilen pamuk çeşitlerinin farklı düzeylerde uygulanan bor (B) dozlarına olan reaksiyonları incelenmiştir. Çalışma, dört farklı bor dozu (0.5, 7.5, 15, 22.5 mg B L⁻¹) ve sekiz pamuk çeşidi (Barut 2005, Gossipolsüz Nazilli, Gürel Bey, Nazilli 143, Nazilli 342, Nazilli 39, Nazilli-503, STN 8A) ile faktöryel deneme deseni düzeninde kurulmuştur.

Bor uygulama dozlarına paralel olarak, bor toksitesinden zarar görmüş yaprak sayısı, kök, gövde ve yaprak bor içeriklerinin artmasına karşın, bitkilerde taze ağırlık, kuru ağırlık, boy ve yaprak sayıları azalmıştır. Yapılan regresyon analizi ve mevcut çeşitlerin içinde Gürel Bey ve Gossipolsüz Nazilli bor toksitesine dayanıklı, Nazilli ise hassas çeşit olarak belirlenmiştir.

2008, 74 sayfa**Anahtar Sözcükler**

G. hirsutum L, çeşit, yaprak, gövde, kök, bor konsantrasyonu

ABSTRACT**Master Thesis****BORON TOXICITY IN COTTON****Ümit HARİTE**

**Adnan Menderes University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Soil Sciences**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet AYDIN

This research has been carried out at Adnan Menderes University the Faculty of Agriculture Application Greenhouse in 2006. The reactions of cotton varieties, grown in a mixture of sand and perlite medium, were investigated in point of boron (B) doses. The experiment was conducted with four boron doses (0.5, 7.5, 15, 22.5 mg B L⁻¹) and eight cultivars (Barut 2005, Gossipolsüz Nazilli, Gürel Bey, Nazilli 143, Nazilli 342, Nazilli 39, Nazilli-503, STN 8A) in factorial experiment design.

Number of damaged leaf from boron toxicity, root, stem and leaf boron concentrations increased by boron application doses while fresh weight, dry weight and leaf numbers per plant decreased. In point of yield relations on boron doses, Gürel Bey and Gossipolsüz Nazilli cultivars were the most tolerant and Nazilli 39 cultivar was the most sensitive against boron toxicity.

2008, 74 pages

Key Words

G. hirsutum L, cultivars, leaf, stem, root, boron concentration

ÖNSÖZ

Bor bitkilerin büyüme ve gelişmelerini düzenleyen fizyolojik olaylarda etkin bir spektruma sahip mutlak gerekli bir mikro besin elementidir. Yeryüzündeki topraklarda daha çok eksikliği görüldüğü için yapılan araştırmaların çoğu bor noksanlığı üzerine yoğunlaşmaktadır. Buna karşın dünyanın en zengin bor yataklarına sahip olan ülkemiz topraklarında, bor fazlalığı ve yetişen bitkilerde bundan kaynaklanan bor toksitesi görülmektedir. Bor mineralinin endüstride (tekstil, fiberglass, cam, deterjan, orman ürünleri, ilaç sanayi, kozmetik vb.) yoğun olarak kullanımı ve kaplıca sularının akarsu ve rezervuarlara karışması bor elementinin çevre kirliliğine olan katkısını artırmaktadır. Bu problemler arasında en önemli olanı yaygın bir şekilde kirlenmiş suların tarımsal alanlarda kullanılmasıdır. Termal tesislerden çıkan ve yüksek düzeyde bor içeren sular Aydın ilinin tarım potansiyelini ciddi bir şekilde tehdit etmektedir. Bu sorunun çözüm yollarından bir tanesi bölgede yetişen ana ürünlerin bor toksitesine dayanıklılığını arttırmaktır. Yapılan bu çalışma ile bundan böyle Aydın yöresi için geliştirilecek yeni pamuk çeşitlerinde bor toksitesine dayanıklılığın da bir kriter olarak ele alınabileceği ortaya konulmuştur.

Yüksek lisans tez çalışmamın konu seçiminden, tez yazımına kadar değerli zaman ve yönlendirmelerini benden esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Mehmet AYDIN'a ve tezimin yürütülebilmesi için ADÜ-ZRF-06019 No'lu proje ile bize destek sağlayan Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Daire Başkanlığına çok teşekkür ederim. Çalışmalarım sırasında yardım ve desteklerini gördüğüm Araştırma görevlisi arkadaşlara ve yüksek lisans öğrencilerine, maddi ve manevi her türlü desteğini benden esirgemeyen değerli aileme, sevgili arkadaşım Fırat KURT ve Ayşegül ALPTÜRK'e, ayrıca tüm imkanlarından yararlandığım Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Anabilim Dalı Başkanlığı şahsında herkese teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

KABUL VE ONAY SAYFASI	i
İNTİHAL BEYAN SAYFASI	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1. Bitkilerin Bor Alımı.....	6
2.2. Toprakta Bor Kaynakları.....	7
2.3. Sulama Suyunda Bor.....	9
2.4. Borun Hareketliğini ve Kullanımını Etkileyen Faktörler	11
2.4.1. Kil Mineralleri	11
2.4.2. Toprak pH'sı	12
2.4.3. Organik Madde	12
2.4.4. Demir ve Alüminyum Oksitler	13
2.4.5. Diğer Besin Elementlerinin Etkisi	13
2.4.6. Bitkisel Faktörler	14
2.4.7. Çevresel Faktörler	16
2.5. Borun Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri.....	17
2.5.1. Fenol Metabolizması, Oksin ve Doku Farklılaşması.....	17
2.5.2. Membranlar	18
2.5.3. Kök Uzaması ve Nükleik Asit Metabolizması	19
2.5.4. Polen Çimlenmesi ve Polen Tüpü Büyümesi.....	19
2.5.5. Karbohidrat ve Protein Metabolizması.....	20
2.6. Bor Toksitesinde Genetik Farklılığın Rolü.....	20
2.7. Toksite Belirtileri ve Islahı.....	21
2.8. Bor Uygulamalarının Bitki Gelişmesi Üzerine Etkileri.....	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	26
3.1. Materyal.....	26
3.2. Yöntem.....	29
3.2.1. Morfolojik Gözlemler.....	31
3.2.2. Kumun Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinde Uygulanan Yöntemler	32
3.2.3. Bitki Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması.....	33
3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi.....	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	35
4.1. Varyans Analizi	35
4.2. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Bitki Boyu Üzerine Etkileri.....	37
4.3. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Yaprak Sayısı Üzerine Etkileri.....	38
4.4. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Hasarlı Yaprak Sayısı Üzerine Etkileri.....	40
4.5. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Taze Yaprak Ağırlığı Üzerine Etkileri	41

4.6. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Taze Gövde Ağırlığı Üzerine Etkileri.....	42
4.7. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Taze Kök Ağırlığı Üzerine Etkileri.....	43
4.8. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Toplam Taze Ağırlık Üzerine Etkileri.....	45
4.9. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Kuru Yaprak Ağırlığı Üzerine Etkileri.....	48
4.10. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Kuru Gövde Ağırlığı Üzerine Etkileri.....	49
4.11. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Kuru Kök Ağırlığı Üzerine Etkileri.....	50
4.12. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Toplam Kuru Ağırlığı Üzerine Etkileri.....	51
4.13. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Yapraktaki Bor Konsantrasyonları Üzerine Etkileri.....	54
4.14. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Gövdedeki Bor Konsantrasyonları Üzerine Etkileri.....	55
4.15. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Kökteki Bor Konsantrasyonları Üzerine Etkileri.....	57
4.16. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Gözlemi Yapılan Komponentlere İlişkin Korelasyon Değerleri.....	58
5. SONUÇ.....	60
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	74

ŞEKİLLER DİZİNİ**Sayfa No**

Şekil 2.1 Domates bitkisinde bor toksitesi belirtileri (Anonim, 2006b).....	21
Şekil 3.1 Denemenin genel görünüşü ve bitkilerinin toksite belirtileri.....	29

ÇİZELGELER DİZİNİ**Sayfa No**

Çizelge 1.1 Aydın ili pamuk ekim alanı, üretimi ve verimi (Anonim, 2005a).....	2
Çizelge 1.2 Dünya bor rezervleri (Anonim, 2007).....	3
Çizelge 2.1 Scolfield'e göre sulama sularının bor sınıfları (Thorne ve Peterson, 1954)..	9
Çizelge 2.2 Bor gereksinimlerine göre bitkilerin guruplandırılması (Kacar ve Katkat, 1999)	14
Çizelge 2.3 Bitkilerin sulama suyunda bora nispi dirençleri (U.S Salinity Lab.staff, 1954)	16
Çizelge 3.1 Denemede kullanılan dere kumunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	26
Çizelge 3.2 Perlitin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Hall, 2005)	26
Çizelge 3.3 Denemede kullanılan sulama suyunun kimyasal özellikleri.....	27
Çizelge 3.4 Denemede kullanılan besi ortamının besin elementi içerikleri (Hoagland ve Arnon, 1950)	28
Çizelge 3.5 Beş litre makro element stok çözeltisi (100 kez konsantre) hazırlamak için gerekli makro besin elementli gübre miktarları...	28
Çizelge 3.6 Beş litre mikro element stok çözeltisi (100 kez konsantre) hazırlamak için gerekli mikro besin elementli gübre miktarları	29
Çizelge 3.7 Deneme süresince yapılan işlemler	30
Çizelge 4.1 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde gözlemi yapılan komponentlere ilişkin varyans analiz çizelgesi	36
Çizelge 4.2 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde bitki boyu üzerine etkileri.....	37
Çizelge 4.3 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde yaprak sayısı üzerine etkileri.....	39
Çizelge 4.4 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde hasarlı yaprak sayısı üzerine etkileri	40
Çizelge 4.5 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde taze yaprak ağırlığı üzerine etkileri	42
Çizelge 4.6 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde taze gövde ağırlığı üzerine etkileri.....	43
Çizelge 4.7 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde taze kök ağırlığı üzerine etkileri.....	44
Çizelge 4.8 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde toplam taze ağırlık üzerine etkileri.....	45
Çizelge 4.9 Uygulanan bor dozları ile toplam yaş ağırlık arasındaki doğrusal ilişkiye ait parametreler.....	46
Çizelge 4.10 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde kuru yaprak ağırlığı üzerine etkileri	48
Çizelge 4.11 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde kuru gövde ağırlığı üzerine etkileri.....	49
Çizelge 4.12 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde kuru kök ağırlığı üzerine etkileri	50
Çizelge 4.13 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde toplam kuru ağırlığı üzerine etkileri	52
Çizelge 4.14 Uygulanan bor dozları ile toplam kuru ağırlık arasındaki doğrusal ilişkiye ait parametreler	53

Çizelge 4.15 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde yapraktaki bor konsantrasyonları üzerine etkileri	54
Çizelge 4.16 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde gövdedeki bor konsantrasyonları üzerine etkileri	56
Çizelge 4.17 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde kökteki bor konsantrasyonları üzerine etkileri	57
Çizelge 4.18 Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde gözlemi yapılan komponentlere ilişkin korelasyon değerleri.....	59

1. GİRİŞ

Pamuk (*G. hirsutum* L.) *Malvaceae* familyasından olup *Gossypium* cinsinden bir bitkidir. Pamuk tarımında en önemli iklim faktörlerinin başında sıcaklık, gün ışığı, yağış ve oransal nem gelmektedir. Pamuk yetiştirilen bölgelerde yıllık ortalama sıcaklığın 19 °C, yaz ayları sıcaklığının ise 25 °C olması gerekir. Sıcaklık, tarak oluşmasından önce 20 °C, çiçeklenme döneminde 25 °C, kozaların gelişme döneminde ise 30-32 °C olmalıdır. Hasat döneminde, kozaların iyi açılabilmesi için sıcaklığın azalması (15 °C'ye kadar) istenir. Pamuk bitkisi, her türlü toprakta yetişebilen bir bitki olmakla birlikte, yüksek verim ve kaliteye ulaşabilmek için toprağın derin profilli ve aluviyal olması gerekir. Derin, kumlu-killi, su tutma yeteneği yüksek, geçirgenliği, işlenmesi ve sulanması kolay topraklar, pamuk tarımı için ideal topraklardır. Pamuk bitkisinin su ihtiyacı 400 ile 600 mm arasındadır. Bölgelere göre ve yıldan yıla ekim zamanı değişiklik göstermekle birlikte, Çukurova yöresinde 25 Mart-30 Nisan, Ege Bölgesinde ve Antalya yöresinde 15 Nisan-15 Mayıs tarihleri, ekim için en uygun zamandır (Anonim, 2006a).

FAO' ya (Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü) göre, 2005 yılında, Türkiye toplam pamuk ekim alanı 600.000 ha, yıllık üretim miktarı 800.000 ton ve verim ise 1344 kg ha⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Türkiye, toplam üretim bakımından pamuk tarımı yapılan yaklaşık 80 ülke içerisinde, Hindistan, ABD, Çin, Pakistan, Brezilya ve Özbekistan'dan sonra 7. sırada, dekara lif verimi bakımından ise 4. sırada yer almaktadır (Anonim, 2005b).

Pamuk, tekstil sanayi başta olmak üzere bir çok farklı sanayi kollarında kullanılabilindiğinden, hem ekonomik hem de sosyal açıdan bir çok ülke ekonomisi için stratejik bir üründür. Ülkemiz için de oldukça stratejik öneme sahip olan pamuğun üretimi, son zamanlarda, özellikle bölgemizde gittikçe azalmıştır. Bu azalışın en önemli sebepleri, üretim maliyetlerinin yüksek ve destekleme fiyatlarının düşük olmasıdır.

Ülkemizde pamuk üretimi en çok GAP, Ege, Çukurova ve Akdeniz bölgelerinde yapılmaktadır. Ege bölgesinde 212.000 ha alanda ekim yapılmakta ve 268.000 ton lif üretimi ile pamuk üretilen bölgelerimiz içerisinde, GAP bölgesinden sonra 2. sırada gelmektedir (Anonim, 2005b).

Aydın ilinin pamuk ekim alanı ve verim değerleri yıldan yıla dalgalanma göstermektedir (Çizelge 1.1). 1999-2005 yılı arasındaki verilere göre, Aydın ilinin pamuk ekim alanı 90.736 ha'dan 47.695 ha'a, toplam üretim ise 278.335 tondan 190.123 tona düşmüştür. Bu azalmanın temel nedenleri arasında, pamuk üretim maliyetlerinin yüksek, destekleme fiyatlarının düşük olması gibi faktörler gelmektedir (Anonim, 2005a).

Çizelge 1.1: Aydın ili pamuk ekim alanı, üretimi ve verimi (Anonim, 2005)

Yıllar	Ekilen Alan (ha.)	Hasat Edilen Alan (ha.)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
1999	90.736	90.736	278.335	3.068
2000	71.874	71.874	255.829	3.559
2001	82.601	82.501	252.559	2.966
2002	79.463	79.183	269.147	3.196
2003	77.685	77.685	267.309	3.441
2004	67.636	67.636	247.008	3.652
2005	47.695	46.895	190.123	3.986

Bor, periyodik sistemin 3A gurubunun en başında yer alır. Mikro bitki besin elementleri içerisinde metal olmayan tek elementtir. Atom numarası 5 ve atom ağırlığı 10.81'dir. Oksijene eğilimi fazla olduğundan, yeryüzünde borun oksijen bileşikleri, sodyum ve kalsiyum boratlar halinde oldukça fazla bulunur. En bol bulunan bor bileşiği borik asit (H_3BO_3) ile borakstır ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) (Adriano, 1986).

Bor, bitkilerin gelişimlerini tamamlamaları ve iyi ürün verebilmeleri için gerekli bir mikro besin elementi olmanın yanı sıra, gerekli tüm besin elementleri içerisinde, eksiklik belirtilerine neden olan miktarı ile toksik etki yapan miktarı, birbirine çok yakın olan tek elementtir (Çelik ve ark., 1998).

Bor içerikli topraklar karşılaştırıldığında, bor noksanlığı olan topraklar, borca zengin topraklardan daha fazladır. Yüksek bor içerikli topraklar, Güney Avustralya'nın kurak bölgelerinde, Orta Doğu'da, Malezya'nın batı sahillerinde, Peru'nun güney sahillerindeki vadiler boyunca, Şili'nin kuzeyinde, Hindistan'da, İsrail'de ve Türkiye'de bulunmaktadır (Anonim, 2007). Dünya bor rezervleri dikkate alındığında, ülkemiz ilk sırada yer almaktadır (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2: Dünya bor rezervleri (Anonim, 2007)

Ülkeler	Rezerv (bin ton)	Rezerv ömrü (yıl)
Türkiye	644.000	240
A.B. Devletleri	105.000	33
Rusya	140.000	16
Çin	36.000	17
Şili	41.000	5
Bolivya	19.000	3
Peru	22.000	3
Arjantin	9.000	1
Sırbistan	3.000	2
TOPLAM	1.019.000	317

Bor içerikli topraklar genellikle, deniz çökeltilerinde ve deniz çökeltilerinin bulunduğu killi alanlarda bulunurlar (Cartwright *et al.*, 1986).

Dünya topraklarında genellikle kıtlığı gözlenen bor elementinin, Türkiye topraklarında bolluğu gözlenmektedir. Ancak, topraklarda gereğinden fazla miktarda bulunan borun, toksik etkileri nedeniyle bitki büyüme ve gelişmesini sınırlandırıcı etkisi görülmektedir. Bu yönüyle bor toksitesi ile çinko (Zn) kıtlığı, orta Anadolu'da karşılaşılan en yaygın mikro besin elementi sorunlarından (Çakmak *et al.*, 1996).

Borat mineralleri, endüstride (tekstil, fiberglass, cam, deterjan, orman ürünleri, ilaç sanayi, kozmetik vb) yoğun olarak kullanılmaktadır. Borun bu kadar çok kullanım alanına sahip olması sonucunda çevre kirlenmesi de büyük boyutlar kazanmıştır. Bu nedenle çevre kirlenmekte, su, hava ve toprağın doğal dengesi bozulmaktadır. Çevre kirliliği problemleri arasında en önemli olanı su kirliliğidir. Kullanılmış suların, deniz, göl ve nehirlere doğrudan verilmesi, su kaynaklarından, çok maksatlı yararlanma olanaklarını ortadan kaldırmaktadır. Özellikle bu tür suların tarımsal

amaçla kullanılması halinde, ürünlere toksik etkilerde bulunacağından dolayı verimde çok büyük kayıplara neden olacak ve tarım alanlarının kullanımını da azaltacaktır.

Bor toksitesinin en önemli kaynağı, bor içeriği yüksek sular sebebiyle, Afyon, Aksaray, Bigadiç, Burdur, Konya-Ereğli, Eskişehir, Germencik-Ömerbeyli, Iğdır, Karasaz, Kayseri, Yüksekova ve Salihli yörelerindeki topraklarda yüksek düzeyde bor kirliliği görülmektedir. Bununla birlikte, bor mineralince zengin olan yeraltı sıcak su kaynaklarının, sulama sularına karışması önemli bir sorundur. Aydın ilinin de bulunduğu Büyük Menderes Vadisi, jeotermal sıcak su kaynakları bakımından oldukça zengin bir bölgedir. Burada bulunan tesislerin bir çoğu atık sularını Büyük Menderes Nehrine boşalttığı için Büyük Menderes Nehri suyunda ve bu suyun kullanıldığı tarım alanlarında bor kirliliği giderek artmaktadır.

Bor, bitkilerin büyüme ve gelişmelerini düzenleyen, fizyolojik olaylarda etkin bir spekturuma sahip, gerekli bir mikrobese elementidir. Genelde yeryüzündeki topraklarda, daha çok kıtlığı öne çıkmakta ve bu nedenle yapılan araştırmaların çoğu bor noksanlığı üzerine yoğunlaşmaktadır. Buna karşın, dünyanın en zengin bor yataklarına sahip olan ülkemiz topraklarında, bor fazlalığı ve yetişen bitkilerde bundan kaynaklanan bor toksitesi görülmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, toprak veya suda bulunan fazla bor, tarımsal üretimi yapılan bitkilere, toksik etkisi bakımından büyük bir sorun haline gelmiştir.

Yüksek düzeyde bor içeren toprakların ıslahı aşırı derecede zordur. Toprağı, bor içeriği düşük sulama suyuyla yıkamak, uygulanan bir yöntem olmasına rağmen kalıcı bir çözüm yolu değildir. Yıkamayla bor toksitesini yok etmek oldukça zordur. Bor toksitesi için kullanılan diğer ıslah yöntemleri, kireçleme ve bor toksitesine karşı dayanıklı çeşit seçimidir. Ancak, çeşit bazında pamukta bor toksitesine dayanıklılık, üzerinde çalışılmamış bir konudur. Çeşitler arasında farklılığın olup olmadığı konusunda bir bilgi yoktur.

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde yetiştiriciliği yapılan pamuk çeşitlerinin (*G. hirsutum* L), yüksek bor konsantrasyonlarına karşı verdiği bazı fizyolojik, morfolojik tepkilerin belirlenmesi ve bora tolerans mekanizmasının anlaşılmasına katkı sağlamaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Bitkilerin Bor Alımı

Adriano (1986), şeker pancarı ile yaptığı bir çalışmada, yaprak bor konsantrasyonunun en fazla yaprak kenarlarında olduğunu, bunu sırasıyla merkezi bölüm ve petiol'ün izlediğini belirlemiştir. Araştırma sonucunun, bor alınımının pasif yolla olduğu, terlemeyle taşınıp, yapraklarda biriktiği görüşünü ortaya koymuştur. Su, stomalardan atmosfere karışınca, geriye kalan bor yaprakta birikir ve daha sonra bitkiye toksik etki yapacak bir seviyeye ulaşır. Bu süreç bir osmotik mekanizma hipotezi olmasına rağmen borun zarar mekanizmasının bilinmediğini belirtmiştir.

Bitki kökleriyle alınan bor miktarında, kitle akımının payı yaklaşık olarak % 65, difüzyonun payı % 32 ve kontak değişimin katkısı % 3 civarındadır (Bergmann, 1992)

Bor, bitkiler tarafından hem aktif hem de pasif absorpsiyon yoluyla alınmaktadır. Genelde pasif absorpsiyon yolu ile borik asit (H_3BO_3), az da olsa aktif absorpsiyon ile de borat $B(OH)_4^-$ anyonu şeklinde alındığı düşünülmektedir. Borun pasif yada aktif olarak alınımının tartışmaları, bir çok araştırmacı tarafından günümüzde de devam etmektedir (Marschner, 1995; Kacar ve Katkat, 1999).

Borun bitki organlarında hareketliliği immobildir. Transpirasyonla bitkinin su kaybetmesi ile birlikte bor, bitkide ksilem iletim demetlerinde tepe noktalarına kadar taşınmakta ve buralarda birikmektedir. Bor birikimi en çok bitki yapraklarında gerçekleşmektedir. Bitki yapraklarında biriken bor, zamanla toksik etkilere neden olmaktadır. Kimi bitkiler bu toksiteyi önlemek için fazla boru gutasyon ile yapraklardan uzaklaştırmaktadır (Marschner, 1995).

Borun alınımı ve iletim demetleri içerisinde taşınımı, bitki su ilişkisine bağlı olarak değişmektedir. Bor, transpirasyona bağlı olarak ksilem iletim demetleri içerisinde, bitkinin tepe noktasına kadar taşınır. Bu nedenden dolayı bitkiler arasında borun

alınımı ve taşınması yönünde önemli farklılıklar bulunmaktadır (Kacar ve Katkat, 1999).

2.2. Toprakta Bor Kaynakları

Potansiyel kaynakların tümünde, bor içeriği yüksek sulama suyu, toprağın bor içeriğinin artmasına neden olur. Bor konsantrasyonu, genelde tuzlu topraklarda veya tuzlu kuyu sularında yüksek miktarda bulunmaktadır (Dhankhar ve Dahiya, 1980).

Doğal olarak en yüksek konsantrasyondaki bor deniz sedimentleri, killi ve organik madde içeriği yüksek olan topraklarda ortaya çıkmaktadır. Bor toksitesinin başlıca kaynakları; bor içeriği yüksek sulama suyu (nehir ve kuyu suları, drenaj suyunun toprağa uygulanması), yüzey gübrelemesi, uçan kül uygulaması, endüstriyel atıklar ve kimyasallardır. Yüksek bor içerikli suların tarımda kullanımı ile bor, toprakta tutulmakta ve değişik kimyasal bileşikler şeklinde bulunan borun çözülmesiyle, tarım alanlarında bor toksitesi etkileri gözlenebilmektedir (Cartwright *et al.*, 1984).

Dünya topraklarında genellikle kıtlığı gözlenen bor elementinin, Türkiye topraklarında ise bolluğu gözlenmektedir. Ancak, topraklarda gereğinden fazla miktarda bulunan borun, toksik etkileri nedeniyle bitki büyüme ve gelişmesini sınırlandırıcı etkisi görülmektedir. Bu yönüyle, bor toksitesi ile çinko (Zn) kıtlığı, orta Anadolu'da karşılaşılan en yaygın mikro besin elementi sorunlarından biridir. Bor toksitesi, daha çok kurak ve yarı kurak bölgelerde meydana gelmektedir (Çakmak *et al.*, 1996).

Toprağın bor absorpsiyon karakteristiği, bir takım gözlemlerle açıklanmıştır. Bu gözlemler, bor içeriği yüksek sulama suyu uygulamasıyla birlikte, kaba tekstürlü topraklarda, kil içeriği yüksek topraklara oranla bitkilerde, toksisite belirtileri daha hızlı bir şekilde ortaya çıkmıştır (Keren ve Bingham, 1985).

Ilıman ve tropik bölgelerde, volkanik kayalardan oluşmuş alkali topraklarda, bor içeriği genelde 10 mg kg⁻¹'den daha az olduğu halde kurak ve yarı kurak bölgelerdeki kayalardan oluşmuş topraklarda bor içeriği 200 mg kg⁻¹ 'in üzerindedir.

Topraklarda sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor düzeyinin 0.8 mg kg^{-1} 'ı aşması halinde fitotoksitesi görülmektedir (Silanpaa, 1990).

Deniz balıklarında, göl ve sel alanlarındaki birikintilerde fazla miktarda bor bulunmaktadır. Kayaçlarda $10-20 \text{ mg kg}^{-1}$ oranında bulunan bor, deniz suyunda $1-10 \text{ mg kg}^{-1}$ konsantrasyonunda, tatlı sularda ise bu oran deniz suyu konsantrasyonun $1/350$ 'si oranındadır (Power ve Woods, 1997).

Toprağın fiziksel ve kimyasal karakteristik özellikleri üzerine, bor içerikli sulama sularının potansiyel toksitesi dikkate alınmalıdır. Çözeltideki bor için, toprakların tutunum kapasitelerinin belirlenmesi çok önemlidir. Aynı özelliğe sahip bor içerikli sulama suyuyla toprak sulandığında, yüksek adsorpsiyon kapasitesine sahip topraklar, düşük adsorpsiyon kapasitesine sahip topraklardan daha uzun periyotlarda boru tutma eğilimlerini devam ettirirler. Bitkiler için yararlı olan bor, toprak çözeltisinde çözünebilir bor olmaktadır. Topraklarda bor dört değişik formda bulunmaktadır. Bunlar;

- 1) Kayaçlar ve mineraller şeklinde,
- 2) Killerin yüzeylerinde adsorbe edilmiş şekilde,
- 3) Organik maddeye bağlanmış şekilde,
- 4) Toprak çözeltisinde bağımsız iyonize olmamış borik asit (H_3BO_3) ve borat $\text{B}(\text{OH})_4^-$ anyonları şeklindedir (Kacar ve Katkat, 1999).

2.3. Sulama Suyunda Bor

Sulama suları bor kapsamalarına göre; Scolfield (1936) tarafından dayanıklı, yarı dayanıklı ve duyarlı bitkileri bir sınıflandırma sistemine tabi tutmuştur (Çizelge 2.1). Buna göre, borun bazı sulama sularında toksik konsantrasyonlarda bulunması, sulama sularının kalitelerinin belirlenmesinde en az tuzluluk ve alkalilik tehlikesi yaratması kadar, önemli bir kriter olarak ele alınması gerekir. Bu nedenle sulama sularının kriterlerini belirlerken, mutlaka bor analizi yapılması gerektiği ifade edilmiştir (Thorne ve Peterson, 1954).

Çizelge 2.1: Scolfield'e göre sulama sularının bor sınıfları (Thorne ve Peterson, 1954)

Bor sınıfı	Duyarlı bitkiler mg L ⁻¹	Yarı dayanıklı bitkiler mg L ⁻¹	Dayanıklı bitkiler mg L ⁻¹
Çok iyi	<0.33	<0.67	1.00
İyi	0.33-0.67	0.67-1.33	1.00-2.00
Kullanıla bilinir	0.67-1.00	1.33-2.00	2.00-3.00
Kullanılması sakıncalı	1.00-1.25	2.00-2.50	3.00-3.75
Kullanılmaz	1.25 >	2.50 >	3.75 >

Bor, doğal olarak hiçbir zaman elementel formda bulunmaz. Borun toksik miktarlarına, genellikle fay hatlarına yakın kuyu sularında, kaplıca sularında, tuzlu alkali toprakların bulunduğu bölgelerde, yeraltı ve taban sularında sıkça rastlanır.

Saatçi ve ark. (1988), borun bitkilere olan zehir etkileri üzerine seçilen sulama yönteminin etkili olduğu ile ilgili yapılan çalışmada, 0.5 mg L⁻¹ bor içeren sulama suyuyla yapılan yağmurlama sistemi ile sulanan turunçgil yapraklarında, bor toksitesi görülmüş ve yapraktaki bor miktarı 200-250 mg kg⁻¹ gibi yüksek bir konsantrasyonda bulunurken, aynı su, karık sulaması yöntemine göre verildiğinde ise turunçgil yapraklardaki bor miktarının, 50-100 mg kg⁻¹ gibi normal sınırlar içerisinde bulunduğu saptanmıştır.

Bor içeriği yüksek sular ile yapılan sulama sonucu, Afyon, Aksaray, Bigadiç, Burdur, Konya-Ereğli, Eskişehir, Germencik-Ömerbeyli, Iğdır, Karasaz, Kayseri, Yüksekova ve Salihli yörelerindeki topraklarda, yüksek düzeyde bor kirliliği

görülmesine neden olmuştur. Türkiye’de başlıca bor üretimi, Kütahya ile Balıkesir il merkezleri arasında 200 km uzunlukta ve 70-120 km enindeki bir kuşak boyunca yer alan Bigadiç, M. Kemalpaşa, Emet ve Kırka yörelerinde yapılmakta olup, bu maden üretim merkezleri Simav, Kırmastı ve M. Kemalpaşa su toplama havzaları içinde bulunmaktadır. Üretim sırasında su kaynaklarına boşaltılan borlu drenaj ve yıkama suları, hem Simav Çayı’nı hem de Ulubat Gölü ile Marmara Denizi’ni kirletmektedir. Yöredeki tarım topraklarının sulanmasında Simav Çayı kollarından başka önemli bir seçenek bulunmamaktadır. Bu sebeple Simav, su toplama havzası içindeki 117.274 hektar tarım alanından 94.358 hektarı bor kirliliğinden etkilenmektedir (Ural, 1995).

Bor mineralleri yataklarında süzülen sular ve kömür havzalarındaki atık sular, yüksek oranda bor ile kirlenmiş olabilir. Bu şekilde meydana gelen bor kirlenmelerine ülkemizde geniş alanlar halinde rastlanmakta olup, boraks madenlerinden ileri gelen Simav çayı kirlenmesi, Tavşanlı-Tunçbilek kömür havzalarından verilen atık sularla, M. Kemalpaşa çayı ve Apolyont gölü kirlenmesi, İzmir Balçova Agamemnon kaplıca sularından artezyen ve kuyu sularına olan sızmaları önemli örnekler olarak sıralanabilir (Tuncay, 1994).

Aydın ve Seferoğlu (1999), Aydın Yöresinde kullanılan bazı sulama sularının, bor konsantrasyonlarının bitki beslemesi ve toprak kirliliği açısından incelemiş ve toplam 146 adet toprak, 44 adet su, 36 adet bitki örneği alınmış ve bu örneklerde pH, tekstür, kireç, organik madde, alınabilir fosfor, değişebilir K, Ca, Na, Mg ve B okumaları yapılmıştır. Topraktaki bor ile bitkideki bor konsantrasyonları arasında $p < 0.05$ düzeyinde önemli pozitif ilişki bulunmuştur. Bu durum, topraktaki bor konsantrasyonu arttıkça, bitkilerdeki bor kapsamının da arttığını belirtmiştir.

2.4. Borun Hareketliğini ve Kullanımını Etkileyen Faktörler

2.4.1. Kil Mineralleri

Bor, kumlu topraklarda, killi topraklara oranla daha az bulunur ve daha kolay yıkanabilir. Bu nedenden dolayı kaba bünyeli topraklarda bor toksitesi olasılığı killi topraklara göre daha azdır (Bergmann, 1992).

Özellikle nemli bölgelerde, kaba bünyeli topraklarda yıkanma fazla olduğundan killi topraklara göre daha fazla besin elementi noksanlığı görülür. Killi topraklardaki bor emilimi kumlu topraklara göre daha fazladır. Bor, kil mineralleri içerisinde en çok illit tipi kil minerallerinde bulunur (Adriano, 1986).

Kil minerallerinin bor adsorpsiyonu, pH ile yakından ilişkilidir. Toprak pH 'sının 8-10 arasında olması, killerin maksimum bor tutma kapasitesini artırmasına karşın, pH 'nın 10'nun üzerine çıktığı durumlarda, kil minerallerinde bor tutunumu azalır. Killer kendi arasında bor tutunumu bakımından, Kaolinit<Montmorillonit<illit olarak sıralanır (Sims ve Bingham, 1968).

Kil minerallerinin bor adsorpsiyonuna sıcaklığın önemli etkisi vardır. Kısa süreli reaksiyonlarda (2 saat içerisinde) toprak pH 'sının 5.5-9.5 olduğu durumlarda, sıcaklığın artması ile kil minerallerinin bor tutunumu azalır. Uzun süreli toprak reaksiyonlarında 12 saatten 16 güne kadar toprak sıcaklığının artmasına paralel olarak killerin bor tutumu da artar. Bu sonuçlara göre kısa süreli toprak reaksiyonlarında bor adsorpsiyonu ekzotermik, uzun süreli toprak reaksiyonlarında ise bor adsorpsiyonu endotermik olarak belirlenmiştir (Singh, 1971).

Toprağın nem içeriği kil minerallerinin bor adsorpsiyonunu artırmaktadır (Keren ve Mezuman, 1981).

2.4.2. Toprak pH'sı

Bitkiler tarafından borun alınımı, toprak pH'sının düşük olduğu durumlarda en fazladır. Toprak pH 'sı, borun yarayışılığını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Toprak pH 'sının artması, borun bitkiler tarafından alınabilirliğini azaltır. Asit karakterli topraklara kireç uygulaması, bitkilerde bor noksanlığına neden olabilir (Wear ve Patterson, 1962).

Bitkiler tarafından bor alınımının en yüksek olduğu toprak pH'sı 3-9 arasında olmakta, toprak pH'sının 10-11.5 olduğu durumlarda ise bitkiler tarafından bor alınımı azalmaktadır (Goldberg, 1997).

2.4.3. Organik Madde

Toprak organik madde miktarının artması, çözünebilinen bor miktarının artmasına neden olmaktadır. Organik madde içerisinde bulunan humusun, borun çözünlüğü üzerinde çok önemli etkisi vardır (Parks ve White, 1952).

Organik madde içeriği yüksek olan topraklar ile bor konsantrasyonu arasında doğrusal bir ilişki vardır (Adriano, 1986).

Organik madde, killi topraklara göre daha fazla miktarda bor adsorbe eder (Gu ve Lowe, 1990).

Toprağa organik madde eklenmesi sonucu, toprağın bor adsorpsiyon miktarında artış sağlanmıştır (Yermiyahu *et al.*, 1995).

2.4.4. Demir ve Alüminyum Oksitler

Alüminyum ve demir oksitler, toprağın bor adsorpsiyonunda önemli rol oynarlar. Bor adsorpsiyonu, Fe ve Al ile kaplanmış kaolinit ve montmorillonitte, Fe ve Al ile kaplı olmayan killi topraklara göre daha fazla bulunmuştur (Adriano, 1986).

Fe ve Al 'un hem amorf hem de kristal formu, toprakların bor adsorpsiyonu üzerinde önemli etkilerde bulunur. Hem amorf hem de kristal formdaki Fe ve Al iyonlarında bor, pH'ya bağlı olarak artmaktadır. Alüminyum oksitler için en iyi bor adsorpsiyonu pH 6-8, Fe oksitler için ise pH 7-9 arasında gerçekleşir (Su *et al.*, 1994).

2.4.5. Diğer Besin Elementlerinin Etkisi

Bor eksikliği daha çok alkali topraklarda görülür. Bu durum, bor üzerinde Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının etkin olduğunu göstermektedir. Bor ile kalsiyum arasında, bitki beslenmesi açısından bir antagonistik etki vardır. Kireçleme, toprak içerisindeki Ca/B oranını artırmakta, yüksek sıcaklıkta eriyebilen bor ise Ca/B oranını azaltmaktadır. Bitkiler için uygun olan Ca/B oranı; tütün için 1200, soya fasulyesi için 500, şeker pancarı için 100 olarak saptanmıştır (Jones ve Scarseth, 1944).

Pamuk ve yoncada, yüksek pH derecesinde Ca'un, bor alımını % 50 azalttığını göstermiştir (Adriano, 1986).

2.4.6. Bitkisel Faktörler

Bor gereksinimlerine göre bitkilerin gruplandırılması, Çizelge 2.2’de verilmiştir (Kacar ve Katkat, 1999).

Çizelge 2.2: Bor gereksinimlerine göre bitkilerin gruplandırılması (Kacar ve Katkat, 1999)

Bor gereksinimi az olan bitkiler	Bor gereksinimi orta olan bitkiler	Bor gereksinimi fazla olan bitkiler
Buğday	Çayır üçgülü	Elma
Yulaf	Kırmızı üçgül	Yonca
Arpa	Ak üçgül	Kırmızı pancar
Kara buğday	Taş yoncası	Şeker pancarı
Soya fasulyesi	Tütün	Şalgam
Bezelye	Domates	Lahana
Yeşil fasulye	Mısır	Karnabahar
Lima fasulyesi	Marul	Kuşkonmaz
Patates	Şeftali	Ayçiçeği
Çilek	Kiraz	Turp
Ahududu	Zeytin	Kereviz
Yassı salkım otu	Pamuk	
Brom otu	Tatlı patates	
Keten	Yerfıstığı	
	Havuç	
	Soğan	
	Armut	

Bor toksitesine duyarlılık bakımından, bitki çeşitleri arasında genetik olarak önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bor toksitesine duyarlılığı yüksek olan çeşitler, hassas çeşitlere göre bünyelerinde daha fazla miktarlarda bor akümüle ederek yüksek bor konsantrasyonlarına adapte olabilmektedirler. Bu nedenle, bitki dokularının bor içerikleri, genetik seleksiyon açısından önemli ip uçları vermektedir. (Paull *et al.*, 1992a).

Bordan etkilenmiş ağaçlarda, dal ve gövdede zamklanma veya sızıntı oluşması tipik özelliktir. Birçok bitkide zehirlenme belirtileri, yaprak ayasında bor konsantrasyonu 250-300 mg kg⁻¹'den sonra ortaya çıkar. Ancak, duyarlı bitkilerin hepsi yapraklarında bor biriktirmez. Bitkilerin bor elementine karşı gösterdikleri direnç, bitki türüne göre değişim göstermekle birlikte, aynı bitkinin farklı genotipleri arasında bor ihtiyaçları bakımından farklılıklar bulunmaktadır. Bitkiler için sulama suyu içerisindeki izin verilen bor konsantrasyonu, 0.5-0.75 mg L⁻¹ arasında değişim göstermektedir (Bergmann, 1992). Bitkilerin sulama suyundaki bora nispi dirençleri de Çizelge 2.3'de verilmiştir.

Bor duyarlılığı yüksek olan bitkiler, bazı mekanizmalar geliştirerek dokularında bor konsantrasyonlarını düşük düzeylerde tutmayı başarabilmektedir. Bu mekanizmalar kısaca aşağıda özetlenmiştir (Nable, 1988; Paul *et al.*, 1992a);

1. Bazı bitkiler kök sistemlerinde yer alan fiziksel bir bariyer vasıtasıyla veya kök sisteminden boru uzaklaştırmaya yarayan pompa benzeri mekanizmalar ile, bazı bitkiler ise kök sistemlerinde bir takım kimyasal reaksiyonlar vasıtasıyla rizosfer pH'sını değiştirirerek, borun yarıyışlılığını azaltmak suretiyle bora olan dayanıklılıkları artabilmektedir.
2. Bazı bitkiler, borun köklerden gövdeye taşınımını engelleyerek yüksek bor konsantrasyonlarına dayanabilmektedirler.
3. Bor konsantrasyonunun yüksek olduğu toprak katmanlarında, kimi bitkiler, yüzlek kök oluşturmak suretiyle bor toksitesine karşı kendilerini koruyabilmektedirler.

Çizelge 2.3: Bitkilerin sulama suyunda bora nispi dirençleri (U.S Salinity Lab. Staff. 1954)

Duyarlı ($<0.5 - 1 \text{ mg kg}^{-1}$)	Yarı Dayanıklı ($1-2 \text{ mg kg}^{-1}$)	Dayanıklı ($2-4 \text{ mg kg}^{-1}$)
Limon	Kırmızı biber	Sorgum
Soğan	Bezelye	Domates
Sarımsak	Havuç	Yonca
Ayçiçeği	Turp	Bakla
Acı Bakla	Patates	Maydanoz
Çilek	Hıyar	Kırmızı pancar
Armut	Buğday	Şeker pancarı
Greyfurt	Arpa	H. pancarı
Portakal	Nohut	Hurma
Kayısı	Yerfıstığı	Pamuk
Şeftali	Balkabağı	Kuşkonmaz
Vişne	Mısır	
Kiraz	Zeytin	
Erik	Yulaf	
İncir	Kabak	
Elma		

2.4.7. Çevresel Faktörler

Hem toprak hem de sulama sularında, mevsimsel değişikliklere bağlı olarak bor miktarı değişmektedir. Toprağın nem içeriği, borun bitkiler tarafından alınmasında önemli bir faktördür. Toprağın nem içeriği düştükçe bor alımında azalmalar olur ve muhtemelen bitkide bor noksanlığı gözlenebilir. Bunun sebebi, toprak çözeltisindeki su oranı azaldıkça, toprağın boru adsorbe etme gücü artmakta ve böylece bitki, ihtiyacı olan boru, topraktan daha zor almakta ve büyük bir enerji harcamaktadır (Fleming, 1980).

Çevresel faktörlerden kuraklık, bor noksanlığının etkisini artırır, toksik belirtilerin oluşumunu ise azaltır. Bunun nedeni, transpirasyona bağlı olarak terlemenin azalması ve bunun sonucunda da bor alımının azalmasıdır. Toprağın mineral madde içeriğine göre bor adsorpsiyonu değişmektedir. Kristal mineral içeriği yüksek olan topraklarda, sıcaklık arttıkça bor adsorpsiyonu azalmaktadır. Amorf yapıdaki topraklarda ise sıcaklığın artması ile bor adsorpsiyonu artmaktadır (Goldberg *et al.*, 1996).

Termik santrallerde, enerji kaynağı olarak kullanılan linyit kömürlerinin kompozisyonunda 4-300 mg kg⁻¹ düzeyinde bulunan bor, uçucu küller ile çevreye yayılarak bor toksisitesine yol açabilmektedir (Bergmann, 1992).

2.5. Borun Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri

2.5.1. Fenol Metabolizması, Oksin ve Doku Farklılaşması

Bitkilerde bor noksanlığının, kök uçlarındaki hücre bölünmelerinde, boyuna doğrultudan ışınla doğru bir yön kayması oluşturarak, kökün büyümesinde bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Bor noksanlığı olan bitkilerde, oksin miktarı, normalden oldukça fazla olmakta ve bitkiye dışardan indol asetik asit (IAA) uygulanması, bor kıtlığında olduğu gibi, kök uçlarında anatomik değişiklikler oluşturmaktadır. Bu olgu, bitkide bor kıtlığı belirtilerini, artan oksin miktarının oluşturduğuna işaret etmektedir (Robertson ve Loughman, 1974).

Kambiyal hücrelerde, belirli bölgelerin büyümesi ve ışınal yönde artan uzama büyümesi ile bozunmuş ksilem farklılaşması, aynı zamanda subapikal sürgünlerin de özelliğidir. Kambiyal gövde dokusunda hücre bölünmesinin artması ve bozunmuş ksilem farklılaşması, doğrudan doğruya bor eksikliğinin sonucu değildir. Benzer morfolojik değişimler, yeterli bor seviyelerinde yetiştirilen bitkilerin apikal meristemlerinin mekanik yolla zarara uğratılması halinde de gözlenebilmektedir. Bu verilerden ksilem farklılaşması veya inhibisyonunun, bor beslenmesinin dolaylı etkisiyle ilişkili olduğu sonucuna varılmaktadır. Buna ilave olarak, bor kıtlığının ilk

simptomları, ksilem farklılaşmasından değil, primer hücre çeperindeki değişikliklerde yoğunlaşmaktadır (Krosing, 1978).

Bitkilerde bor eksikliği, suboptimal veya supraoptimal oksin (IAA) seviyelerinin indüklediği olaylar dizisiyle ilişkili görülmüştür. Lignifikasyon ve ksilem farklılaşması, vasküler bitkilere özgü olduğundan, bora olan ihtiyaç, IAA metabolizmasıyla ilgili lignin biyosentezi ve ksilem farklılaşmasıyla ilişkilendirilmiştir. Belirli fenoller, sadece kök uzamasını engellemekle kalmayıp, aynı zamanda ışınsal hücre bölünmesini de artırır. Bu durum, IAA'nın sebep olduğu anatomik değişimlere benzemektedir (Lewis, 1980).

Yapraktaki fenol miktarının, ışık şiddetine bağlı olduğu bilinmektedir. Işık şiddeti ve fenol miktarının artması ile, hem bor kıtlığı çeken, hem de yeterli bor içeren bitkilerin yapraklarında yakın bir ilişki ortaya çıkmıştır. Bor kıtlığı olan yapraklarda merdivenlenme daha belirgin ve bu olgu, artan polifenol oksidaz aktivitesiyle, özellikle de plazma membranı bozunmasının bir belirtisi olan potasyumun dışarı akmasındaki artışla ilgili görülmektedir. Buna ilave olarak yüksek fenol miktarıyla ilgili etkin enzimlerin, özellikle epidermis hücre çeperinde buldukları ortaya konmuştur (Hendricks ve Loon, 1990).

2.5.2. Membranlar

Borun, plazma membran bütünlüğünde ve fonksiyonlarında oynadığı rol, borca kıt ve borca zengin ortamda yetiştirilen ayçiçeği yapraklarında, potasyum'un dışarı verilisindeki değişim de izlenebilir. Borca kıt olan yapraklarda, dışarı verilen potasyum oranı, borca zengin olan yaprağa göre daha fazla bulunmuştur. Ancak, bu potasyum çıkışı, yapraklara dışardan bor verilerek durdurulmuştur. Bu durum bize, borun hücre çeperi kararlılığını ve plazma membran bütünlüğünde oynadığı rolü göstermektedir (Marschner, 1995).

Borun, hücre membranları üzerine ilk etkileri, hücre çeperi, plazma membranı ve hücre çeperi ara yüzeyi üzerine bulunmaktadır. Bu nedenle, hücre çeperinde ve ara yüzeyde meydana gelen değişimler, bor kıtlığının birincil etkisi olarak ortaya çıkmaktadır (Marschner, 1995).

2.5.3. Kök Uzaması ve Nükleik Asit Metabolizması

Borun, uzama üzerine olan benzer etkileri, invitro yetiştirilen pamuk ovullerinde yapılan araştırmada, bor epidermal hücrelerin sertleşmesini önleyerek iplikciklerin oluşmasına sağlar ve bu çalışma sonucunda borun hücre bölünmesinden çok hücre uzamasına olan etkisinin daha fazla olduğu anlaşılmıştır (Birnbaum *et al.*, 1977).

Bitkilerde bor kıtlığında ortaya çıkan etkiler, köklerin küt, çalimsı görüntü oluşturması ve kök uzamasının durması şeklindedir (Goldberg, 1993).

2.5.4. Polen Çimlenmesi ve Polen Tüpü Büyümesi

Borun, polen çimlenmesinden çok polen tüpü uzamasına etkisi daha fazladır. Borca kıt olan ortamlarda çimlendirilen polenlerde, membran bütünlüğünün bozulmasından kaynaklanan şeker sızıntıları gözlenmiştir. Çiçeklerde polen tüpü büyümesi için gerekli olan bor, stigma veya stilus tarafından sağlanmaktadır. Ayrıca bor, polen tanesinin canlılığını, anterin polen üretme kapasitesini arttırarak dölleme olayını olumlu etkilemektedir (Agarwala *et al.*, 1981).

Büyümekte olan polen tüplerinde, borun uzaklaştırılması sonucunda anormal şişmeler meydana gelmekte ve uç bölgelerde yanıklar oluşmaktadır (Kacar ve Katkat, 1999).

2.5.5. Karbohidrat ve Protein Metabolizması

Borun şeker taşınımı ve oluşumu üzerine yapılan çalışmalarda, tatmin edici sonuçlar bulunmaktadır ve günümüzde de tartışmalar devam etmektedir. Toksik bor konsantrasyonları altında yapılan çalışmalarda, yaprak ve kök proteinleri incelenmiş ve sonuç olarak stres koşullarındaki yapraklarda protein içeriğinin arttığı ve moleküler ağırlığı farklı, yeni proteinlerin sentezlendiği saptanmıştır (Mahboobi *et al.*, 2000).

2.6. Bor Toksitesinde Genetik Farklılığın Rolü

Nable *et al.* (1990), arpa, buğday, yonca ve bezelye gibi türlerin topraktaki veya besin çözeltilerindeki yüksek bor konsantrasyonlarını tolere etme kapasitelerinin genotipik farklılıklardan ortaya çıktığını belirlemiştir. Bu farklılıkların, borun köklerden alınıp bitkinin üst aksamına taşınması sırasında oluşan kısıtlamalardan ileri geldiği ortaya konmuştur. Bitkilerin bor alımındaki sınırlamanın, arpa bitkisine uygulanan tüm bor düzeylerinde geçerli olduğu genetik olarak ortaya çıkarılmıştır. Toksitede genetik farklılığın rolü, arpa bitkisinde açık bir şekilde ortaya konmuştur. Bu olay, farklı arpa çeşitlerinin kromozom bölgelerinin haritalanması sonucu elde edilmiştir.

Aynı bitki türüne ait çeşitler arasında, bor toksitesine toleransı yüksek olanların kök sistemlerinin daha uzun olduğu ve bunun sonucunda borun kök içerisine pasif yolla alınamayacağı yani dış ortamda kaldığı saptanmıştır (Jefferies *et al.*, 1999).

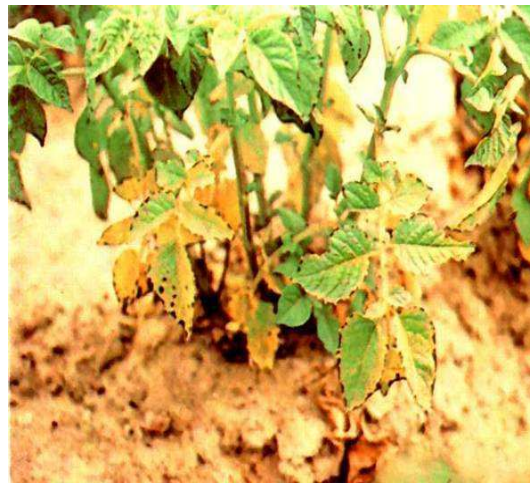
Değişik araştırmacılar, bor toksitesine karşı bazı bitki türlerinde genotipik farklılıkları incelemişlerdir. Örneğin, ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum*) Chatterjee *et al.* (1980); Mehrotra *et al.* (1980); Paull *et al.* (1988), arpada (*Hordeum vulgare*) Nable (1988), çeltikte (*Oryza sativa*) Cayton (1985); Paliwal ve Mehta (1973), bezelyede (*Pisum sativum*) Materne (1979); Bagheri *et al.* (1992), turunçta (*Citrus spp.*) Chapman and Vanselow (1955), cevizde (*Carya illinoensis*) Picchioni ve Miyamoto (1991) ve çilekte (*Fragaria ananassa*) Blatt (1976), değişik genotiplerin, bor toksitesine olan reaksiyonlarını incelemişlerdir.

2.7. Toksite Belirtileri ve Islahı

Bitkilerde bor toksitesine karşı işlerlik gösteren detoksifikasyon mekanizmaları yetersiz olursa, sitosolde artan bor konsantrasyonu, onun nikotinamid adenin dinükleotid (NAD) veya ribonükleik asitlerin (RNA) riboz şekeriyle bileşik oluşturarak metabolik bozukluklara yol açabilir (Loomis ve Drust, 1992).

Bitkilerdeki bor toksitesinde, bitkinin genetik farklılıklarının rolü oldukça önemlidir. Arpa, buğday, yonca ve bezelye gibi türlerin, topraktaki veya besin çözeltilisindeki yüksek konsantrasyondaki boru tolere etme kapasitelerinin, bu bitkilerin genotipik farklılıklarından kaynaklandığı ortaya konmuştur. Bu farklılıklar, borun köklerden alınımı ve sürgünlere iletimi sırasında ortaya çıkan kısıtlamalardan ileri gelmektedir. Bunun da, borun kök hücrelerinin plazma membranından sınırlı pasif geçişine izin verilmesi temeline dayandığı vurgulanmıştır (Paull *et al.*, 1992b).

Bitki türlerinin, bor toleransları birbirinden farklıdır. Bitkinin organları arasında, bor birikimi açısından farklılıklar bulunmaktadır. Bor, bitkide en fazla yapraklarda, en az köklerde birikmektedir. Bu nedenle, yaşlı yapraklarda görünen tipik bor toksitesi belirtisi, marjinal kısımlarda veya yaprağın uç kısımlarında klorozis yada nekrozistir (Şekil 2.1). Toksite, borun sürgünlerdeki dağılımında ve bunu takiben transpirasyon oranlarında değişime neden olur (Goldberg, 1993; Kacar ve Katkat, 1999).



Şekil 2.1: Domates bitkisinde bor toksitesi belirtileri (Anonim, 2006b)

Kritik bor toksite miktarı, serada yetiştirilen bitkilere göre, tarlada yetiştirilenlerde daha düşüktür. Bunun nedeni, az da olsa borun topraktan yıkanması olarak açıklanabilir. Bor ihtiyacı fazla olan bitkiler, hücre çeperlerinde fazla miktarda bor bulundurabilme kapasitesine sahiptirler (Marschner, 1995).

2.8. Bor Uygulamalarının Bitki Gelişmesi Üzerine Etkileri

Davis *et al.* (1978), arpa için kritik bor seviyesini 80 mg kg^{-1} olarak saptamışlardır.

Bingham *et al.* (1985), tuzluluk toleransında kullanılan Mass-Haffman modelini, bor toksitesine uygulayarak, buğday, arpa ve darı için verimi düşürmeyen toprak eriyiğindeki bor sınır konsantrasyonlarını sırasıyla 0.3; 3.4; 7.4 mg kg^{-1} olarak göstermişlerdir.

Börekçi (1986), killi-tınlı bünyeli toprakların 0-100 cm'lik katmanında, fazla miktarda bor biriktirildiğini ve borun toprak profilinin en fazla 0-20 cm'lik seviyesinde bulunduğunu, aşağıya inildikçe miktarının azaldığını belirtmiştir.

Shelp ve Shattuck (1987), karnabahar (*Brassica oleracea*) bitkisi ile yaptığı farklı bor dozları çalışmalarında elde ettikleri verilere göre, bitkinin maksimum taze ağırlığının 1 mg kg^{-1} bor konsantrasyonunda olduğu ve bor dozunun artırılması ile bitkinin taze ağırlığında azalmalar meydana geldiği saptanmıştır.

Yadav ve Dahankar (1989), tuzluluk ve borun, nohut bitkisinin çimlenme, büyüme ve mineral bileşimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Borlu ve tuzlu toprakların, çimlenme ve büyüme üzerine zararlı olduğu gözlenmiştir.

Oertli (1994), aynı bitki üzerinde, nadiren de olsa hem yetersizlik hem de toksik belirtilerin gözlenebileceğini göstermiştir. Bunun nedeninin de, su-bor etkileşmesine bağlı olarak, yağış miktarı veya kısa gutasyon periyodu gibi etmenlerle bitkide homojen olmayan bor dağılımı olabileceğini belirtmiştir.

Lehto ve Malkonen (1994), bor alımının toprak pH'sı ile ilgili olduğunu *Pinus abies* ile CaCO₃ ve CaSO₄ ilavesiyle yapılan denemeler de ortaya koymuşlardır.

Handreck (1995), *Pinus radiata* ile yaptığı çalışmada, bitki fideciklerinin, sıvı besi ortamında, mikro besinler için optimum büyüme konsantrasyonlarını saptamıştır. Bor için optimum değer 0.1 mg L⁻¹ olarak belirtmiştir.

Viswanathan (1995), *Asclepias curassavica* polen tüpü çimlenmesi ve büyümesi üzerine Ca ve B'un etkilerini incelemiş ve en yüksek çimlenme oranı ile en uzun polen tüpü oluşumunu 200 mg L⁻¹ B ve 300 mg L⁻¹ Ca varlığında gözlemlemiştir

Olykan *et al.* (1995), *Pinus radiata*' da, azot ve bor eklenmiş makro ve mikro besin elementi alınımı üzerinde araştırma yapmışlardır. İğne yaprak, dal ve gövde parçalarının, yalnızca borla gübrelenen ağaçlarda, yaprak bileşenlerinin ise yalnızca azot ile gübrelenen ağaçlarda daha ağır olduğunu belirtmişlerdir. Bor uygulaması, bir yaşındaki yapraklarda bor konsantrasyonunu artırmasına rağmen, azot uygulaması, azot konsantrasyonunu etkilememiştir.

Çakmak *et al.* (1995), ayçiçeği bitkisinde yaptıkları çalışma sonucunda; borun plazma membranları üzerinde özel bir rolü olduğunu ve membran elemanlarını fenoliklerle kompleks oluşturarak koruduklarını ve bunu, fenoliklerin oksidasyonu ile yüksek toksik düzeylere ulaşması ve serbest oksijen köklerinin oluşumunu önleyerek yaptıklarını belirtmişlerdir.

Milley *et al.* (1969), pamuk bitkisiyle yaptığı çalışmalara göre, kumlu-tınlı toprakta, bor ve azot varlığında verim artmış, potasyum (K) ise ürünü etkilememiştir. Kumlu-tınlı toprakta, bor azot yokluğunda ürünü arttırmış fakat yüksek azot konsantrasyonunda etkili olmamıştır. Bor konsantrasyonu, yaprak sapında 18.2 mg kg⁻¹, yaprak ayasında 12.6 mg kg⁻¹'in altında olduğunda bitkide noksanlık belirtileri başlamıştır.

Banuelos *et al.* (1996), denemelerinde borsuz su kullanımıyla bitki dokularındaki bor konsantrasyonunun düşürülebileceğini açıklamışlardır. Keten ve pamuk bitkisinde

çalışarak, temiz suyun, boru rizosfere veya rizosferden dışarıya taşıyarak ya da her iki yolla da olabileceğini saptamışlardır. Her iki bitkide de bor, en çok yapraklarda birikmektedir.

Lee *et al.* (1996), sardunyalarda, mikrobesein elementleri toksiteleri üzerine yaptıkları çalışmada, besleyici solusyonda bor konsantrasyonu 22 mg kg⁻¹'e artırıldığında, bitkiler bodurlaşmış, yapraklar küçülmüş ve yaprak kenarlarında nekrozisler gözlenmiştir.

Güneş ve ark. (1998b), domates (*Lycopersicon esculentum* L.) bitkisi ile yapmış oldukları çalışmada uygulanan dört farklı bor (0, 5, 10 ve 20 mg kg⁻¹) ve üç farklı çinko (0, 10 ve 20 mg kg⁻¹) dozlarının etkisi sera koşullarında araştırılmıştır. Bor uygulamasının 10 ve 20 mg kg⁻¹ düzeylerinde, bor toksitesi belirtileri ortaya çıkmıştır. Çinko uygulamasının olmadığı koşullarda, borun artan düzeylerine bağlı olarak bitki dokularının bor konsantrasyonları artmıştır.

Güneş ve ark. (2000), mısır çeşitlerinin, bor zehirliliğine duyarlılıklarıyla ilgili sera koşullarında yaptıkları çalışmada, toprağa 0, 10 ve 30 mg kg⁻¹ düzeylerinde borik asit (H₃BO₃) uygulanmıştır. Deneme sonunda, bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları ile bor konsantrasyonları ve kapsamları belirlenmiştir. Yaş ve kuru bitki ağırlıkları ile bitkilerin bor konsantrasyonları ve bor kapsamları arasındaki ilişkilerden yararlanılarak, mısır çeşitlerinin bor zehirliliğine duyarlılıkları ortaya konulmuştur. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, yaş ve kuru ağırlık bakımından bitkilerin bor zehirliliğine duyarlılıkları yüksekten düşüğe doğru, Helix, Riogrande, Furio, Poker, Sele, Missouri, DK 743, Betor şeklinde sıralanmıştır. Genel olarak, bora duyarlılıkları düşük olan çeşitlerin, yüksek olan çeşitlere göre bünyelerinde daha fazla bor içerdikleri belirlenmiştir.

Mahboobi *et al.* (2000), toksik bor konsantrasyonunda yetiştirilen arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşidindeki total protein miktarını saptamaya yönelik çalışmada elde edilen bulgulara göre, toksik bor konsantrasyonunda, bitkilerdeki protein miktarının artışı ve artan protein içeriğinde, bor toksitesine ilişkin bazı yeni proteinlerin varlığı saptanmıştır.

Hobson ve Seymar (2000), kuzey Avustralya' da yaptıkları çalışmalarda fasulye ve nohut bitkilerinin yüksek bor seviyesi ve toprak tuzluluğuna tolerans durumlarının ve bu durumlardaki toprakların, dane ve bakla verimleri üzerine olumsuz etkilerinin toprak karakterine, borun toprak solüsyonundaki dağılımına, bitkilerce alınabilir formunun yoğunluğuna ve genetik varyasyona bağlı olarak değiştiğini, yaptıkları tarla ve sera denemeleriyle ortaya koymuşlardır.

Gülümser ve ark. (2005), fasulyeye (*Phaseolus vulgaris* L.) yapraktan ve topraktan uygulanan farklı bor dozlarının (0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 kg ha⁻¹) verim ve verim unsurlarına etkileri üzerine yaptığı araştırma sonucunda, fasulyeye, borun yapraktan ve topraktan uygulanmasının önemli derecede etkili olduğunu saptamışlardır. Varyans analizi sonucu, bor dozlarının ilk bakla yüksekliğine, tanenin bor içeriğine, çimlenme oranına, 1000 tane ağırlığına ve tane verimine önemli düzeyde etkisi görülmüştür. Fasulyeye yapraktan veya topraktan uygulanan 1.11 kg ha⁻¹ bor ile en fazla kuru tane verimi (2479 kg ha⁻¹) sağlamıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Deneme, Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi uygulama alanı Toprak Bölümü Serası yanında kurulmuştur. Araştırmada, yetiştirme ortamı materyali olarak dere kumu ve perlit 2:1 oranında kullanılmıştır. Dere kumunun ve perlitin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1 ve 3.2’ de verilmiştir.

Çizelge 3.1: Denemede kullanılan dere kumunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tuz	O.M.	CaCO ₃	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn
%				mg kg ⁻¹							
0.0067	0.70	1.20	7.17	2.4	40	700	156	14	6	0.9	3.1

Dere kumunun özelliklerine bakıldığında; toplam tuz ve CaCO₃ içeriği düşük, organik madde ve makro besin elementleri (P, K, Ca, Mg) içeriği çok düşük, pH Nötür ve mikro besin elementleri (Fe, Zn, Mn) içerikleri yeterli seviyede bulunmuştur.

Çizelge 3.2: Perlitin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Hall, 2005)

Renk	Yoğunluk (kg/m ³)	Ebat (mm)	Serbest Nem (%)	SiO ₂ (%)	AlO ₃ (%)	Na ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
Beyaz, gri	80-140	0.05	0.5	71-75	12-18	2.9-4	0.5-5	0.5-0.2	0.02-0.5

Denemede, Ege Bölgesi koşullarına uygun 8 adet pamuk çeşidi Barut 2005, Nazilli-503, Nazilli-39, STN 8A, Gossipolsüz Nazilli, Nazilli-143, Nazilli-342, Gürel Bey kullanılmıştır.

Denemede, sulama suyu kaynağı olarak Ziraat Fakültesi uygulama alanındaki sulama suyu kullanılmıştır. Sulama suyunun kimyasal özellikleri Çizelge 3.3’ de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan sulama suyunun kimyasal özellikleri

pH	E.C (mS/cm)	K (me/L)	Ca (me/L)	Na (me/L)	Mg (me/L)	SAR
7.23	851	0.23	6.40	2.52	1.24	1.70
Nötür	Yüksek	Normal	Normal	Düşük	Normal	Düşük

B (mg kg ⁻¹)	CO ₃ ⁻² (me/L)	HCO ₃ ⁻¹ (me/L)	Cl ⁻¹ (me/L)	SO ₄ ⁻² (me/L)	Sınıfı
0.4	-	5.98	0.70	0.92	C ₃ S ₁
İyi	-	Sakıncalı	Çok iyi	Çok iyi	-

Denemede kullanılan sulama suyunun özelliklerine bakıldığında; pH nötr, E.C yüksek, K, Ca ve Mg normal, Na düşük, SAR değeri düşük, B iyi, Cl⁻ ve SO₄⁻² çok iyi, HCO₃⁻ sakıncalı ve sulama suyu sınıfı C₃S₁ (yüksek E.C ve düşük Na içeren sular) bulunmuştur.

Denemede besi ortamı olarak %50 sulandırılmış Hoagland ve Arnon (1950) solüsyonu kullanılmıştır. Standart solüsyonundaki besin elementi içerikleri, Çizelge 3.4’de verilmiştir. Deneme konusu olarak dört farklı bor dozu kullanılmıştır. Bunlar kontrol (0.5, 7.5, 15 ve 22.5 mg L⁻¹ olarak belirlenmiş ve sırasıyla B0, B1, B2 ve B3 ile simgelenmiştir.

Hoagland çözeltilisinin hazırlanmasında kullanılan gübreler ve gübre miktarları Çizelge 3.5. ve 3.6’da verilmiştir. Plastik torbaların drenaj kontrolleri yapılmış ve verilen suyun % 20’sinin drene olması sağlanmıştır.

Çizelge 3.4: Denemede kullanılan besi ortamının besin elementi içerikleri (Hoagland ve Arnon, 1950)

Besin Maddesi	mg L ⁻¹
Azot	210
Fosfor	31
Potasyum	234
Magnezyum	48
Kalsiyum	160
Kükürt	64
Demir	2.5
Mangan	0.5
Bor	0.5
Bakır	0.02
Çinko	0.05
Molibden	0.01

Çizelge 3.5: Beş litre makro element stok çözeltisi (100 kez konsantre) hazırlamak için gerekli makro besin elementli gübre miktarları

Konu	B mg L ⁻¹	NH ₄ H ₂ PO ₄ g	Ca(NO ₃) ₂ g	KNO ₃ g	MgSO ₄ ·7H ₂ O g
B0	0.5	57.5	328	303	245
B1	7.5	57.5	328	303	245
B2	15	57.5	328	303	245
B3	22.5	57.5	328	303	245

Çizelge 3.6: Beş litre mikro element stok çözeltisi (100 kez konsantre) hazırlamak için gerekli mikro besin elementli gübre miktarları

Konu	Fe EDTA (% 6 Fe) mg	MnSO ₄ .H ₂ O mg	H ₃ BO ₃ mg	CuSO ₄ .5H ₂ O mg	ZnSO ₄ .7H ₂ O mg	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ . 4H ₂ O mg
B0	20830	1016	1470.58	39	110	9.191
B1	20830	1016	21429	39	110	9.191
B2	20830	1016	42857	39	110	9.191
B3	20830	1016	64286	39	110	9.191

3.2. Yöntem

Denemede, dört farklı bor dozu ele alınmıştır. Yetiştirme ortamı olarak kum-perlit karışımı kullanılmıştır. Bor dozları ise 0.5, 7.5, 15, 22.5 mg L⁻¹ bor şeklinde düzenlenmiş ve sırasıyla B0, B1, B2 ve B3 ile simgelenmiştir.

Yetiştirme ortamları olarak 1 mm kalınlığa sahip plastik torbalara 2:1 oranında kum ve perlit konulmuştur. Düzenli drenajın olması amacıyla her plastik torbanın en alt noktasında iki adet özel çıkış deliği kullanılmıştır. Ortam materyalinin kayıplarını engellemek amacı ile bu çıkışların üstü çakıl ile örtülmüştür. Denemenin bitki gelişme dönemi ortalarında (dikimden sonraki 20. gün) genel görünüşü, Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1: Denemenin genel görünüşü ve bitkilerinin toksite belirtileri

Hazırlanan besi ortamları, akşam üzerleri olmak koşuluyla, her bir bor dozu için kenar tesiri ile birlikte toplam 12 çeşitte 144 litre kullanılmıştır. En kenarda bulunan torbalardaki bitkiler kenar tesiri olarak değerlendirilmiştir. Geriye kalan 8 çeşit denemede dikkate alınmıştır. Ayrıca sulama suyunun içine, stok çözülden gerekli miktarlar hesaplanarak karıştırma işlemi yapılmıştır. Örneğin 30 litrelik su kullanımı için stok çözümlerin her birinden 300 ml alınarak 30 litreye tamamlanmıştır. Günlük verilecek sulama suyu miktarı, drene olan suyun miktarları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Drenaj miktarı, toplam solüsyonun % 20' si olacak şekilde ayarlanmıştır .

Ayrıca, yetiştirme ortamında oluşan tuzluluğu gidermek amacıyla haftada bir kez sadece sulama suyu ile yıkama yapılmıştır. Deneme süresince yapılan işlemler Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.7: Deneme süresince yapılan işlemler

Tarih	Dikimden Sonraki Gün (DSG)	Yapılan İşlem
19.06.2006	-	Tohum ekimi
01.07.2006	11	Tekleme
01.07.2006	11	Bor uygulamalarının başlaması
12.07.2006	22	İlk belirtilerin görülmesi
12.07.2006	22	Bitki gözlemleri ve gerekli ölçümlerin alımı
19.07.2006	29	Bitki gözlemleri ve gerekli ölçümlerin alımı (hasar oranı tespiti)
26.07.2006	36	Bitki gözlemleri ve gerekli ölçümlerin alımı
29.07.2006	40	Bitki Yapraklarında renk okumaları
02.08.2006	40	Hasat ve gerekli ölçümlerin alımı
04.08.2006	43	Bitkilerin etüvde kurutulup gerekli tartımların yapılması

3.2.1. Morfolojik Gözlemler

Bitki örneklerinin, haftalık dilimler halinde bazı morfolojik gözlemleri yapılmıştır. Haftalık periyotlarla, bitki boyu, yaprak sayısı ve zarar görmüş yaprak sayıları belirlenmiştir. Buna göre 22, 29, 36 ve 40 DSG' de (dikimden sonraki gün) gözlemler yapılmıştır.

Bitki Boyu: Bitkilerin yetiştirme ortamı seviyesinden olan yüksekliği, cm olarak belirtilmiştir.

Bitki Kuru Madde Verimi: Her parselden alınan bitki örnekleri, delikli plastik torbalar içerisinde, bekletilmeden laboratuvara getirilmiş. İlk olarak köklerinin yüzeyindeki kirlilikleri gidermek için önce musluk suyu ile dikkatlice yıkanmış ve daha sonra üç defa saf sudan geçirilmiştir. Kurutma kağıdı ile bitki örneklerinin fazla suyu alınmış, kök, gövde, yaprak şeklinde ayırarak, 65 ± 2 °C' ye ayarlanmış etüvde 48 saat tutulmuştur. Toplam kuru madde verimi, bu organların (kök, gövde, yaprak) toplam ağırlığı üzerinden, bitki başına ağırlıklarını (g) cinsinden ifade etmektedir.

Bitki Yaprak Sayısı: Bitki üzerinde bulunan tüm yaprakların sayılması ile belirtilmiştir.

Bitki Başına Düşen Hasarlı Yaprak Sayısı: Toplam yaprak alanının yaklaşık % 30' u sararan tüm yaprakların fenolojik olarak gözlemlenmesi sonucu belirtilmiştir.

Bitkide Hasar Oranı Tespiti: Her torbadaki bitkiler, tek tek ele alınarak tahmini hasar oranı tespit edilmiştir.

3.2.2. Kumun Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinde Uygulanan Yöntemler

Kireç (CaCO₃): Toprak örneklerinin CaCO₃ içerikleri Scheibler kalsimetresi ile ölçülmüş, sonuçlar % CaCO₃ olarak hesaplanmıştır (Çağlar, 1958). Sınıflandırma Aeroboe ve Falke'ye göre yapılmıştır (Evliya, 1964).

Toplam Eriyebilir Tuz: Elektriksel iletkenlik, toprak saturasyon ekstraktında, elektriki iletkenlik aleti ile mmhos cm⁻¹ olarak ölçülmüş ve sonuçlar % tuza çevrilmiştir (Rhoudes, 1982).

Organik Madde: Toprak örneklerinin organik madde içerikleri, modifiye edilmiş Walkey-Black metoduna göre belirlenmiş ve sonuçlar % olarak hesaplanmıştır (Black *et al.*,1965).

pH: Havada kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten elenmiş toprak örneği, 1/2.5 sulandırılarak süspansiyon çalkalama makinesinde 30 dakika çalkalanmış, cam elektrotlu pH metrede ölçüm yapılmıştır (Jackson, 1958).

Alınabilir Fosfor: Analize hazır hale getirilmiş toprak örnekleri, Olsen metoduna göre pH'sı 8.5'e ayarlı 0.5 M sodyum bikarbonat çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen süzükteki fosfor (P) spektrofotometrede okunmuştur (Olsen ve Dean, 1965).

Değişebilir K, Ca, Na ve Mg: Analize hazır hale getirilmiş toprak örnekleri, pH'sı 7.0'ye ayarlı 1N Amonyum Asetat çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen süzükte, potasyum (K), kalsiyum (Ca), sodyum (Na) değerleri flamefotometrede magnezyum (Mg) içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometrede okunmuştur (Kacar, 1995).

Yarayışlı Fe, Cu, Zn ve Mn Miktarı: Toprak örneklerinin mikro element kapsamalarının belirlenmesi DTPA yöntemi ile yapılmıştır. pH'sı 7.3'e ayarlı 0,005 M DTPA çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen süzükte demir (Fe), bakır (Cu),

çinko (Zn) ve mangan (Mn) içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometrede okunmuştur (Lindsay ve Norvell, 1978).

3.2.3. Bitki Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Bitki kuru madde verimi alt başlığında anlatıldığı şekilde alınan bitki örnekleri, kurutulduktan sonra her bir bitki organı ayrı ayrı Wiley değirmeninde öğütülmüş ve porselen kaplara konulup etiketlenerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar, 1972).

Bitkide Bor Analizi: Kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örneklerinden 0.25 gr alınmış ve örnekler 450 °C' lik fırında 4-5 saat (gri beyaz renk olana kadar) boyunca yakılmıştır. Soğuyan örnekler 10 ml H₂SO₄ ilavesiyle 25 ml 'lik beherglasslara alınmıştır. Berrak bir sıvı elde etmek için bekletilmiştir. Elde edilen ekstraktan 2 ml tüplere konulmuş, üzerine 4 ml maske edici buffer ve 2 ml Azomethine-H çözeltisi ilave edilmiştir. Aynı işlemler, standartlar için de yapılmıştır. 2 saat bekletildikten sonra Spektrofotometrede 430 M dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur (Wolf, 1974).

3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemeden elde edilen veriler, "The Statistical Discovery Software, JMP 5.0.1a 1989-2002 SAS Institute Inc. " paket programında tesadüf parselleri, faktöryel deneme desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans kaynaklarının serbestlik dereceleri ve kareler ortalamaları ve bunların $p < 0.01$ veya $p < 0.05$ seviyesinde önemli olup olmadıkları belirlenmiştir. Daha sonra farklılıkların önemli bulunması durumunda "LSD %5 Testi" uygulanmıştır.

Bor uygulamalarının, gözlemi yapılan komponentlerde meydana getirdiği yüzde değişimini hesaplamak için aşağıdaki formül üzerinden hesaplama yapılmıştır (Taban ve Erdal, 2000):

$$B1/B0 \text{ için değişim (\%)} = 100 * (B0 - B1) / B0$$

$$B2/B0 \text{ için değişim (\%)} = 100 * (B0 - B2) / B0$$

$$B3/B0 \text{ için değişim (\%)} = 100 * (B0 - B3) / B0$$

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Varyans Analizi

Çalışmada, incelenen özellikler yönünden çeşitler ve bor uygulamaları arası farklılıkların ortaya konulması amacıyla varyans analizi uygulanmıştır. Çeşit x, bor interaksyonunun önemli olması durumunda her bir bor dozu için çeşitlerin farklılıklarının gruplandırılması yapılmıştır. İncelenen tüm özellikler yönünden varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. İncelenen tüm özelliklerde bor x çeşit interaksyonu önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.1: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde gözlemi yapılan komponentlere ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyans kaynağı	S.D	Kareler Ortalaması													
		Boy	Yaprak sayısı	Hasarlı yaprak sayısı	Taze yaprak Ağırlığı ₁	Taze gövde ağırlığı	Taze kök ağırlığı	Toplam taze ağırlık	Kuru yaprak ağırlığı	Kuru gövde ağırlığı	Kuru kök ağırlığı	Toplam kuru ağırlık	Yaprak bor içeriği	Gövde bor içeriği	Kök bor içeriği
Çeşit	7	355.2**	36.33**	16.9**	26.9**	5.77**	38.3**	167.0**	2.03**	0.26**	0.403*	6.11**	20886**	15650**	7631**
Bor	3	572.1**	137.7**	304.6**	118**	10.9**	398**	1130**	7.94**	0.95**	3.59**	31.8**	137428**	68564**	39442**
Çeşit* Bor	21	132.4**	14.6*	18.5**	16.9**	3.99*	42.43**	102.2**	0.90*	0.16*	0.51*	3.08*	16922**	24269**	4882**
Hata	64	3.029	0.385	0.271	0.795	0.0751	2.271	6.513	0.0608	0.0091	0.0227	0.2108	15331	115.5	146.4
Genel	95	13.19	2.246	3.763	2.243	0.269	6.578	4.388	0.1556	0.0208	0.063	0.574	194720	1220	645.5

*p<0.05 **p<0.01

4.2. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Bitki Boyu Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda bitki boyu bakımından çeşitler, uygulanan bor dozları ve çeşit-bor interaksyonu arasındaki farklılığın $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.1).

Bor uygulaması ile çeşitlerde bitki boylarına ilişkin ortalama değerler, karşılaştırmalar ve bunların kontrol uygulamasına göre % değişimleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde bitki boyu üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Bitki boyu (cm)				Değişim (%)		
	B0	B1	B2	B3	B1/B0	B2/B0	B3/B0
Barut 2005	19.00 c	18.00 b	16.00 a	15.33 a	5.26	15.79	19.30
Gossipolsüz Nazilli	18.00 cd	15.00 cd	14.17 b	13.67 b	16.67	21.30	24.07
Gürel Bey	17.00 d	14.50 c	14.00 b	10.83 c	14.71	17.65	36.27
Nazilli 143	16.33 e	16.00 c	14.33 b	11.00 c	2.04	12.24	32.65
Nazilli 342	15.33 e	13.67 e	10.00 d	9.00 d	10.87	34.78	41.30
Nazilli 39	23.33 a	20.00 a	14.67 b	10.33 c	14.29	37.14	55.71
Nazilli 503	21.83 b	17.67 b	16.00 a	13.67 b	19.08	26.72	37.40
STN 8A	15.33 e	13.67 e	11.67 c	10.00 c	10.87	23.91	34.78
Ortalama	18.27 A	16.06 B	13.85 C	11.73 D	11.72	23.72	35.19

Genetik özelliklerindeki farktan dolayı kontrol uygulamasında (B0) çeşitlerin boyları birbirlerinden ayrılmış olmuştur. Ancak artan düzeyde bor uygulamalarına paralel olarak tüm pamuk çeşitlerinin boylarında azalma görülmüştür. B1, B2 ve B3 uygulamaları ile çeşitlerin boylarında ortalama olarak sırasıyla % 11.72, 23.72 ve 35.19’lık bir azalma meydana gelmiştir. Kontrol uygulamasına göre B1 dozu uygulamasında, bitki boyunda en az azalma %2.04 ve 5.26 değerleri ile sırasıyla Nazilli 143 ve Barut 2005 çeşitlerinde; B2 dozu uygulamasında %12.24 ve 15.79 değerleri ile Nazilli 143 ve Barut 2005 çeşitlerinde; B3 dozu uygulamasında ise %19.3 ve 24.07 değerleri ile Barut 2005 ve Gossipolsüz Nazilli çeşitlerinde meydana gelmiştir. Bor uygulamalarından en olumsuz olarak etkilenen çeşit ise B1 uygulamasında Nazilli 503; B2 ve B3 uygulamalarında ise Nazilli 39 olmuştur.

Kontrol uygulamasına baktığımızda Nazilli 39 mevcut çeşitler içinde en uzun boylu olanıdır.

Yüksek düzeydeki bor uygulamalarının, bitki boy uzunluğunu azalttığı pek çok araştırmacı tarafından da belirtilmiştir. Handreck (1995), *Pinus radiata* ile yaptığı çalışmada bitki fideciklerinin sıvı gübre içindeki mikro besinler için orta büyüme konsantrasyonlarını saptamıştır. Bor için en uygun yetiştirme dozu, 0.1 mg L^{-1} olarak belirtmiştir. Bu dozun üzerindeki bor konsantrasyonu arttıkça bitki boyunda gerilemeler gözlenmiştir.

Yadav ve Dahankar (1989), tuzluluk ve borun nohut bitkisinin çimlenme, büyüme ve mineral bileşimi üzerine yaptıkları çalışmada, borca zengin tuzlu toprakların çimlenme ve büyüme üzerine düşük düzeyli borlu ve tuzlu topraklardan daha zararlı olduğunu gözlemlemiştir.

4.3. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Yaprak Sayısı Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda, yaprak sayısı bakımından çeşitler ve uygulanan bor dozları arasındaki farklılığın $p < 0,01$ seviyesinde, çeşit ve bor interaksiyonunun ise $p < 0,05$ seviyesinde önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.1).

Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde yaprak sayısı üzerine etkilerini ve bunların kontrol uygulamasına göre oransal değişimleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Çizelgede görüleceği gibi bor uygulamaları, bütün çeşitlerin yaprak sayılarında dikkate değer bir azalma meydana getirmiştir. Kontrol (B0) koşullarında yetiştirilen pamuk çeşitlerinde, en fazla yaprak sayısı (yüksekten düşüğe doğru) sırasıyla, Nazilli 503, Barut 2000, Nazilli 39, Gürel Bey, Gossipolsüz Nazilli, Nazilli 143, STN 8A çeşitlerinde meydana gelmiştir. B1 uygulamasında Barut 2005, Nazilli 503, Nazilli 39, Nazilli 143 ve STN 8A çeşitlerinin yaprak sayıları diğer çeşitlerden daha yüksek düzeyde olmuştur. B3 düzeyinde ise yaprak sayısı bakımından çeşitlerin sıralaması

Nazilli 503, Nazilli 143, Barut 2005, STN 8A, Nazilli 39, Gürel Bey, Nazilli 342 ve Gossipolsüz Nazilli şeklinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.3: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde yaprak sayısı üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Yaprak sayısı (tane)				Değişim (%)		
	B0	B1	B2	B3	B1/B0	B2/B0	B3/B0
Barut 2005	8.66 a	7.66 a	6.00 b	5.66 ab	11.53	30.76	34.61
Gossipolsüz Nazilli	8.00 b	5.33 b	4.33 d	4.00 d	33.33	45.83	50.00
Gürel Bey	8.00 b	6.00 cd	5.00 c	4.33 cd	25.00	37.50	45.83
Nazilli 143	8.00 b	6.33 ab	6.33 ab	6.00 a	20.83	20.83	25.00
Nazilli 342	7.00 b	5.66 d	4.66 cd	4.66 c	19.04	33.33	33.33
Nazilli 39	7.66 c	6.66 bc	5.33 ab	4.00 d	13.04	30.43	47.82
Nazilli 503	8.66 a	7.00 b	6.66 a	6.00 a	19.23	23.07	30.76
STN 8A	8.00 b	6.33 c	5.66 a	3.66 d	20.83	29.16	54.16
Ortalama	8.00 A	6.37 B	5.50 C	4.79 C	20.35	31.36	40.19

Artan düzeyde bor uygulamalarına paralel olarak tüm pamuk çeşitlerinin yaprak sayılarında azalma görülmüştür. Bor uygulamaları ile çeşitlerin yaprak sayıları ortalama olarak sırasıyla 8, 6.38, 5.5 ve 4.79 cm olmuştur. Kontrole göre B1, B2 ve B3 uygulamaları ile bitki yaprak sayısında, ortalama olarak sırasıyla % 20.35, 31.36, ve 40.19'luk bir azalma meydana gelmiştir. Bor uygulamaları sonucunda yaprak sayısında meydana gelen azalma B1, B2 ve B3 dozlarında, en fazla STN 8A ve Gossipolsüz Nazilli'de meydana gelmiş. En az % değişim gösteren çeşit B1 dozunda Barut- 2000, B2 ve B3 dozlarında ise Nazilli -143 çeşidi olmuştur.

Nazilli 143 ve Barut 2005'in artan bor dozlarına karşın bitki boyu ve yaprak sayısı bakımından daha az olumsuz etkilenmesi dikkat çekicidir.

4.4. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Hasarlı Yaprak Sayısı Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda, bitkide hasarlı yaprak sayısı bakımından çeşitler ve uygulanan bor dozları arasındaki farklılığın $p < 0,01$ seviyesinde ve bor-çeşit interaksyonunun da $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.1).

Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde hasarlı yaprak sayısı üzerine etkileri ve bunların kontrol uygulamasına göre oransal değişimleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Artan dozlarda uygulanan bor, bütün çeşitlerin hasarlı yaprak sayılarında dikkate değer bir azalma meydana getirmiştir. Ancak, bitkilerin genetik özelliklerindeki farklılıklardan dolayı, bu artışlar her çeşitte farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.4: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde hasarlı yaprak sayısı üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Hasarlı yaprak sayısı (tane)			
	B0	B1	B2	B3
Barut 2005	0.00	2.33 b	4.00 b	4.33 b
Gossipolsüz Nazilli	0.00	2.00 bc	2.66 c	4.33 b
Gürel Bey	0.00	1.00 d	3.33 bc	3.66 c
Nazilli 143	0.00	3.33 a	5.00 a	5.33 a
Nazilli 342	0.00	2.33 b	4.00 b	5.00 a
Nazilli 39	0.00	3.66 a	4.00 b	4.33 b
Nazilli 503	0.00	1.66 d	5.00 a	5.33 a
STN 8A	0.00	2.00 bc	4.00 b	4.33 b
Ortalama	0.00	2.29 C	4.00 B	4.58 A

Kontrol dozunda, çeşitlerde hasarlı yaprak gözlenmemiştir. Ancak artan düzeyde bor uygulamalarına paralel olarak tüm pamuk çeşitlerinin hasarlı yaprak sayılarında artışlar gözlenmiştir. B1, B2 ve B3 uygulamaları ile çeşitlerin hasarlı yaprak sayılarında ortalama olarak sırasıyla % 2.29, 4.00 ve 4.58'lik bir değişim gözlenmiştir. Bitkilerde hasarlı yaprak sayısı B1 ve B2 uygulamalarında, Nazilli 143 ve Nazilli-503 çeşitlerinde, B3 uygulamasında ise Nazilli-143, Nazilli-503 ve Nazilli 542 çeşitlerinde görülmüştür.

Pamuk çeşitlerinin hasarlı yaprak sayıları, kontrol ile kıyaslandığında; B1 uygulamasında en az etkilenen çeşit Gürel Bey, B2 uygulamasında Gürel Bey ve Gossipolsüz Nazilli, B3 uygulamasında ise Gürel Bey çeşidi olmuştur. Tüm ilave bor uygulamalarında Gürel Bey çeşidinin yapraklarında bor toksite belirtilerinin en az düzeyde (en son grupta) oluşu dikkat çekicidir.

Kalaycı *et al.* (1998), farklı buğday çeşitlerinin bor toksitesine olan duyarlılıklarını inceledikleri bir çalışmada, makarnalık buğday çeşitlerinin yapraklarındaki nekrozlu yaprak hacminin, ekmeçlik buğdaylarınkine göre daha fazla olduğu, ayrıca her iki ekmeçlik buğday grubuna ait çeşitler arasında da farklılıkların olduğunu ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızdaki bulgularda ise 8 farklı pamuk çeşidi ele alınmış olup, hasarlı yaprak sayısı bakımından çeşitler arasında farklılıklar bulunmuştur.

4.5. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Taze Yaprak Ağırlığı Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda, taze yaprak ağırlığı bakımından çeşitler ve uygulanan bor dozları arasındaki farklılığın ve bor-çeşit interaksyonunun $p<0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1).

Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde taze yaprak ağırlığı üzerine etkileri ve bunların kontrol uygulamasına göre oransal değişimleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Çeşitlerin ortalama taze yaprak ağırlıkları; B0, B1, B2 ve B3 uygulamaları için sırasıyla 4.1, 2.89, 1.74 ve 1.21 g olarak elde edilmiştir. B1, B2 ve B3 uygulamaları ile çeşitlerin taze yaprak ağırlıklarında ortalama olarak sırasıyla % 29.51, 57.56 ve 70.49’ luk bir azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 4.5: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde taze yaprak ağırlığı üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Taze yaprak ağırlığı (gr)				Değişim (%)		
	B0	B1	B2	B3	B1/B0	B2/B0	B3/B0
Barut 2005	3.96 bc	3.85 a	2.34 ab	2.04 a	2.78	40.91	48.48
Gossipolsüz Nazilli	3.31 c	2.20 c	1.54 b	1.62 a	33.53	53.47	51.06
Gürel Bey	4.33 b	2.60 bc	2.09 ab	1.36 ab	39.95	51.73	68.59
Nazilli 143	4.16 b	3.19 ab	2.10 ab	1.31 ab	23.32	49.52	68.51
Nazilli 342	2.93 c	2.34 bc	0.81 b	0.68 b	20.14	72.35	76.79
Nazilli 39	5.49 a	3.27 ab	1.56 b	0.73 b	40.44	71.58	86,70
Nazilli 503	5.59 a	3.09 b	2.62 a	1.49 a	44.72	53.13	73.35
STN 8A	2.99 c	2.60 bc	0.89 b	0.47 b	13.04	70.23	84.28
Ortalama	4.10 A	2.89 B	1.74 C	1.21 D	29.51	57.56	70.49

Kontrolle kıyaslandığında, B1 dozunda en fazla etkilenen çeşitler, Nazilli 503, Nazilli 39, Gürel bey ve Gossipolsüz Nazilli olmuştur. B2 dozunda en fazla etkilenen çeşitler, Nazilli 39, STN 8A, Barut 2005 ve Nazilli 342 olmuştur. B3 dozunda ise Nazilli 39, Nazilli 503, Nazilli 342, Gürel Bey ve Nazilli 143 çeşitleri izlemiştir.

Sonuç olarak, her üç ilave bor uygulamasında en olumsuz etkilenen çeşitler Nazilli 39 ve Nazilli 503 çeşitleri olmuştur. Artan bor uygulamalarında en az etkilenen çeşitler ise Gossipolsüz Nazilli ve Barut 2005 olmuştur. Daha önce incelenen bitki boyu ve yaprak sayısı gözlemlerinde de, Barut 2005 ve Gossipolsüz Nazilli çeşitlerinin, ilave bor dozlarından en az düzeyde etkilendiği belirtilmiştir. Taze yaprak ağırlıklarında da benzer sonucun alınması, bu çeşitlerin bor toksitesine karşı daha dayanıklı olduğunu göstermektedir.

4.6. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Taze Gövde Ağırlığı Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda, taze gövde ağırlığı bakımından çeşitler ve uygulanan bor dozları arasındaki farklılığın ve bor-çeşit interaksyonunun $p<0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1).

Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde taze gövde ağırlığı üzerine etkileri ve bunların kontrol uygulamasına göre oransal değişimleri, Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çeşitlerin ortalama taze gövde ağırlıkları, B0, B1, B2 ve B3 uygulamaları için

sırasıyla 1.44, 1.03, 0.76 ve 0.55 g olarak elde edilmiştir. B1, B2 ve B3 uygulamaları ile çeşitlerin taze gövde ağırlıklarında, ortalama olarak sırasıyla % 29, 48 ve 62'lik bir azalma meydana gelmiştir. Artan bor uygulamalarından B1, B2, B3 dozlarında en fazla etkilenen çeşitler Nazilli 39, STN 8A, Nazilli 342 ve Nazilli 503 olmuştur. Bor dozlarından en az etkilenen çeşitler ise Gossipolsüz Nazilli ve Gürel Bey çeşitleri olmuştur.

Çizelge 4.6: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde taze gövde ağırlığı üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Taze gövde ağırlığı (gr)				Değişim (%)		
	B0	B1	B2	B3	B1/B0	B2/B0	B3/B0
Barut 2005	1.51 b	1.34 ab	1.02 a	0.80 a	11.26	32.45	47.02
Gossipolsüz Nazilli	1.17 c	0.73 c	0.61 b	0.58 b	37.61	47.86	50.43
Gürel Bey	1.13 c	0.86 c	0.93 a	0.56 b	23.89	17.70	50.44
Nazilli 503	2.00 b	1.25 ab	1.11 a	0.84 a	37.50	44.50	58.00
Nazilli 143	1.32 bc	1.18 b	0.77 b	0.52 bc	10.61	41.67	60.61
Nazilli 342	0.99 c	0.74 c	0.37 c	0.36 c	25.25	62.63	63.64
Nazilli 39	2.45 a	1.41 a	0.74 b	0.40 bc	42.45	69.80	83.67
STN 8A	0.98 c	0.71 c	0.57 bc	0.34 c	27.55	41.84	65.31
Ortalama	1.44 A	1.03 b B	0.76 C	0.55 D	28.47	47.22	61.81

Kalaycı *et al.* (1998), 10 ve 100 mM bor uygulamalarında, buğday çeşitlerinin toprak üstü aksam ağırlıklarında kontrole göre azalma olduğu ve çeşitler arasında büyük farklılıkların bulunduğu belirtilmiştir. Bu bulgular, bizim sonuçlarımız ile paralellik göstermektedir.

4.7. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Taze Kök Ağırlığı Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda, taze kök ağırlığı bakımından çeşitler ve uygulanan bor dozları arasındaki farklılığın ve bor-çeşit interaksyonunun $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1).

Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde taze kök ağırlığı üzerine etkileri ve bunların kontrol uygulamasına göre oransal değişimleri, Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çeşitlerin ortalama taze kök ağırlıkları, B0, B1, B2 ve B3 uygulamaları için sırasıyla 6.84, 5.29, 2.80 ve 1.64 g olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.7: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde taze kök ağırlığı üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Taze kök ağırlığı (gr)				Değişim (%)		
	B0	B1	B2	B3	B1/B0	B2/B0	B3/B0
Barut 2005	8.66 a	4.53 b	3.05 a	2.08 a	47.69	64.78	75.98
Gossipolsüz Nazilli	6.52 b	5.58 ab	3.69 a	2.03 a	14.42	43.40	68.87
Gürel Bey	4.89 c	3.64 b	2.93 ab	1.78 ab	25.56	40.08	63.60
Nazilli 143	7.83 ab	5.85 a	3.23 a	1.57 ab	25.29	58.75	79.95
Nazilli 342	6.41 bc	5.98 a	1.30 b	1.25 ab	6.71	79.72	80.50
Nazilli 39	8.52 a	6.26 a	2.72 ab	1.63 ab	26.53	68.08	80.87
Nazilli 503	6.67 b	5.95 a	3.74 a	2.08 a	10.79	43.93	68.82
STN 8A	5.21 c	4.53 b	1.74 b	0.75 b	13.05	66.60	85.60
Ortalama	6.84 A	5.29 B	2.80 C	1.64 D	22.66	59.06	76.02

Kontrole göre B1, B2 ve B3 uygulamaları ile çeşitlerin taze kök ağırlıklarında, ortalama olarak sırasıyla % 23, 59 ve 76’lık bir azalma meydana gelmiştir. Artan bor uygulamalarında; B1 dozundan en olumsuz etkilenen çeşitler, Barut 2005, Nazilli 39 ve Nazilli 342, B2 dozunda Nazilli 39, Barut 2005 ve Nazilli 143, B3 dozunda ise Nazilli 39, Barut 2005 ve Nazilli 143 çeşitleri olmuştur. Artan bor uygulamalarında en fazla etkilenen çeşitler, Nazilli 39, Barut 2005, Nazilli 342, STN 8A ve Nazilli 143 çeşitleri olurken, en az etkilenen çeşitler ise Gürel Bey ve Gossipolsüz Nazilli olmuştur.

Yüksek düzeydeki bor uygulamalarının, kök ağırlığını azalttığı yönündeki bulgular başka araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Reid *et al.*, 2004; Guertal, 2004).

4.8. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Toplam Taze Ağırlık Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda, toplam taze ağırlık bakımından çeşitler ve uygulanan bor dozları arasındaki farklılığın ve bor-çesit interaksyonunun $p<0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1).

Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde toplam taze ağırlık üzerine etkileri ve bunların kontrol uygulamasına göre oransal değişimleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelgede görüleceği gibi, bor uygulamaları bütün çeşitlerin toplam taze ağırlıkları, kontrolle karşılaştırıldığında bitkinin toplam taze ağırlıklarında dikkate değer bir azalma meydana getirmiştir. Çeşitlerin ortalama toplam taze ağırlık değerleri B0, B1, B2 ve B3 uygulamaları için sırasıyla 12.24, 9.27, 5.31 ve 3.41 g olarak bulunmuştur. Kontrole göre B1, B2 ve B3 uygulamalarında çeşitlerin toplam taze ağırlıklarında ortalama olarak sırasıyla % 24, 57 ve 72’lik bir azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 4.8: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde toplam taze ağırlık üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Toplam taze ağırlık (gr)				Değişim (%)		
	B0	B1	B2	B3	B1/B0	B2/B0	B3/B0
Barut 2005	14.02 b	9.91 a	6.41 ab	4.92 a	29.32	54.28	64.91
Gossipolsüz Nazilli	11.00 c	8.51 b	5.84 ab	4.24 ab	22.64	46.91	61.45
Gürel Bey	10.35 c	7.10 b	5.94 ab	3.70 ab	31.40	42.61	64.25
Nazilli 143	13.32 b	10.22 ab	6.10 ab	3.40 ab	23.27	54.20	74.47
Nazilli 342	9.34 c	9.07 ab	2.48 c	2.29 b	2.86	73.44	75.47
Nazilli 39	16.45 a	10.95 a	5.02 b	2.76 b	33.43	69.48	83.22
Nazilli 503	14.25 b	10.29 ab	7.48 a	4.42 ab	27.79	47.51	68.98
STN 8A	9.18 c	8.14 b	3.20 cb	1.57 b	11.33	65.14	82.90
Ortalama	12.24 A	9.27 B	5.31 C	3.41 D	24.26	56.62	72.14

Kontrolle göre; B1 dozunda, en fazla % değişim, Nazilli 39, Barut 2005 ve Nazilli 503 de, en az % değişim ise Nazilli 342 ve STN 8A çeşitlerinde olmuştur. B2 dozunda, en fazla % değişim Nazilli 39, Barut 2005, Nazilli 342, STN 8A ve Nazilli 143'de, en az % değişim ise Gürel Bey ve Gossipolsüz Nazilli çeşitlerinde gözlenmiştir. B3 dozunda, en fazla % değişim Nazilli 39, STN 8A, Nazilli 342, Nazilli 143 ve Nazilli 503'de, en az % değişim ise Gossipolsüz Nazilli, Gürel Bey ve Barut 2005 çeşitlerinde olmuştur.

Şu ana kadar değerlendirilen parametreler açısından, bor toksitesinden en olumsuz etkilenen Nazilli 39, Nazilli 143 ve Nazilli 503 çeşitleri olmuştur. Buna karşın en az etkilenen çeşitler ise Gürel Bey, Gossipolsüz Nazilli ve Nazilli 342 olduğu gözlenmiştir.

Uygulanan bor dozları ile toplam taze ağırlık arasındaki doğrusal ilişkiye ait parametreler, Çizelge 4.9'de verilmiştir. Çizelgede görüleceği gibi bor uygulamaları ile çeşitlerin toplam taze ağırlıkları arasındaki doğrusal ilişki incelendiğinde, eğim değeri en negatif (-0.626) olan çeşit yani bor dozlarından en olumsuz etkilenen çeşit Nazilli 39 olurken, bu değerin en yüksek olduğu (-0.281) ile bor toksitesinden en az etkilenen çeşitler Gürel Bey ve Gossipolsüz Nazilli (-0.306) çeşitleri olmuştur.

Çizelge 4.9: Uygulanan bor dozları ile toplam yaş ağırlık arasındaki doğrusal ilişkiye ait parametreler

Pamuk çeşitleri	İntersept	Eğim	R ²
Barut 2005	-0.410	13.439	0.96
Gossipolsüz Nazilli	-0.306	10.844	0.98
Gürel Bey	-0.281	9.944	0.96
Nazilli 143	-0.451	13.346	0.99
Nazilli 342	-0.369	99.558	0.87
Nazilli 39	-0.626	15.852	0.96
Nazilli 503	-0.430	13.961	0.99
STN 8A	-0.370	96.911	0.93

Araştırma sonuçlarımız konu hakkında daha önce yapılan araştırmalarla paralellik göstermektedir. Nitekim bazı araştırmacılar (Güneş ve ark., 2000; Taban ve Erdal, 2000; Tariq ve Mott, 2006), yüksek düzeydeki bor uygulamalarının, bitkinin toplam taze ağırlığını azalttığını, yaptıkları çalışmalarda belirlemişlerdir.

Shelp ve ark. (1987), karnabahar (*Brassica oleracea*) bitkisi ile yaptığı farklı bor dozları çalışmasında, elde ettikleri verilere göre, bitkinin maksimum taze ağırlığının 1 mg kg^{-1} bor konsantrasyonunda olduğunu ve bor dozunun artması ile bitkinin taze ağırlığında azalmalar meydana geldiğini saptamışlardır.

Kirg ve Lorenagan (1988), soya fasülyesi üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, artan dozda bor uygulamaları neticesinde, bitkinin aktif yaprak ve gövde büyümesinin gerilediği fakat bu gerilemenin belli bir seviyeden sonra durduğu ve gelişimin sabit bir şekilde devam ettiğini belirlemişlerdir.

4.9. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Kuru Yaprak Ağırlığı Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda, yaprak kuru ağırlığı bakımından çeşitler ve uygulanan bor dozları arasındaki farklılığın $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu, çeşit ve bor interaksiyonu ise $p < 0,05$ seviyesinde önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.1).

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri ve bunların kontrol uygulamasına göre oransal değişimleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden görüleceği gibi bor uygulamaları bütün çeşitlerin kuru yaprak ağırlıklarında kontrole oranla, bitki kuru yaprak ağırlıklarında dikkate değer bir azalma meydana getirmiştir.

Kontrole göre, artan bor uygulamalarında B1, B2 ve B3 dozlarından en olumsuz etkilenen çeşitler, Gürel Bey, Nazilli 503 ve Nazilli 39 olurken, yaprak kuru ağırlığında en az % değişim gösteren Barut 2005 ve Gossipolsüz Nazilli çeşitleri olmuştur.

Çizelge 4.10: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde kuru yaprak ağırlığı üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Kuru yaprak ağırlığı (gr)				Değişim (%)		
	B0	B1	B2	B3	B1/B0	B2/B0	B3/B0
Barut 2005	1.12 b	1.06 a	0.61 ab	0.60 a	5.36	45.54	46.43
Gossipolsüz Nazilli	0.96 bc	0.74 b	0.53 ab	0.50 ab	22.92	44.79	47.92
Gürel Bey	1.07 b	0.55 b	0.49 b	0.32 bc	48.60	54.21	70.09
Nazilli 143	1.07 ab	0.87 ab	0.56 ab	0.35 b	18.69	47.66	67.29
Nazilli 342	0.80 c	0.65 b	0.23 c	0.19 b	18.75	71.25	76.25
Nazilli 39	1.32 a	0.89 ab	0.41 b	0.17 bc	32.58	68.94	87.12
Nazilli 503	1.47 a	0.97 a	0.69 a	0.51 ab	34.01	53.06	65.31
STN 8A	0.82 c	0.74 b	0.25 c	0.12 c	9.76	69.51	85.37
Ortalama	1.08	0.81	0.47	0.34	25.00	56.48	68.52

Çeşitlerin bitki kuru yaprak ağırlıkları, B0, B1, B2 ve B3 uygulamaları için sırasıyla 1.08, 0.81, 0.47 ve 0.34 g olarak bulunmuştur. Kontrole göre B1, B2 ve B3 uygulamalarında, çeşitlerin kuru yaprak ağırlıklarında ortalama olarak sırasıyla % 25, 57 ve 68'lik bir azalma meydana gelmiştir.

4.10. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Kuru Gövde Ağırlığı Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda, gövde kuru ağırlığı bakımından çeşitler ve uygulanan bor dozları arasındaki farklılığın $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu, çeşit-bor interaksiyonunun ise $p < 0,05$ seviyesinde önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.1).

Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde kuru gövde ağırlığı üzerine etkileri ve bunların kontrol uygulamasına göre oransal değişimleri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Bütün çeşitlerin kuru gövde ağırlıkları kontrolle karşılaştırıldığında, çeşitlerin kuru gövde ağırlıklarında dikkate değer bir azalma meydana getirmiştir. Çeşitlerin ortalama kuru gövde ağırlık değerleri B0, B1, B2 ve B3 uygulamaları için sırasıyla 0.39, 0.29, 0.19 ve 0.13 g olarak bulunmuştur. Kontrole göre B1, B2 ve B3 uygulamaları ile çeşitlerin kuru gövde ağırlıklarında ortalama olarak sırasıyla %26, 51 ve 67'lik bir azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 4.11: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde kuru gövde ağırlığı üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Kuru gövde ağırlığı (gr)				Değişim (%)		
	B0	B1	B2	B3	B1/B0	B2/B0	B3/B0
Barut 2005	0.43 b	0.41 a	0.27 a	0.16 b	4.65	37.21	62.79
Gossipolsüz Nazilli	0.36 bc	0.26 bc	0.20 ab	0.15 b	27.78	44.44	58.33
Gürel Bey	0.38 b	0.23 c	0.20 ab	0.20 ab	39.47	47.37	47.37
Nazilli 143	0.38 b	0.33 ab	0.18 b	0.10 bc	13.16	52.63	73.68
Nazilli 342	0.28 c	0.19 c	0.10 c	0.09 bc	32.14	64.29	67.86
Nazilli 39	0.42 b	0.35 a	0.17 b	0.05 c	16.67	59.52	88.10
Nazilli 503	0.56 a	0.30 bc	0.24 a	0.24 a	46.43	57.14	57.14
STN 8A	0.29 c	0.23 c	0.13 bc	0.06 c	20.69	55.17	79.31
Ortalama	0.39	0.29	0.19	0.13	25.64	51.28	66.67

Kontrolle göre; B1 uygulamasında en fazla değişim Nazilli 503’de, en az değişim ise Barut 2005’de, B2 uygulamasında en fazla değişim Nazilli 342’de, en az Barut 2005’de, B3 uygulamasında en fazla değişim STN 8A’da ve en az Gürel Bey çeşidinde meydana gelmiştir.

Kalaycı *et al.* (1998), 10 ve 100 mM bor uygulamalarında, buğday çeşitlerinin toprak üstü aksam ağırlıklarında kontrole göre azalma olduğu ve çeşitler arasında büyük farklılıkların bulunduğunu belirtmişlerdir.

4.11. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Kuru Kök Ağırlığı Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda kök kuru ağırlığı bakımından çeşitler ve uygulanan bor dozları arasındaki farklılığın $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu, çeşit ve bor interaksiyonu ise $p < 0,05$ seviyesinde önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.1).

Bor Uygulamalarının pamuk çeşitlerinde kuru kök ağırlığı üzerine etkileri ve bunların kontrol uygulamasına göre oransal değişimleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çeşitlerin ortalama kuru kök ağırlık değerleri B0, B1, B2 ve B3 uygulamaları için sırasıyla 0.65, 0.52, 0.28 ve 0.16 g olarak bulunmuştur. Kontrolle göre çeşitlerin kuru kök ağırlıkları B1, B2 ve B3 uygulamalarında sırasıyla %20, 57 ve 75’ lik azalmalara neden olmuştur.

Çizelge 4.12: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde kuru kök ağırlığı üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Kuru kök ağırlığı (gr)				Değişim (%)		
	B0	B1	B2	B3	B1/B0	B2/B0	B3/B0
Barut 2005	0.76 b	0.44 b	0.31 ab	0.29 a	42.11	59.21	61.84
Gossipolsüz Nazilli	0.60 c	0.58 ab	0.38 a	0.18 ab	3.33	36.67	70.00
Gürel Bey	0.53 c	0.39 c	0.31 ab	0.21 ab	26.42	41.51	60.38
Nazilli 143	0.69 bc	0.61 ab	0.32 ab	0.15 b	11.59	53.62	78.26
Nazilli 342	0.58 c	0.53 b	0.13 c	0.13 b	8.62	77.59	77.59
Nazilli 39	0.91 a	0.67 a	0.23 b	0.09 b	26.37	74.73	90.11
Nazilli 503	0.67 bc	0.53 b	0.39 a	0.21 ab	20.90	41.79	68.66
STN 8A	0.49 c	0.41 c	0.15 c	0.05 b	16.33	69.39	89.80
Ortalama	0.65 A	0.52 B	0.28 C	0.16 D	20.00	56.92	75.38

Artan bor uygulamalarından B1 dozunda en fazla etkilenen çeşitler sırasıyla, Barut 2005, Gürel Bey ve Nazilli 39 olmuştur, B2 dozunda en fazla etkilenen çeşitler sırasıyla Nazilli 342, Nazilli 39 ve STN 8A olmuştur. B3 dozunda ise en olumsuz etkilenen çeşitler sırasıyla Nazilli-39, STN 8A, Nazilli 342 ve Nazilli 143 çeşitleri olmuştur. Bor toksisitesinden en az etkilenen çeşitler ise B1 dozunda sırasıyla Gossipolsüz Nazilli, Nazilli 342 ve Nazilli 143; B2 dozunda Gossipolsüz Nazilli, Gürel Bey ve Nazilli 503; B3 dozunda ise Gürel Bey, Barut 2005 ve Nazilli 503 çeşitleri olmuştur.

Yüksek düzeydeki bor uygulamalarının bitki kuru kök ağırlığını azalttığı diğer pek çok araştırmacı tarafından da belirtilmiştir (Reid *et al.*, 2004; Hayes *et al.*, .1999)

4.12. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Toplam Kuru Ağırlığı Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda toplam kuru ağırlığı bakımından çeşitler ve uygulanan Bor dozları arasındaki farklılığın $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu, çeşit ve Bor etkileşimi ise $p < 0,05$ seviyesinde önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.1).

Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde toplam kuru ağırlığı ve bunların kontrol uygulamasına göre oransal değişimleri Çizelge 4.13'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden görüleceği gibi çeşitlerin ortalama toplam kuru ağırlık değerleri B0, B1, B2 ve B3 uygulamaları için sırasıyla 2.11, 1.64, 0.94 ve 0.64 g olarak bulunmuştur. Kontrole göre çeşitlerin ortalama % değişimleri B1, B2 ve B3 uygulamaları için sırasıyla 21, 56 ve 69' luk azalmalar meydana getirmiştir.

Çizelge 4.13: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde toplam kuru ağırlığı üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Toplam kuru ağırlık (gr)				Değişim (%)		
	B0	B1	B2	B3	B1/B0	B2/B0	B3/B0
Barut 2005	2.27 b	1.94 ab	1.20 a	1.06 a	15	47	53
Gossipolsüz Nazilli	1.92 bc	1.59 ab	1.11 ab	0.83 ab	17	42	57
Gürel Bey	1.99 b	1.18 b	1.01 ab	0.73 ab	41	49	63
Nazilli 143	2.15 b	1.82 ab	1.08 ab	0.60 b	15	50	72
Nazilli 342	1.61 c	1.38 b	0.47 b	0.42 b	14	71	74
Nazilli 39	2.66 a	1.91 a	0.81 b	0.32 b	28	69	88
Nazilli 503	2.70 a	1.80 ab	1.34 a	0.96 ab	33	50	65
STN 8A	1.61 c	1.47 b	0.54 b	0.24 b	9	66	85
Ortalama	2.11 A	1.64 B	0.94 C	0.64 D	20	56	69

Genetik özelliklerindeki farklılıktan dolayı, kontrol uygulamasında (B0) çeşitlerin toplam kuru ağırlık miktarları birbirlerinden ayrımlı olmuştur. Ancak artan düzeyde bor uygulamalarına paralel olarak tüm pamuk çeşitlerinin toplam kuru ağırlıklarında bir azalma görülmüştür. Kontrole göre; B1 dozunda en fazla % değişim gösteren çeşitler, Nazilli 503, Gürel Bey ve Nazilli 39 olmuştur. B2 dozunda en olumsuz etkilenen çeşitler sırasıyla, Nazilli 342, Nazilli 39 ve STN 8A olmuştur. B3 dozunda ise Nazilli 39, STN 8A ve Nazilli 342 olmuştur. Toplam kuru ağırlık açısından, yüksek bor dozlarından en az etkilenen çeşitler B1 dozunda, STN 8A, Nazilli 342, B2 dozunda, Gossipolsüz Nazilli, Barut 2005 ve Gürel Bey, B3 dozunda ise Barut 2005, Gossipolsüz Nazilli ve Gürel Bey çeşitleri olmuştur.

Uygulanan bor dozları ile toplam kuru ağırlık arasındaki doğrusal ilişkiye ait parametreler Çizelge 4.14'de verilmiştir. Bor uygulamaları ile çeşitlerin kuru ağırlıkları arasındaki doğrusal ilişki incelendiğinde, eğim değeri en negatif (-0.108) olan çeşit yani bor dozlarından en fazla etkilenen çeşit, Nazilli 39 olurken, bu değer en yüksek olduğu (-0.0502) çeşit yani en az etkilenenler ise Gossipolsüz Nazilli ve Gürel Bey (0.0524) olmuştur. Bu değerler, taze yaş ağırlık ile bor dozları arasındaki ilişkidir. Buradan hareketle Nazilli 39 çeşidi, yüksek bor düzeylerinde yetiştirildiğinde toplam kuru ağırlık bakımından en fazla zarar gören çeşit olurken, bor toksitesine en dayanıklı çeşitler ise Gossypolsüz Nazilli ve Gürel Bey olarak görülmektedir.

Çizelge 4.14: Uygulanan bor dozları ile toplam kuru ağırlığı arasındaki doğrusal ilişkiye ait parametreler

Pamuk çeşitleri	İntersept	Eğim	R ²
Barut 2005	2.275	-0.058	0.94
Gossipolsüz Nazilli	1.929	-0.050	0.99
Gürel Bey	1.820	-0.052	0.88
Nazilli 143	2.228	-0.072	0.98
Nazilli 342	1.645	-0.059	0.88
Nazilli 39	2.644	-0.108	0.98
Nazilli 503	2.559	-0.076	0.95
STN 8A	1.720	-0.066	0.92

Araştırma sonuçlarımız bu konu hakkında daha önce yapılmış çalışmalarla paralellik göstermektedir. Nitekim Live *et al.* (1997) Çin'in değişik ekolojik bölgelerinde yetiştirilen sebzelerde, artan miktarda uygulanan bor uygulamalarına paralel olarak, bitkilerin yan tomurcuk, dal ve yaprak oluşumlarında azalmalar görüldüğünü ve bununla bitkinin hem yaş hem de kuru ağırlığında azalmalar meydana getirdiğini tespit etmişlerdir. Borun, kuru gövde ağırlığı üzerine olan etkisinin, bor elementinin bitkinin çeşitli vejetatif kısımlarının gelişmesinde sınırlayıcı bir rol alabilmesinden kaynaklandığını saptamışlardır.

Yüksek düzeydeki bor uygulamalarının, bitki kuru ağırlığını azalttığı diğer pek çok araştırmacı tarafından da belirtilmiştir (Güneş ve ark., 2000; Taban ve Erdal, 2000; Tariq ve Mott, 2006).

Bayrak ve ark. (2005), bor tatbik edilen nohut parsellerinde, kontrol parsellerine oranla sap verimi oldukça düşük gerçekleşmiştir. Buradan hareketle, borun sap verimi üzerine olumsuz bir etkisi olabileceği sonucuna varılmıştır. Borun sap verimi üzerine olan bu olumsuz etkisinin, bor elementinin çeşitli vejetatif kısımlarının gelişiminde sınırlayıcı bir rol oynamasından kaynaklandığı ifade edilmiştir. Bu bulgular bizim sonuçlarımız ile paralellik göstermektedir.

4.13. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Yapraktaki Bor Konsantrasyonları Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda, pamuk yapraklarındaki bor miktarı açısından, çeşitler ve uygulanan bor dozları arasındaki farklılığın ve bor-çesit interaksyonunun $p<0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1).

Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde yapraktaki bor konsantrasyonları üzerine etkileri ve bunların kontrol uygulamasına göre oransal değişimleri, Çizelge 4.15’de verilmiştir. Çizelgede görüleceği gibi, bor uygulamaları bütün çeşitlerin yapraklarındaki bor miktarında kontrolle oranla dikkate değer bir artış meydana getirmiştir.

Kontrol uygulamasında, çeşitler arasında yaprak bor konsantrasyonu bakımından farklar istatistiki açıdan önemsiz bulunmuş ve ortalama olarak 62.14 mg kg^{-1} olmuştur. B1, B2 ve B3 uygulamaları için çeşit ortalamaları sırasıyla, 202.7, 678.6 ve 1011 mg kg^{-1} olmuştur. Yaprak bor konsantrasyonlarında ilk grupta yer alan çeşit B1, B2 ve B3 uygulamalarının her üçünde de STN 8A olurken, son grupta yer alan çeşitler ise B1 ve B2’de Gürel Bey , B3’de Gürel Bey ve Nazilli 143 olmuştur. Araştırma sonuçlarımıza paralel bulgular başka araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir. (Torun et al., 2003; Reid *et al.*, 2004).

Çizelge 4.15: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde yapraktaki bor konsantrasyonları üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Yapraktaki bor miktarı (mg kg^{-1})				Değişim (%)		
	B0	B1	B2	B3	B1/B0	B2/B0	B3/B0
Barut 2005	69.6 a	181.0 c	667.8 c	1003.6 c	-160	-858	-1340
Gossipolsüz Nazilli	42.9 a	291.1 b	648.6 c	792.9 d	-578	-1411	-1748
Gürel Bey	41.1 a	43.8 d	448.9 d	603.5 e	-6	-990	-1366
Nazilli 143	52.7 a	165.5 c	266.7 e	518.4 e	-214	-405	-883
Nazilli 342	72.1 a	237.9 bc	786.7 b	1408.8 a	-230	-991	-1853
Nazilli 39	48.3 a	234.2 bc	822.4 bc	1181.4 b	-385	-1603	-2346
Nazilli 503	97.3 a	161.1 c	732.7 bc	1224.5 b	-66	-653	-1158
STN 8A	72.8 a	306.6 a	1055.4 a	1354.8 a	-321	-1348	-1759
Ortalama	62.1 D	202.7 C	678.6 B	1011.0 A	-245	-1032	-1557

Transpirasyon ile bitkide su kaybı sürdükçe bitki kökleri ile alınan bor, ksilem iletim demetleri içinde, bitkinin tepe noktalarına taşınmakta ve bitkinin tepe noktalarında birikmektedir. Transpirasyona bağlı olarak taşınan bor, bitkinin yapraklarında birikmektedir. Yapraklarda biriken bor miktarı ise en fazla yaprak ucu > yaprak ayası ortası > yaprak sapı şeklindedir (Oertli ve Roth, 1996). Bu yüzden bitkilerin değişik organları içerisinde bor, en fazla yapraklarda, en az ise kök, meyve ve tohumlarda bulunmaktadır. Bizim çalışmamızda da en yüksek bor konsantrasyonları, yapraklarda bulunmuştur.

Banuelos *et al.* (1996), borsuz su kullanımıyla bitki dokularındaki bor konsantrasyonunun düşürülebileceğini açıklamışlardır. Keten ve pamuk bitkisinde, temiz suyun, boru rizosfere veya rizosferden dışarıya taşıyarak ya da her iki yolla olabileceğini saptamışlardır. Her iki bitkide de bor en fazla yapraklarda birikmektedir.

4.14. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Gövdedeki Bor Konsantrasyonları Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda, pamuk gövdesinde bor miktarı açısından çeşitler ve uygulanan bor dozları arasındaki farklılığın ve bor-çesit interaksyonunun $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1).

Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde gövdedeki bor konsantrasyonları üzerine etkileri ve bunların kontrol uygulamasına göre oransal değişimleri, Çizelge 4.16'da verilmiştir. Çizelgede görüleceği gibi bor uygulamaları, bütün çeşitlerin gövdedeki bor miktarı kontrolle karşılaştırıldığında, bitkilerde dikkate değer bir artış meydana getirmiştir.

Çizelge 4.16: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde gövdedeki bor konsantrasyonları üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Gövdedeki bor miktarı (mg kg ⁻¹)				Değişim (%)		
	B0	B1	B2	B3	B1/B0	B2/B0	B3/B0
Barut 2005	13.11 a	16.48 b	35.01 e	56.78 e	-26	-167	-333
Gossipolsüz Nazilli	10.82 b	23.37 b	24.89 f	61.11 e	-116	-130	-465
Gürel Bey	20.07 a	23.67 b	36.33 e	44.33 f	-18	-81	-121
Nazilli 143	4.84 b	32.11 ab	97.11 a	123.67 b	-563	-1905	-2453
Nazilli 342	13.44 a	40.67 a	69.11 b	89.22 c	-202	-414	-564
Nazilli 39	6.62 b	11.59 c	51.70 c	75.44 d	-75	-681	-1039
Nazilli 503	13.81 a	24.34 b	35.12 e	60.11 e	-76	-154	-335
STN 8A	12.21 a	22.49 b	41.67 d	144.33 a	-84	-241	-1082
Ortalama	11.87 D	24.34 C	48.87 B	81.88 A	-145	-472	-799

Genetik özelliklerindeki farklılıklardan dolayı kontrol uygulamasında (B0) çeşitlerin gövdedeki bor miktarları birbirlerinden ayrılmış olmuştur. Ancak artan düzeyde bor uygulamalarına paralel olarak tüm pamuk çeşitlerinin gövdelerinde, bor birikiminde artış görülmüştür. B1, B2 ve B3 uygulamaları ile çeşitlerin yapraktaki bor miktarları, ortalama olarak sırasıyla % 145, 472 ve 799'lük bir artış meydana getirmiştir. Bitki gövdelerinde, her üç dozda da (B1, B2 ve B3) en fazla değişim, Nazilli 143, Nazilli 39 ve STN 8A çeşitlerinde olmuştur. Bor uygulamalarından en az etkilenen çeşit ise Gürel Bey olmuştur.

Gövdedeki ve yapraktaki bor konsantrasyonları karşılaştırıldığında, gövdedeki bor konsantrasyonları daha düşüktür. Yaprak ve gövde bor konsantrasyonu değerleri arasında B0, B1, B2 ve B3 uygulamalarında sırasıyla 5.2, 8.3, 13.9 ve 12.3 kat farklılıklar meydana gelmiştir.

4.15. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Kökteki Bor Konsantrasyonları Üzerine Etkileri

Varyans analiz çizelgesine baktığımızda, pamuk köklerinde bor miktarı açısından çeşitler ve uygulanan bor dozları arasındaki farklılık ve bor-çesit interaksiyonun $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1).

Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde kökteki bor konsantrasyonları üzerine etkileri ve bunların kontrol uygulamasına göre oransal değişimleri, Çizelge 4.17’de verilmiştir. Çizelgede görüleceği gibi bor uygulamaları bütün çeşitlerin kökteki bor miktarı kontrolle karşılaştırıldığında dikkate değer bir artış meydana getirmiştir.

Kontrol uygulamasında kök bor konsantrasyonu, 11.87 mg kg^{-1} (STN 8A) ile 25.14 mg kg^{-1} (Nazilli 342) arasında, B1 uygulamasında, 27.82 mg kg^{-1} (Barut 2005) ile 70.27 mg kg^{-1} (Gossipolsüz Nazilli) arasında, B2 uygulamasında, 27.82 mg kg^{-1} (Barut 2005) ile 74.50 mg kg^{-1} (STN 8A) arasında, B3 uygulamasında, 51.8 mg kg^{-1} (Barut 2005) ile 93.76 mg kg^{-1} (Gossipolsüz Nazilli) arasında değişmiştir.

Çizelge 4.17: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde kökteki bor konsantrasyonları üzerine etkileri

Pamuk çeşitleri	Kökteki bor miktarı (mg kg^{-1})				Değişim (%)		
	B0	B1	B2	B3	B1/B0	B2/B0	B3/B0
Barut 2005	11.9 b	27.8 c	36.8 d	51.8 d	-133	-208	-333
Gossipolsüz Nazilli	15.6 ab	70.2 a	72.9 ab	93.7 a	-348	-365	-498
Gürel Bey	20.3 ab	42.3 bc	64.1 b	66.7 c	-107	-214	-227
Nazilli 143	17.7 ab	33.4 c	56.8 b	78.0 b	-88	-220	-339
Nazilli 342	25.1 a	51.7 b	54.1 bc	60.3 cd	-106	-116	-140
Nazilli 39	12.0 b	35.0 c	46.8 c	51.9 d	-192	-291	-333
Nazilli 503	15.7 ab	45.4 b	59.6 b	85.4 b	-188	-278	-441
STN 8A	11.8 b	41.3 c	74.5 a	81.1 b	-249	-528	-584
Ortalama	16.3 D	43.4 C	58.2 B	71.1 A	-176	-277	-362

Artan düzeyde bor uygulamalarına paralel olarak, tüm pamuk çeşitlerinin köklerindeki bor birikiminde artışlar görülmüştür. B1, B2 ve B3 uygulamaları ile çeşitlerin köklerindeki bor miktarlarında ortalama olarak sırasıyla, % 176, 277 ve 362’lik bir artış meydana gelmiştir.

Bitki kök bor konsantrasyonlarında kontrol uygulamasına göre; B1 uygulamasında en fazla değişim Gossipolsüz Nazilli’de, en az ise Nazilli 143’de, B2’de en fazla değişim STN 8A, en az ise Nazilli 342’de, B3’de ise en fazla değişim Gossipolsüz Nazilli’de en az ise Nazilli 342’de meydana gelmiştir.

Kök ve yaprak bor konsantrasyonları karşılaştırıldığında kök bor konsantrasyonları daha düşüktür. Yaprak ve kök bor konsantrasyonu değerleri arasında B0, B1, B2 ve B3 uygulamalarında sırasıyla, 3.8, 4.7, 11.7 ve 14.2 kat farklılık meydana gelmiştir. Kök ile gövde bor konsantrasyonları karşılaştırıldığında ise B0, B1, B2 uygulamalarında gövde değerleri daha düşük bulunurken B3 uygulamasında ise daha yüksek olmuştur.

4.16. Bor Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde Gözlemi Yapılan Komponentlere İlişkin Korelasyon değerleri

Bor uygulaması sonucu, pamuk çeşitlerinde gözlemi yapılan komponentlere ilişkin korelasyon değerleri, Çizelge 4.18’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde tüm komponentler arasındaki ikili korelasyon katsayısı (r) değerlerinin $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Bitki boyu, yaprak sayısı, taze ve kuru ağırlıkları (kök, gövde, yaprak ve toplam) kendi aralarındaki ilişkilerinin pozitif olduğunu, hasarlı yaprak sayısı ve bitkide (kök, gövde ve yaprak) bor konsantrasyonları arasında ise negatif ilişki olduğu görülmektedir. Torun *et al*, (2003) arpa çeşitleri ile yaptıkları çalışmada benzer ilişkilerden bahsetmişlerdir.

Çizelge 4.18: Bor uygulamalarının pamuk çeşitlerinde gözlemi yapılan komponentlere ilişkin korelasyon değerleri*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	0.787	-0.629	0.922	0.951	0.827	0.911	0.931	0.905	0.872	0.930	-0.696	-0.716	-0.701
2	0.786	1.000	-0.718	0.874	0.791	0.795	0.853	0.880	0.869	0.783	0.868	-0.747	-0.641	-0.829
3	-0.629	-0.718	1.000	-0.771	-0.625	-0.815	-0.803	-0.764	-0.738	-0.786	-0.783	0.788	0.740	0.794
4	0.922	0.874	-0.771	1.000	0.936	0.868	0.959	0.982	0.950	0.899	0.975	-0.803	-0.725	-0.810
5	0.951	0.791	-0.625	0.936	1.000	0.813	0.913	0.913	0.897	0.856	0.914	-0.652	-0.657	-0.720
6	0.826	0.795	-0.815	0.868	0.813	1.000	0.969	0.893	0.846	0.981	0.933	-0.828	-0.765	-0.776
7	0.910	0.853	-0.803	0.959	0.913	0.969	1.000	0.965	0.925	0.975	0.985	-0.830	-0.768	-0.810
8	0.931	0.880	-0.764	0.982	0.913	0.893	0.965	1.000	0.962	0.913	0.991	-0.796	-0.744	-0.775
9	0.904	0.869	-0.738	0.950	0.897	0.846	0.925	0.962	1.000	0.868	0.962	-0.758	-0.770	-0.770
10	0.871	0.783	-0.786	0.899	0.856	0.981	0.975	0.913	0.868	1.000	0.954	-0.831	-0.778	-0.764
11	0.930	0.868	-0.783	0.975	0.914	0.933	0.985	0.991	0.962	0.954	1.000	-0.821	-0.780	-0.788
12	-0.696	-0.747	0.788	-0.803	-0.652	-0.828	-0.830	-0.796	-0.758	-0.831	-0.821	1.000	0.699	0.717
13	-0.716	-0.641	0.740	-0.725	-0.657	-0.765	-0.768	-0.744	-0.770	-0.778	-0.780	0.699	1.000	0.672
14	-0.701	-0.829	0.794	-0.810	-0.720	-0.776	-0.810	-0.775	-0.770	-0.764	-0.788	0.717	0.672	1.000

*Numaralar sırasıyla; 1. Bitki boyu, 2. Yaprak sayısı, 3. Hasarlı yaprak sayısı, 4. Taze yaprak ağırlığı, 5. Taze gövde ağırlığı, 6. Taze kök ağırlığı, 7. Toplam Taze ağırlık 8. Kuru yaprak ağırlığı, 9. Kuru gövde ağırlığı, 10. Kuru kök ağırlığı, 11. Toplam kuru ağırlık, 12. Yaprakta bor konsantrasyonu, 13. Gövde de bor konsantrasyonu, 14. Kökte bor konsantrasyonunu ifade etmektedir

5. SONUÇ

Çalışmamızda, kontrol ve üç farklı bor konsantrasyonu içeren Hoagland besin çözeltisi ile perlit-kum karışımı yetiştirme ortamında, bölgemizde yaygın olarak yetiştirilen, 8 çeşide ait bitki boyu, yaş ve kuru ağırlıkları (kök,gövde ve yaprak), yaprak sayısı, hasarlı yaprak sayısı, bitki organlarında bor miktarı (kök, gövde ve yaprak) gibi parametreler değerlendirilmiştir. Çeşitlerin yüksek bor konsantrasyonuna verdikleri fizyolojik tepkilerin belirlenmesi ve tolerans mekanizmasının anlaşılmasına katkıda bulunmayı amaçlayan çalışmada, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Artan düzeyde bor uygulamalarında bitki gövdelerinde incelmeye ve boğum aralarında kısalmalar gözlenmiştir. Bitki gövde kalınlığı en iyi performansı kontrol uygulamasında elde edilmiş, bor dozlarının artması ile gövdede incelmeler gözlenmiştir.

Fazla miktardaki borun bitki üzerine etkileri, bitki tür ve çeşitlerine bağlı olarak bunların genetik varyabilitesi ile açıklanabilir. Her bitkinin, bora göstermiş olduğu fizyolojik ve morfolojik tepkileri farklıdır. Bu çalışmada bitki boyları açısından, farklı bor konsantrasyonlarında yetiştirilen sekiz pamuk çeşidinde, genetik özelliklerindeki farklılıklardan dolayı kontrol uygulamasında (B0) çeşitlerin boyları birbirlerinden ayrımlı olmuştur. Ancak, artan düzeyde bor uygulamalarına paralel olarak tüm pamuk çeşitlerinin boylarında azalma görülmüştür. Kontrol uygulamasına göre B1 dozu uygulaması ile bitki boyunda en az azalma %2.04 ve 5.26 değerleri ile sırasıyla Nazilli 143 ve Barut 2005 çeşitlerinde, B2 dozu uygulamasında %12.24 ve 15.79 değerleri ile yine Nazilli 143 ve Barut 2005 çeşitlerinde, B3 dozu uygulaması ile ise %19.3 ve 24.07 değerleri ile Barut 2005 ve Gossipolsuz Nazilli çeşitlerinde meydana gelmiştir. Bor uygulamalarından en olumsuz etkilenen çeşit, B1 uygulamasında Nazilli 503, B2 ve B3 uygulamalarında ise Nazilli 39 olmuştur.

Bitki yaprak sayısına ilişkin deneysel bulgularımıza göre, materyal olarak kullandığımız pamuk çeşitlerinde, artan düzeyde bor uygulamalarına paralel olarak tüm pamuk çeşitlerinin yaprak sayılarında azalma görülmüştür. Kontrole göre B1, B2 ve B3 uygulamaları ile bitki yaprak sayısındaki değişim ortalama olarak sırasıyla % 20.35, 31.36, 40.19'lük bir azalma şeklinde olmuştur. Kontrol (B0) koşullarında yetiştirilen pamuk çeşitlerinde en fazla yaprak sayısı (en yüksekten düşüğe doğru) sırasıyla, Nazilli 503, Barut 2005, Nazilli 39, Gürel Bey, Gossipolsüz Nazilli, Nazilli 143 ve STN 8A çeşitlerinde meydana gelmiştir. B1 uygulamasında, Barut 2005, Nazilli 503, Nazilli 39, Nazilli 143 ve STN 8A gibi çeşitlerin yaprak sayıları, diğer çeşitlerden daha yüksek düzeyde olmuştur. En yüksek bor (B3) düzeyinde ise yaprak sayısı bakımından çeşitlerin sıralaması, Nazilli 503, Nazilli 143, Barut 2005, STN 8A, Nazilli 39, Gürel Bey, Nazilli 342 ve Gossipolsüz Nazilli şeklinde olduğu görülmüştür. Bor uygulaması ile en az % değişim gösteren çeşit ise B1 dozunda Barut 2005, B2 ve B3 dozlarında ise Nazilli 143 çeşidi olmuştur.

Aynı özellikteki yetiştirme ortamlarında, bitkilere, artan dozlarda bor uygulanması sonucu, bitkilerde hasarlı yaprak sayısında artış meydana gelmiş, fakat bu artışlar bitkilerin genetik özelliğindeki farklılıklardan dolayı, her çeşit bor toksitesine farklı tepki göstermiştir. B1, B2 ve B3 uygulamaları ile çeşitlerin hasarlı yaprak sayılarında ortalama olarak sırasıyla % 2.29, 4 ve 4.58'lik değişimler gözlenmiştir. Ancak, çeşitlerin bor konsantrasyonlarında, kontrole göre belirlenen artışlar, birbirine göre ayrımlı olmuştur. Bor uygulamalarından en fazla etkilenen çeşit Nazilli 143, Nazilli 503 ve Nazilli 542 olurken, en az etkilenen çeşit B1 uygulamasında Gürel Bey, B2 uygulamasında Gürel Bey ve Gossipolsüz Nazilli, B3 uygulamasında da Gürel Bey olmuştur. Tüm ilave bor uygulamalarında Gürel Bey çeşidinin yapraklarında, bor miktarının en az düzeyde oluşu dikkat çekmiştir.

Bor uygulamalarıyla çeşitlerin ortalama taze yaprak ağırlıkları kontrol, B1, B2 ve B3 uygulamaları ile çeşitlerin taze yaprak ağırlıkları ortalama olarak sırasıyla % 27, 58 ve 70'lik bir azalma meydana gelmiştir. Ancak, çeşitlerin taze yaprak ağırlıklarında kontrole göre belirlenen azalmalar, birbirine göre ayrımlı olmuştur ve bor uygulamalarından en fazla etkilenen çeşitler Nazilli 39, Nazilli 503 ve STN 8A çeşitleri

olmuştur. Artan bor uygulamalarında en az etkilenenler ise Gossipolsüz Nazilli ile Barut 2005 çeşitleri olmuştur.

Bor dozları ile birlikte, bitki taze yaprak ağırlığındaki azalma ile bitki yaprak sayısı ve hasarlı yaprak sayısı arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Daha önce de değinildiği gibi bor uygulamaları, bitkide yaprak sayısını azaltmış, buna karşın hasarlı yaprak sayısını artırmıştır. Buna bağlı olarak taze yaprak ağırlığı azalmıştır. Yaprak genişlikleri, deneme süresince ölçülmemiştir ancak, yapılan gözlemlerimiz, şekillerde de görüleceği gibi artan bor dozları, yaprak hacminde azalmalar meydana getirmiştir.

Bitkinin taze ve kuru ağırlıkları ile bor dozları arasında yapılan korelasyon analizinde, Gürel Bey, artan bor dozlarından en az etkilenen çeşit olarak belirlenmiştir. Gövde bor konsantrasyonu açısından baktığımızda, Gürel Bey, bor dozlarından en az etkilenen çeşit olarak görülmüş ve gövdesinde boru fazla tutmamıştır.

Daha önce incelenen bitki boyu ve yaprak sayısı gözlemlerinde de Barut 2005 ve Gossipolsüz Nazilli çeşitlerinin artan bor dozlarından en az düzeyde etkilendiği belirtilmiştir. Taze yaprak ağırlığında da benzer sonucun alınması, bu çeşitlerin bor toksitesine karşı daha belirgin bir dayanıklılığının olduğuna işaret etmektedir.

Benzer sonuçlar, bitkilerin yaş gövde ve kökleri için de bulunmuştur. Bitki yaş ağırlığına ilişkin bulgularımıza göre, materyal olarak kullandığımız pamuk çeşitlerinde, artan düzeyde bor uygulamalarına paralel olarak tüm pamuk çeşitlerin toplam taze ağırlıklarında azalmalar gözlenmiştir. Artan B1, B2, B3 bor uygulamalarından en olumsuz etkilenen çeşitler, Nazilli 39, Nazilli 342, STN 8A ve Nailli 143 çeşitleri olmuştur.

Bitki kuru ağırlıklarına ilişkin bulgularımıza göre bor uygulamaları, bütün çeşitlerin toplam kuru ağırlıkları kontrolle karşılaştırıldığında, bitki toplam kuru ağırlıklarında dikkate değer bir azalma meydana getirmiştir. Artan bor uygulamalarından B1, B2, B3 toplam kuru ağırlık içerisinde en olumsuz olarak etkilenen çeşit Nazilli 39 ve bunu azalan sıra ile STN 8A ve Nazilli 342 çeşitleri izlemektedir. Artan düzeyde bor

uygulamalarına paralel olarak pamuk çeşitlerinden Gossipolsüz Nazilli ve Barut 2005'in toplam kuru ağırlıklarında fazla bir azalma meydana gelmemiştir. Kontrollü yetiştirme şartlarında bu çeşitlerin bor toksitesine karşı dayanıklı olduğu gözlenmiştir.

Büyük olasılıkla, genetik özelliklerindeki farklılıklardan dolayı kontrol uygulamasında (B0) çeşitlerin bitki organlarındaki bor miktarları birbirlerinden ayrımlı olmuştur. Bor miktarı, en fazla bitki yapraklarında, en az ise kökte gözlenmiştir. Pamuk bitkisinin yapraklarındaki bor oranları, elde ettiğimiz sonuçlara göre incelenmiş olup, tüm çeşitlerde artan bor miktarına paralel olarak bitki yapraklarında da bor miktarı artmıştır. B1 dozunda en olumsuz etkilenen çeşitler, Gossipolsüz Nazilli, STN 8A ve Nazilli 39 olurken, en az etkilenen çeşit Gürel Bey olmuştur. B2 dozunda en olumsuz etkilenen çeşitler, STN 8A, Nazilli 39, Gossipolsüz Nazilli ve Nazilli 342 iken en az etkilenen çeşitler Nazilli 143 ve Nazilli 503 olmuştur. B3 dozunda en olumsuz etkilenen çeşitler Nazilli 342, STN 8A, Nazilli 39 ve Gossipolsüz Nazilli olurken, en az etkilenenler ise Gürel Bey ve Nazilli 503 çeşitleri olmuştur.

Bor uygulamaları ile bitki boyu, yaprak sayısı, kuru ve yaş ağırlıkları azalmış, buna karşın hasarlı yaprak sayısı ve bitki dokularındaki bor konsantrasyonu artmıştır. Ancak çeşitlerin bor toksitesine olan reaksiyonları farklı düzeyde olmuştur. Toplam verim açısından en az etkilenen çeşitler, Gossipolsüz Nazilli ve Gürel Bey, en fazla etkilenen ise Nazilli 39 çeşidi olmuştur. Uygulanan bor dozları ile toplam yaş ağırlık ve kuru ağırlık arasındaki ilişkide de benzer bir durum ortaya çıkmış ve yüksek bor uygulamasından en fazla etkilenen çeşit Nazilli 39, en az etkilenen çeşitler ise Gürel Bey ve Gossipolsüz Nazilli olarak belirlenmiştir.

Bitki boyu ve yaprak sayısı gibi morfolojik yapılar, artan bor dozlarından bitki kuru ve yaş ağırlığına göre daha az düzeyde etkilenmiştir. Kuru ve yaş ağırlıkları dikkate alındığında ise yaprak, gövde ve kök ağırlıklarındaki değişim birbirine benzer olmuştur. Ancak çeşitlerin performanslarında farklılıklar gözlenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen deneysel bulgular ışığında, farklı bor konsantrasyonunda yetiştirdiğimiz pamuk çeşitlerinde, uygulanan bor konsantrasyonu artışına bağlı olarak, büyüme ve gelişmelerin olumsuz şekilde etkilendiği görülmüştür. İrdelediğimiz kriterlere ilişkin analiz sonuçlarına göre kontrollü koşullar altında yetiştirilen Gürel Bey, Barut 2005, Nazilli 503, Nazilli 39, STN 8A, Gossipolsüz Nazilli, Nazilli 143 ve Nazilli 342 çeşitlerinde toplam taze yaş ağırlık ve kuru ağırlıkları ile bor dozları arasındaki korelasyonların eğim değerlerine göre, aşırı bor konsantrasyonunda en az etkilenen çeşitler, Gürel Bey ve Gossipolsüz Nazilli, en fazla etkilenen çeşit ise Nazilli 39 olmuştur.

Nazilli 39'un bor toksitesine en hassas çeşit olmasında en belirgin özellik olarak yüksek seviyedeki bor uygulamalarında kök ve yaprak bor konsantrasyonlarının diğer çeşitlere göre çok daha yüksek seviyede olması söylenebilir. Diğer taraftan Gürel Bey ve Gossipolsüz Nazilli'nin ise bor toksitesine tolerat olmasının muhtemel nedenleri arasında ise yüksek bor seviyelerinde yaprak ve gövde bor konsantrasyonlarının diğer çeşitlere göre daha düşük olması gösterilebilir. Yani özellikle beslenme ortamındaki bor seviyesinin toksik düzeyde olması koşullarında, yaprak ve gövdede bor konsantrasyonu düşük olan çeşitlerin bor toksitesine tolerat, kök ve yaprak bor konsantrasyonu yüksek olan çeşitlerin ise bor toksitesine hassas olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Adriano, D. C. 1986. Trace elements in the terrestrail environment. Springer-Verlag, Nev York, 73-79 p.
- Agarwala, S. C., Sharma, P. N., Chatterjee, C. and Sharma, C. P. 1981. Development and enzymatic changes druning polen development in boron deficient maize plants, **J. Plant Nutr.**, 3:329-336.
- Anonim, 2005a. Aydın Tarım İl Müdürlüğü, Proje İstatistik Şubesi. Erişim (www.aydintarim.gov.tr).
- Anonim, 2005b. FAO. Erişim (<http://faostat.fao.org/faostat>).
- Anonim , 2006. T.C. Tarım ve Köyişeri Bakanlığı. Erişim (www.tarim.gov.tr).
- Anonim , 2006b. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Erişim (www.khgm.gov.tr)
- Anonim, 2007. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi. Erişim (www.science.ankara.edu.tr).
- Aydın, G., Seferoğlu, S. 1999. Investigation of boron concentration of Some irrigation waters used in region for plant nutrient and soil pollution. Erişim (<http://www.toprak.org.tr/isd/isd>).
- Bagheri, A., Paull, J. G., Rathjen, A. J., Ali, S. M. and Moody, D. B. 1992. Genetic variation in the response of pea (*Pisum sativum* L.) to high soil concentrations of Boron. **Plant and Soil**, 146, 261–269.
- Banuelos, G. S., Mackey, B., Wu, L., Zambruski, S. and Akohoue, S. 1996. Bioextraction of soil boron by tall fescue. **Ecotoxicology Environment Safety**, 31, 110–116.
- Bayrak, H., Önder, M., Gezgin, S. 2005. Bor uygulamasının nohut çeşitlerinde verim ve bazı verim unsurlarına etkileri. **S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi**, 19 (35): 66-74.
- Bergmann, W. 1992. Colour Atlas: Nutritional Disorders of Plants. Pp 204–239. Gustav Fischer, New York.

- Bingham, F. T., Strong, J. E., Rheades, J. D. and Keren, M. 1985. An application of the Mass-Hoffman salinity response model for boron toxicity, **Soil Science Society of America Journal**, 49(3): 672-674
- Birnbaum, E. H., Dugger, W. M. and Beasley, B. C. A. 1977. Interaction of boron with prominent of nucleic acid metabolism in cotton ovules cultured in vitro, **Plant Physiol.**, 59:1034-1038.
- Black, C. A., Evans, D. D. and Ensminger, L. E. 1965. Methods of Soil Analysis. Parts 2. Amer. Soc. of Agr. Inc.
- Blatt, C. R. 1976. Phosphorus and boron interactions on growth of strawberries. **Hort. Science**. 11, 597-599.
- Börekçi, M. 1986. Borla kirlenen Simav çayının sulamada kullanılmasının toprakta oluşabilecek Bor kirlenmesine etkileri. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, 51. Ankara.
- Cartwright, B., Zarcinas, B. A. and Mayfield, A. H. 1984. Toxic concentrations of B in a red-brown earth at Gladstone, South Australia. **Aust. J. Soil Res.** 22, 261-272.
- Cartwright, B., Zarcinas, B. A. and Spouncer, L. A. 1986. Boron toxicity in South Australian barley crops. **Aust. J. Agric. Res.** 37, 351-359.
- Cayton, M. T. C. 1985. Boron toxicity in rice. IRRI Research Paper Series 113.
- Chapman, H. D. and Vanselow, A. P. 1955. Boron deficiency and excess. **Calif. Citrograph**. 41, 31-34.
- Chatterjee, B. W., Chatterjee, M. and Das, N. R. 1980. Note on the differences in the response of wheat varieties to Boron. **Indian J. Agric. Sci.** 50, 796.
- Çağlar, K. Ü. 1958. Toprak Bilgisi. A. Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No: 10. Ankara.
- Çakmak, I., Yılmaz, A., Kalaycı, M., Ekiz, H., Ülger, A.C., Brown, H. J. 1996. Zinc deficiency and boron toxicity as critical nutritional problems in wheat production in Turkey. **5th Int. Wheat Conference**, June 10-14, Ankara, Turkey, p.279.
- Çakmak, L., Kurz, H., and Marschener, H. 1995. Short-term effects of boron, germination and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower. **Physiologia Plantarum**, 95 (1), Ankara, 11-18.

- Çelik, H., Ağaoğlu, S. Y., Fidan, Y., Maraşlı, B., Söylemezoğlu, G. 1998. Genel Bağcılık, Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi:1, Ankara,182-183s.
- Davis, R. D., Becketl, P. K. T., Wollen, E. 1978. Critical levels of twenty potentially toxic elements in young spring barley . **Plant and Soil**, 49:395-408.
- Dhankhar, D. P. and Dahiya, S. S. 1980. The effect of different levels of Boron and soil salinity on the yield of dry matter and its mineral composition in Ber (*Zizyphus rotundifolia*). **Int. Symp. on Salt Affected Soils**. Karnal, India, pp 396–403.
- Evliya, H. 1964. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi, (Nutrition of Cultivated Plants) No. 10. Ankara Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları.
- Fleming, G. A. 1980. Essential micronutrients: Boron and molybdenum. In Applied Soil Trace Elements. Ed. B E Davies. pp 155– 176. John Wiley, New York.
- Goldberg, S. 1993. Chemistry and mineralogy of boron in soils. In Boron and its Role in Crop Production. Ed. U. C Gupta. pp 344. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Goldberg, S. 1997. Reaction of boron with Soils. **Plant and soil**, 193:35-48
- Goldberg, S., Forster, H.S., and Heick, E. L. 1996. Influence of anion competition on boron adsorption by clays and soil. **Soil Sci.**,161,99-103
- Gu. B. and Lowe, L.E. 1990. Studies on the adsorption of boron on humic acids. **Can.J.Soil Sci.** 70:305-311.
- Guertal, E. A. 2004. Boron fertilization of bentgrass. **Crop Science**, 44: 204–208.
- Gülümser, A., Serhat, M., Özturan, Y. 2005. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) yapraktan ve topraktan uygulanan farklı bor dozlarının verim ve verim unsurlarına etkisi. **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 18(2), 163-168
- Güneş, A., Alpaslan, M., Özcan, H., Çıkılı, Y. 2000. Türkiye’de yaygın olarak yetistirilen mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin Bor toksisitesine duyarlılıkları. **Turk. J. of Agriculture and Forestry.**, 24:277-282.

- Güneş, A. ve Alpaslan, M. 1998a. Peat- perlit ortamında besin çözeltisi ile yetiştirilen domates (*Lycopersicon esculentum* L.)'in gelişmesi, klorofil, prolin ve mineral madde içeriğine değişik NaCl düzeylerinin etkisi. **Turk. J. of Agriculture and Forestry**, 21: 95-99.
- Güneş, A., Alpaslan, M., Özcan, H., Çıkkılı, Y. 1998b. The Effect of zinc on alleviation of boron toxicity in tomato plants (*Lycopersicon esculentum* L.), **Turk. J. of Agriculture and Forestry**, 24:505-509.
- Hall, D. A. 2005. Roll of perlite in hydroponics culture. principal pershore college of horticulture united kingdom. www.perlite.org.
- Handreck, K. A. 1995. Comparasion of preplant and fertigated micronutrients on the growth of the hebe. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, 26:17-18.
- Hayes, J. E., Richardson, A. E. and Simpson, R. J. 2004. Phytase and acid phosphatase activities in extracts from roots of temperate pasture grass and legume seedlings. **Australian Journal of Plant Physiology**. 26, 801–809.
- Hendricks, T. And Van Loon, L. C. 1990. Petunia peroxidase a is localized in theepidermis of aerial plant organs, **J. Plant Physiol.**, 136:519-525.
- Hoagland, D. R. and Arnon, D. L. 1950. The Water Culture Method Growing Plants Without Soil. Calif. Agric. Exp. Stn. Circ. 347,39p.
- Hobson, K.B., Seymar, L.R. 2000. Effect of boron toxicity and salinity on legüme. **Proceedings of The 10 The Australian Agronomy Confar.**, Hobart.
- Jackson, M. 1958. Soil Chemical Analysis. P. 1-498. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ, USA.
- Jefferies, S. P., Barr, A. R., Karakousis, A., Kretschmer, J.M., Manning, S., Chalmers, K. J., Nelson, J. C., Islam, A.K.M.R., and Langride, P. 1999. Mapping of chorosome regions conferring to boron toxicity tolerance in barley (*Hordeum Vulgare* L.). **Theor. Appl. Genet.**,98:1293-1303.
- Jones, H. E., Scarseth, G. D. 1944. The calcium- boron balance in plants as related to boron needs. **Soil Sci**. 57: 15.
- Kacar, B. ve Katkat, A. V. 1999. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi, Vipaş Yayınları. Bursa.
- Kacar, B. 1995.Toprak ve Bitkinin Kimyasal Analizleri III:Toprak Analizleri.

- Kalaycı, M., Alkan, A., Çakmak, I., Bayramoğlu, O., Yılmaz, A., Aydın, M., Özbek, V., Ekiz, H., Ozberisoy, F. 1998. Studies on differential response of some wheat cultivars to boron toxicity. *Wheat Prospects For Global Improvement*. Ed. by H.J. Braun, F. Altay, W.E. Kronstad, S.P.S. Beniwal and A. Mc Nab. Kluwer Academic Publishers, Netherlands 189-195.
- Keren, R. and Bingham, F. T. 1985. Boron in water, soils, and plants. **Adv Soil Sci.** 1, 230–276.
- Keren, R. and Mezuman, U. 1981. Boron adsorption by clay minerals using a phenomenological equation. **Clays and Clay Minerals.** 29; no. 3; p. 198-20
- Kirg, G. And Lorenagan, J. F. 1988. Functional boron requirement leaf expansion and its use as a critical value diagnosis of boron deficiency in soyabean. **Argon J.**, 80 758 – 762.
- Krosing, M. 1978. Der einfluss von bormangel und von mechanischer zertörung des spitzenmeristems auf die zellteilung bei sonnenblumen. **Z. Pflanzenernahr. Bodenk**, 141:641-654.
- Lee, C. W., Choi, J. M., Pak, C. H. 1996. Micronutrients toxicity in seed geranium. **J. of. Amr. Society for Horticultural Sci.** 121:7-82.
- Lehto, T. and Malkonen, E. 1994. Effects of Liming and Boron Fertilization on Boron Uptake of *Picea ağabeyes*. Department of Forest Ecology, Finnish Forest Research Institute, 163:1.
- Lewis, D. H. 1980. Boron lignification and the orijin of vascular plants- a Unified Hypothesis. **New Phytol.**, 84:209-229.
- Live, C., Yuan, H., Zhang, Y. And Zhang, F. 1997. Growth of Lateral Buds Versus Changes of Endogenous Indoleacetic Acid and Zeatin Riboside Content in Pea Plants under Boron Deficiency. *Depermant of Plant Nutrition*; China Agricultural University. Beijing 100094. P.R. China.
- Lindsay, W. L. and Norvell, W. A. 1978. Development of DTPA soil test for Zn, Fe, Mn, and Cu. **Soil Sci. Amer. Journal.**, 42. 421-428.
- Loomis, W. D. and Durst, R. W. 1992. Chemistry and biology of boron. **Bio Factors**, 3, 229–239.

- Mahboobi, H., Yücel, M. and Öktem, H. A. 2000. Changes in total protein profiles of barley cultivars in response to toxic boron concentration, **J.Plant nutr.**,23(3):391-399.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants, Academic Press, Second Edition, 379-396p.
- Materne, A. M. 1979. Genetic Variability in the Response of Field Pea Varieties to Soil Boron. Honours Thesis, The University of Adelaide.
- Mehrotra, O. N., Srivastava, R .D. L. and Hishra, P. H. 1980. Some observations on the relative tolerance of wheat genotypes to Boron. **Indian Agric.** 24, 223–238.
- Miley, W.N., Hardy, G.W. and Sturgis, M. B. 1969. Influence of boron, nitrogen, and potassium on yield, nutrient uptake of cotton. **Agron. J.**, 61:9–13.
- Nable, R. O. 1988. Resistance to boron toxicity amongst several barley and wheat cultivars: a preliminary examination of the resistance mechanism. **Plant and Soil**, 112, 45–57.
- Nable, R. O., Lance, R.C.M. and Cartwright, B. 1990. Uptake of boron and silicon by barley genotypes with differing susceptibilities to boron toxicity. **Ann. Bot.**, 66, 83–90.
- Oertli, J.J. 1994. Non-homogeneity of boron distribution in plants and consequences for foliar diagnosis. **Communications in Soil Sciences and Plant analysis**, 25:7-8.
- Oertli, J. J. and J. A Roth. 1996. Boron supply of sugar beet, cotton and soybean. **Agron. J.**, 61:191-195.
- Olsen, S. R. and Dean, L. A. 1965. Phosphorus (Ed. C. A. Black) Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy. Inc. Publisher Madison Wisconsin U.S.A.
- Olykan, S. T., Adam, J. A., Nordmeyer, A.H., And McLaren, R. G. 1995. Micronutrient and macronutrient uptake by *Pinus radiata* and soil boron fractions, as effected by added nitrogen and Boron, **New Zealand Journal of Forestry Science**, 25(1).61-72.

- Paliwal, K. V. and Mehta, K. K. 1973. Interactive effect of salinity, SAR and boron on the germination and growth of seedlings of some paddy (*Oryza sativa*) varieties. **Plant and Soil**, 39, 603–609.
- Parks, W. L. and White, J. L. 1952. Boron retention by clay and humus systems saturated with various cations. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, 16, 298–300.
- Paul, J. G., Cartwright, B. and Rathjen, A. J. 1988. Responses of wheat and barley genotypes to toxic concentrations of soil Boron. **Euphytica**, 39, 137–144.
- Paul, J.G., Nable, R. O. and Rathjen, A. J. 1992a. Physiological and genetic control of the tolerance of wheat to high concentrations of Boron and implications for plant breeding. **Plant and Soil**, 146, 251–260.
- Paull, J.G., Nable, R.O., Lake, A. W. H., Materne, M. A. and Rathjen, A. J. 1992b. Response of annual medics (*Medicago* spp.) and field peas (*Pisum sativum*) to high concentrations of boron: Genetic variation and the mechanism of tolerance. **Aust. J. Agric. Res.**, 43, 203-213.
- Picchioni, G. A. and Miyamoto, S. 1991. Growth and boron uptake of five pecan cultivar seedlings. **Hort. Science**, 26, 386–388.
- Power, P. P and Woods, G. W. 1997. The Chemistry of boron and Its speciation in Plants. **Plant and Soil**, 40:193:1-13.
- Reid, R. J., Hayes, J. E., Post, A., Stangoulis, J. C. R. & Graham, R. D. 2004. Critical analysis of the causes of boron toxicity in plants. **Plant, Cell and Environment**, 25, 1405–1414.
- Rhodes, J. D. 1982. Soluble Salts. In: Page A. L., Miller R.H. and Keeney D. R. eds, *Methods of Soil Analysis. Part II.* 2nd edn. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 167–180.
- Robertson, G. A. and Loughman, B. C. 1974. Response to boron deficiency : a comparison with responses produced by chemical methods of retarding root elongation. **New phys.**, 73:821-832.
- Saatçi, F., Hakerler, H., Tuncay, H., ve Okur., B. 1988. İzmir İli ve Civarındaki Bazı Önemli Endüstri Kuruluşlarının Tarım Arazileri ve Sulama Sularında Oluşturdukları Çevre Kirliliği Sorunu Üzerinde Bir Araştırma. E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 127. Bornova – İzmir.

- Shelp, B. J. and Shattuck, V. I. 1987. Boron nutrition and mobility, and its relation to hollow stem and the elemental composition of greenhouse grown cauliflower. **J. Plant Nutr.**, 10(2):143-162.
- Silanpaa, M. 1990. Micronutrient Assessment at the Country Level: An international study. FAO Soils Bulletin, Rome,.
- Sims, J. R. and Bingham, F. T. 1968. Retention of boron by layer silicates, sesquioxides, and soil material. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, 24:369-373.
- Singh, M. 1971. Equilibrium adsorption of boron in soils and clays. **Geoderma** 5, 209–217.
- Su, C., Evans, L. J., Bates, T. E. and Spiers, G. A. 1994. Extractable soil boron and alfalfa uptake: calcium carbonate effects on acid soil. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 58, 1445–1450.
- Taban, S., Erdal, İ. 2000. Bor uygulamasının değişik buğday çeşitlerinde gelişme ve toprak üstü aksamda bor dağılımı üzerine etkisi. **Turk. J. of Agriculture and Forestry**, 24: 255–262.
- Tariq, M. and Mott, C. J. B. 2006. Effect of boron supply on the uptake of micronutrients by radish (*Raphanus sativus* L.) **Journal of Agricultural and Biological Science**, 1-2:1-13.
- Thorne, M. D. and Peterson, H. B. 1954. Irrigation Soil (2 nd ed.). The Blackiston company, inc., New York
- Torun, B., Kalaycı, M., Öztürk, L. 2003. Differences in shoot boron concentrations, leaf symptoms, and yield of Turkish barley cultivars grown on boron-toxic soil in field. **Journal of Plant Nutrition**. 26 (9): 1735-1747.
- Tuncay, H. 1994. Su Kalitesi Ders Kitabı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:512
- U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agric. Hanb. No. 60, USDA. U.S. Gov. Print. Off., Washington, D. C.
- Ural, E. 1995. Türkiyenin Çevre Sorunları. Çevre Vakfı Yayını. Ankara.
- Viswanathan, K. 1995. Effect of calcium and boron on in vitro pollinal germination and pollen tube growth in *Asclepias curassavica* Linn. **Advances in Plant Science**, 8:293-296.

- Wear, J. I. and Patterson, R. M. 1962. Effect of soil pH and texture on the availability of water-soluble boron in the soil. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, 26:344-346.
- Wolf, B. 1974. Improvements in the azomethine-H method for the determination of boron. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 5: 39-44.
- Yadav, H. D., Dahankar, M.C. 1989. Effect of chloride salinity and boron on germination, growth and mineral composition of chickpea. **Annals of Arid Zone**, 28(1-2): 63-67.
- Yermiyahu, U., Keren, R. and Chen, Y. 1995. Boron sorption by soil in the presence of composed organic matter. **Soil Sci. Am. J.**, 59:405-409.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ümit HARİTE
Doğum Yeri ve Tarihi : Tunceli-01.04.1981

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak
Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak
Bölümü
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar

-SCI

-Diğer

b) Bildiriler

-Uluslararası

-Ulusal

c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : İzmir Büyük Şehir Belediyesi Tarım, Park ve Bahçeler
Daire Başkanlığı 2007

İLETİŞİM

E-posta Adresi : umitharite@gmail.com
Tarih : 15/01/2008