

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BOR GÜBRELEMESİNİN KEREVİZ (*Apium graveolens* L.) VE TURP
(*Raphanus sativus* L.) BİTKİLERİNİN VERİM VE BAZI BİTKİ
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

CANSU EMİR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

EYLÜL – 2017

Tezin başlığı: BOR GÜBRELEMESİNİN KEREVİZ (*Apium graveolens* L.) VE TURP (*Raphanus sativus* L.) BİTKİLERİNİN VERİM VE BAZI BİTKİ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Tezi hazırlayan: Cansu EMİR

Sınav tarihi: 11 Eylül 2017

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Tez danışmanı: **Prof. Dr. Alper DURAK**
İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU
Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Özlem ALTUNTAŞ
İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Halil İbrahim ADIGÜZEL
Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bor Gübrelemesinin Kereviz (*Apium graveolens* L.) ve Turp (*Raphanus sativus* L.) Bitkilerinin Verim ve Bazı Bitki Özellikleri Üzerine Etkisi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Cansu EMİR



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BOR GÜBRELEMESİNİN KEREVİZ (*Apium graveolens* L.) ve TURP (*Raphanus sativus* L.) BİTKİLERİNİN VERİM VE BAZI BİTKİ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Cansu EMİR

İnönü Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

63 + viii sayfa

2017

Danışman: Prof.Dr. Alper DURAK

Bu araştırma 2016 yılında İnönü Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama arazisinde yürütülmüştür. Çalışmada, Tarım bor (%20 saf B) gübresinin arazi koşullarında yetiştirilen kereviz ve turp bitkilerinde verim ve bitki özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Deneme üç farklı bor dozu; Uygulama 0.5 kg da⁻¹, Uygulama 1 kg da⁻¹, Uygulama 1.5 kg da⁻¹ ve Uygulama Kontrol olmak üzere tesadüf parselleri deneme deseni düzeninde ve üç tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Arazi çalışması başlamadan önce deneme alanından alınan toprak örneklerinde tekstür, pH, EC, kireç, organik madde, azot, fosfor, potasyum ve bor analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucundan deneme alanı toprakları killi tın bünyeli, orta alkalın, hafif tuzlu, kireçli, organik madde içeriği düşük, azot içeriği yeterli, fosfor ve potasyum içeriği yüksek, bor içeriği ise düşük bulunmuştur.

Hasat sonrasında alınan yaprak ve yumru örneklerinde besin elementleri analizleri yapılmış ve bor uygulamalarının besin elementleri içeriğine etkisi araştırılmıştır.

Bitkilerde verim özelliklerinden yumru ağırlığı, yumru çapı, yumru boyu ve bitki özelliklerinden ise bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı ile bitkilerin yeşil aksam taze ağırlıkları incelenmiştir.

Çalışma sonucunda 1.5 kg da⁻¹ düzeyinde uygulanan bor dozunun turp bitkilerinde, 1 kg da⁻¹ düzeyinde uygulanan B dozunun ise kereviz bitkilerinde istatistiki olarak önemli derecede verim artışı sağladığı belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Kereviz, Turp, Verim, Bitki, Tarım Bor

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECTS OF BORON FERTILIZATION ON YIELD AND SOME PLANT CHARACTERISTICS OF CELERY (*Apium graveolens* L.) and RADISH (*Raphanus sativus* L.)

Cansu EMİR

İnönü Üniversitesi

Institute of Science

Department of Horticulture

63 + viii pages

2017

Advisor: Prof.Dr. Alper DURAK

This study was conducted at application fields of İnönü University Faculty of Agriculture in 2016. In this study, the effects of agricultural Boron (%20 B) fertilizer on yield and plant characteristics of radish and celery plants grown on field conditions were examined. The experiment was conducted according to random block design in three replicates with three dosages of Boron; 0.5 kg da⁻¹, 1 kg da⁻¹ and 1.5 kg da⁻¹ and control.

Texture, pH, lime, organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium and boron contents of soil samples taken from the trial analyzed before the experiment. According to the results of the soil, the experimental field was found clayey loam textured, slightly salty, middle alkaline, limy and had low organic matter and boron content, enough nitrogen content and high phosphorus and potassium content.

Nutrient contents of leaf and tuber samples taken after harvest were analyzed and the effects of boron applications on nutrient contents were investigated

In terms of yield components; tuber weight, tuber width, tuber height and in terms of plant characteristics; plant height, stem diameter, number of plants, fresh biomass weight were evaluated.

According to the results of the study it was observed that B dosages of 1.5 kg da⁻¹ and 1 kg da⁻¹ significantly increased yield of radish and celery, respectively.

KEYWORDS: Celery, Radish, Yield, Plant, Agricultural Boron

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince ve yürüttüğümüz bu çalışmanın her aşamasında tecrübelerini, bilgilerini, yardımlarını, desteğini esirgemeyen ve her konuda bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Alper DURAK’a;

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında mesleki bilgi ve desteğiyle beni yönlendiren Yrd. Doç Dr. Özlem ALTUNTAŞ hocama, tez çalışmam süresince fikir edinme gereksinimi duyduğum zamanlarda her türlü desteği sağlayan Uzm. Fırat Ege KARAAT, Arş. Gör. Rabia IŞIK ve Arş. Gör. İbrahim Kutalmış KUTSAL’a;

Çalışmamızı destekleyen Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine;

Toprak ve bitki analizleri için laboratuvar olanaklarından yararlandığım Konya Selçuk Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü’ne;

Şimdiye kadar sürdürdüğüm eğitim-öğretim hayatım boyunca maddi manevi her zaman yanımda olan, bundan sonraki süreçlerde de şüphesiz beni destekleyeceklerinin gururuyla, varlıklarıyla güç ve huzur bulduğum babam Fuat EMİR’e annem Gülistan EMİR’e, kardeşlerim Cansel EMİR ve Bengüsü EMİR’e;

Yüksek lisans eğitimimin başlangıcından sonuna kadar yanımda olan, verdiği moral, azim ve güç ile titiz bir çalışma yürütmemi sağlayan, bu süreçte en büyük destekçilerimden biri olan değerli nişanlım Ünal GÜR’e;

Teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
2.1. Topraklarda Bor	8
2.2. Bor Yarayışlılığını Etkileyen Faktörler	9
2.2.1. Toprak Reaksiyonu (pH)	9
2.2.2. Toprak Tekstürü	10
2.2.3. Organik Madde	11
2.2.4. Nem ve Sıcaklık	11
2.2.5. Bor Elementi ile Diğer Besin Elementleri Arasındaki İlişki	12
2.3. Bitkilerde Bor	13
2.3.1. Bitkilerce Bor Alımı	13
2.3.2. Bor Taşınımı	15
2.3.3. Borun Bitki Metabolizmasındaki İşlevleri	16
2.4. Bitkilerde Bor Noksanlığı ve Bor Toksisitesi	17
2.4.1. Bitkilerde Bor Noksanlığı	17
2.4.2. Bitkilerde Bor Toksisitesi	19
2.5. Önceki Çalışmalar	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM	24
3.1. Materyal	24
3.1.1. Deneme Alanı	24
3.1.2. Deneme Alanının İklim Özellikleri	24
3.1.3. Deneme Alanının Toprak Özellikleri	26
3.1.4. Denemede Kullanılan Materyaller	29
3.2. Yöntem	29
3.2.1. Denemede Uygulanan Bor Dozları	29
3.2.2. Yaprak Analizleri	31
3.2.3. Verim ve Verim Bileşenleri Analizleri	31
3.2.4. Toprak Analizleri	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	33
4.1. Turp Yetiştiriciliği Yapılan Deneme Alanından Alınan Toprak Örneklerinin Toplam Azot (N), Elverişli Fosfor (P), Değişebilir Potasyum (K) ve Bitki Tarafından Alınabilir Bor (B) Değerleri	33
4.2. Kereviz Yetiştiriciliği Yapılan Deneme Alanından Alınan Toprak Örneklerinin Toplam Azot (N), Elverişli Fosfor (P), Değişebilir Potasyum (K) ve Bitki Tarafından Alınabilir Bor (B) Değerleri	33
4.3. Turp Bitkisinin Yaprığında Besin Elementlerin Durumu	34
4.4. Turp Bitkisinin Yumrusunda Besin Elementlerin Durumu	35
4.5. Kereviz Bitkisinin Yaprığında Besin Elementlerin Durumu	37

4.6.	Kereviz Bitkisinin Yumrusunda Besin Elementlerin Durumu.....	40
4.7.	Hasat Edilen Turp ve Kereviz Bitkilerinin Verimle İlgili Özellikleri.....	43
4.7.1.	Turp bitkisinin yumru çapı, yumru boyu, yumru taze ağırlık ve yumru kuru ağırlık değerleri.....	43
4.7.2.	Kereviz bitkisinin yumru çapı, yumru boyu, yumru taze ağırlık ve yumru kuru ağırlık değerleri.....	44
4.8.	Turp ve Kereviz Bitkilerinin Bazı Bitki Özellikleri ile İlgili Değerleri.....	46
4.8.1.	Turp bitkisinin bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, kök uzunluğu, yeşil aksam taze ağırlık ve SÇKM Değerleri.....	46
4.8.2.	Kereviz bitkisinin bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yeşil aksam taze ağırlık ve SÇKM değerleri.....	47
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
6.	KAYNAKLAR.....	51
7.	EKLER.....	57
Ek 1.	Toprakların pH, EC, kireç ve organik madde içeriklerinin sınır değerleri.....	57
Ek 2.	Toprakların besin elementleri analiz sonuçları için sınır değerler.....	58
Ek 3.	Kereviz yapraklarında besin elementleri analizleri için sınır değerler.....	59
Ek 4.	Turp yapraklarında besin elementleri analizleri için sınır değerler.....	60
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Minimum yasası.....	8
Şekil 2.2.	Toprakta bor döngüsü.....	9
Şekil 2.3.	Şeker pancarında bor noksanlığı.....	18
Şekil 2.4.	Elmada bor toksisitesi.....	20
Şekil 3.1.	Kjeldahl yöntemi ile toplam azot tayini.....	27
Şekil 3.2.	Turp bitkisi yetiştirilen deneme alanı.....	29
Şekil 3.3.	Kereviz bitkisi yetiştirilen deneme alanı.....	30



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Bazı bitkilerin bor istekleri ve optimum yetiştiricilik için toprakların bor kapsamı	5
Çizelge 2.1.	Bitki besin elementlerinin genel sınıflandırılması	7
Çizelge 2.2.	Aynı topraklarda yetiştirilen çeşitli bitkilerin bor içerikleri	14
Çizelge 3.1.	Malatya ili iklim verileri	25
Çizelge 3.2.	Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	28
Çizelge 4.1.	Farklı uygulama dozlarında turp yetiştirilen deneme alanından hasat sonrasında alınan toprak örneklerinin besin elementi durumu	33
Çizelge 4.2.	Farklı uygulama dozlarında kereviz yetiştirilen deneme alanından hasat sonrasında alınan toprak örneklerinin besin elementi durumu	33
Çizelge 4.3.	Tekerrürlere göre turp bitkisi yapraklarının N, P, K ve B kapsamı	34
Çizelge 4.4.	Tekerrürlere göre turp bitkisi yapraklarında bazı mikro besin elementleri içerikleri	35
Çizelge 4.5.	Tekerrürlere göre turp bitkisi yumrularının N, P, K ve B kapsamı	36
Çizelge 4.6.	Tekerrürlere göre turp bitkisi yumrularında bazı mikro besin elementleri içerikleri	37
Çizelge 4.7.	Tekerrürlere göre kereviz bitkisi yapraklarının N, P, K ve B kapsamı	38
Çizelge 4.8.	Tekerrürlere göre kereviz bitkisi yapraklarında bazı mikro besin elementleri içerikleri	39
Çizelge 4.9.	Tekerrürlere göre kereviz bitkisi yumrularının N, P, K ve B kapsamı	40
Çizelge 4.10.	Tekerrürlere göre kereviz bitkisi yumrularında bazı mikro besin elementleri içerikleri	41
Çizelge 4.11.	Turp bitkisinde yumru çapı, yumru boyu, yumru taze ağırlık ve yumru kuru ağırlık değerleri	43
Çizelge 4.12.	Kereviz bitkisinde yumru çapı, yumru boyu, yumru taze ağırlık ve yumru kuru ağırlık değerleri	44
Çizelge 4.13.	Turp bitkisinin bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, kök uzunluğu, yeşil aksam taze ağırlık ve SÇKM değerleri	46
Çizelge 4.14.	Kereviz bitkisinin bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yeşil aksam taze ağırlık ve SÇKM değerleri	47

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

$B(OH)_3$, H_3BO_3 , H_2BO_3

$B(OH)_4$

$B_4O_7^{2-}$, BO_3^{3-}

$Al(OH)_3$

$Fe(OH)_3$

$NaHCO_3$

$((NH_4)_2SO_4)$

HBO_3^{2-}

H_2SO_4

$CaCO_3$

CO_2

C

H

O

N

P

K

Ca

Mg

S

Fe

Cu

Zn

Mo

B

Cl

Mn

m

cm

mm

g

kg

ha

da

EC

$\mu S/cm$

ppm

Borik asit

Tetrahidroksiborat

Borat

Alüminyum hidroksit

Demir hidroksit

Sodyum bikarbonat

Amonyum sülfat

Hidrojen borat

Sülfürik asit

Kalsiyum karbonat

Karbondioksit

Karbon

Hidrojen

Oksijen

Azot

Fosfor

Potasyum

Kalsiyum

Magnezyum

Kükürt

Demir

Bakır

Çinko

Molibden

Bor

Klor

Mangan

Metre

Santimetre

Milimetre

Gram

Kilogram

Hektar

Dekar

Elektriksel iletkenlik

microsiemens

milyonda bir kısım

Kısaltmalar

RNA

IAA

SÇKM

ABD

DMİ

vd.

Ribonükleik asit

İndolasetik asit

Suda çözünebilen kuru madde

Amerika Birleşik Devletleri

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

ve diğerleri

1. GİRİŞ

Giderek artan dünya nüfusuna karşılık tarım toprakları çeşitli etmenler aracılığıyla hızla azalmakta ve buna bağlı olarak gıda kaynakları açığı ortaya çıkmaktadır. Azalan tarım toprakları ile artmakta olan nüfusun en azından bugünkü şartlarda beslenebilmesi için birim alandan elde edilen ürün miktarının artırılması gerekmektedir. Birim alandan elde edilen ürün miktarının artırılması ise tarım topraklarımızın verimli olmasına bağlıdır. Tarım topraklarımızın verimli olması ve bu verimliliğin korunabilmesi bakımından uygun toprak yönetimi büyük önem taşımaktadır. Uygun toprak yönetiminin sağlanabilmesi için ise tohum, su, gübre, ilaç vb. tarımsal girdilerin ve toprak işleme yöntemlerinin yeterli düzeyde ve zamanında uygulanması gerekmektedir.

Bitkiler tarafından nispeten fazla miktarlarda ihtiyaç duyulan ve bitki bünyesinde fazla miktarlarda bulunan elementler makro besin elementleridir. Makro besin elementleri; azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve kükürt (S) olmak üzere 6 tanedir. Bitkiler tarafından çok az miktarlarda genellikle ppm düzeylerinde ihtiyaç duyulan fakat alınması mutlaka zorunlu olan elementler mikro besin elementleridir. Bitkiler için gerekli olan mikro besin elementleri; demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), molibden (Mo), bor (B), klor (Cl) ve mangan (Mn) olmak üzere toplam 7 tanedir (Karaman, 2012).

Mikro besin elementlerinin bitkiler tarafından az miktarda kullanılması bu elementlerin önemsiz olduğu anlamına gelmez. Çünkü bitkilerin bünyesinde bulunan ve bir mikro besin elementi olan çinko miktarı, makro besin element olan azot miktarının binde biri kadar olmasına rağmen çinko noksanlığı da verimi en az azot noksanlığı kadar düşürebilmektedir. Bu nedenle mikro besin elementlerinin bitki gelişimi ve metabolizması için önemi makro besin elementlerin önemi ile eşdeğer düzeydedir.

Gerek makro besin elementlerinin ve gerekse mikro besin elementlerinin gerekli sınırlar ve oranlar çerçevesinde bulunmamaları halinde bitki gelişimi ve metabolizması olumsuz yönde etkilenmekte ve buna bağlı olarak verim azalmaktadır.

Bor doğada saf halde bulunmamakla birlikte oksijen ile kolayca reaksiyona girebilme özelliğindedir. Ayrıca belli koşullarda çok yüksek yanma özelliğine de sahiptir. Borun yanması ekzotermik bir reaksiyondur ve reaksiyon sonucunda zararlı gaz emisyonu yoktur. Bu özelliğinden ötürü, alternatif motor yakıtı olarak

kullanılması hususunda 1950'lerden bu yana ABD, Fransa, Almanya, Kanada, Rusya gibi ülkelerde çalışmalar sürdürülmektedir (Erarslan ve Karakoç, 2002). Borun gelecekte önemli bir motor yakıtı olarak kullanılacağı düşünülmektedir (Demirbaş, 2005; Balat, 2007).

Dünyada en fazla bor rezervine sahip ülke Türkiye'dir (Uslu, 1996). Dünyadaki toplam bor rezervi B_2O_3 bazında 1,176 milyar tondur. Türkiye 851 milyon ton rezerv ile %72.2 paya sahiptir (Etimaden, 2006). Türkiye'deki bor yatakları Emet-Kütahya (Kolemanit ve Üleksit) ve Kestelek- Bursa (Kolemanit)'da bulunmaktadır (Acarkan, 2002). Bor minerali üretiminin %40'ı ham ve konsantre cevher olarak ihraç edilmekte, geri kalanı ise borik asit, boraks, pentahidrat, boraks dekahidrat, sodyum perborat ve susuz boraks gibi rafine ürünlere dönüştürülmektedir (İGEME, 2006).

Dünya genelinde üretilen bor minerallerinin yaklaşık %10'u mineral madde olarak geri kalanı ise rafine ürün elde etmek amacıyla tüketilmektedir (Güyağüler, 2001). Dünya bor tüketiminin % 43'ünü cam ve cam ürünleri (fiberglas, ısıya dayanıklı cam, cam yünü vb.), %17'sini temizlik malzemeleri (deterjan, sabun, kişisel bakım ürünleri vb.), % 12'sini seramik ve emaye sanayi, % 5'ini tarımsal gübre ve ilaç oluşturur (Boraks, 2006).

Borun oksijene karşı oldukça yüksek bir ilgisi vardır ve oksit formlarda oluşmaktadır (Wyness vd., 2003). Bor topraklarda ve kayalarda en yaygın türü boraks olmak üzere, borat olarak bulunmakta (Volska vd., 2010), su ortamında ise çoğunlukla borik asit ve nispeten borat tuzları formunda bulunmaktadır (Xu ve Jiang, 2008).

Topraklarda toplam bor miktarı, toprak ana materyali ve ana materyalin dağılıp parçalanma derecelerine göre 20 ppm ile 200 ppm arasında değişiklik gösterir. Kumlu toprakların bor kapsamı killi topraklara ve organik maddece zengin olan topraklara nazaran daha düşüktür. Mevcut borun %5'inden daha az bir miktarının bitkiler için yararlı olduğu kabul edilmektedir (Sezen, 1988).

Mikro besin elementlerinden olan bor, kültür bitkilerinin gelişimi açısından küçümsenmeyecek derecede önemlidir. Özellikle kereviz, turp, lahana, karnabahar, şekerpancarı, marul, pamuk, yonca, mısır ve zeytin gibi bitkilerinin yetiştirilmesi bakımından olumlu katkılar sağlamaktadır.

Bor elementinin mikro besin elementi olarak bitki gelişimi açısından mutlak gerekli olduğu 1923 yılında yapılan bir çalışma neticesinde tespit edilmiştir. (Warington, 1923).

Bor elementinin bitkilerdeki en önemli fizyolojik etkileri; borun hücre duvarındaki yapısal rolü, membran işlevindeki rolü ve spesifikmetabolik döngülerin teşvik edilmesinde ya da engellenmesindeki rolüdür. Bor, hücre duvarı yapısında kalsiyum ile birlikte bulunmakta ve kalsiyumun bitkiye taşınmasında rol oynamaktadır. Bor, bitkilerin kök uçları gibi aktif olarak büyüyen kısımları ile yeni yaprak ve tomurcuk gelişiminde de oldukça öneme sahiptir. Bitkilerde bor noksanlığı, bitki yapısında aktif olarak büyüyen bu büyüme bölgelerindeki bir değişimle ortaya çıkmaktadır. Bor, bitkilerin aktif olarak büyüyen kısımlarına su, besin elementi ve organik bileşiklerin taşınmasında iletilici dokuları ve depolama dokularını sağlamaktadır. Bitkilerde fotosentez olayının devamı için bitkinin olgun yapraklarındaki şekerlerin büyüme bölgelerine ve gelişen meyvelere taşınma oranını arttırmaktadır. Bor, bütün bitkilerde kök gelişimi için mutlak gerekli olan şekerlerin temin edilmesi için önemlidir. Bitki türlerinin çoğunda vejetatif büyümeden ziyade generatif büyüme için bor gereksinimi daha fazladır. Bu hususta bor, çiçek oluşumu ve tutumunu, polen tüpü uzaması ile çimlemeyi, tohum oluşumunu ve meyve gelişimini arttırmaktadır. Hormonlar çiçeklenme başlangıcını, meyve gelişimini, hücre duvarı ve doku oluşumu ile kök uzamasını etkilemektedir. Bitkilerde hormon seviyelerinin düzenlenmesinde bor, önemli bir role sahiptir (Anonim, 2006).

Bor, bitkilerde hücre duvarlarının oluşumunda, şekerlerin taşınımında, hücre bölünmesinde, difüzyonda, membran işlevlerinde, kök uzamasında ve hormon düzeylerinin düzenlenmesinde etkilidir (Romheld ve Marschner, 1991; Marschner, 1995).

Bitki fizyolojisindeki bu önemli rolleri nedeniyle bor noksanlığı bitkilerde bir takım beslenme bozukluğu şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bitkilerde kök gelişimin yavaşlaması hatta durması bitkinin bor noksanlığına karşı göstermiş olduğu en önemli tepkidir. Bor ile yeterince beslenemeyen bitkilerde hücre duvarı yapılarının ciddi bir şekilde bozulmaya uğramasının yanı sıra, çatlak gövde oluşumu, mantarlaşma gibi gözle görülebilir belirtiler oluşabileceği gibi, mikroskopik düzeylerde beslenme bozuklukları da ortaya çıkabilmektedir (Bergmann, 1992).

Tarımda en fazla mikro besin elementi noksanlığı olarak 80 ülkede 132 bitki çeşidinde bor eksikliği tespit edilmiştir. (Shorrocks, 1997).

Bitkilerin bor gereksinimine karşı hassasiyetleri farklılık göstermektedir. Cruciferae familyası üyeleri olan lahana, şalgam, Brüksel lahanası, karnabahar ve Chenopodiacea familyasından şeker pancarı bor noksanlığına karşı oldukça hassas

bitkilerdir. Bor noksanlığı, bağcılıkta, asmalarda önemli fizyolojik bozukluklara neden olur ve bu noksanlığın neden olduğu simptomlar üzümlerde belirgin olarak görülür. Bor noksanlığı neticesinde meyve oluşumu zayıflamakta ve mahsül bor ile beslenmiş bitkilere oranla %80 azalmaktadır. Bu durum, bor elementinin polen tüpü büyümesi ve canlılığı için ciddi düzeylerde gereksiminin bir sonucudur (Mengel et. Al, 2001).

Borun bitkiler için optimum ve toksik düzeyleri arasındaki sınır oldukça dardır. Bu nedenle bitkilerin bor toksisitesi ve elverişliliğini ayarlamak oldukça güçtür. Bor bu nedenle bitkilerdeki noksanlık ve toksisite belirtileri en yaygın görülen mikro elementlerin başında gelmektedir (Keren ve Bingham, 1985; Sakal ve Singh, 1985; Goldberg, 1987).

Bitki türleri kök bölgesindeki bor sağlanımına toleransları ve bor ihtiyaçları yönünden önemli düzeylerde farklılık göstermektedir. Bor gereksinimi fazla olan bitkilerin, çoğunlukla yarayışlı bor düzeylerine de toleranslı oldukları yapılan çalışmalar sonucunda ortaya konulmuş ve bor gereksinimi fazla olan bitkilerde, önerilen bor dozları ile yöntemlerini uygulama sonucunda aşırı bor ile ilgili problemlerin ortaya çıkmadığı belirlenmiştir (Anonim, 2006).

Çoğu bitki vegetasyon süreci boyunca az, orta ve fazla miktarlarda bora gereksinim duyar. Bazı bitkilerin bor istekleri ve optimum yetiştiricilik için toprakların elverişli bor kapsamaları Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Bazı Bitkilerin Bor İstekleri ve optimum yetiştiricilik için toprakların elverişli bor kapsamaları (Berger, 1949)

Fazla Bor İsteyen Bitkiler >0.5 ppm	Orta Bor İsteyen Bitkiler 0.1 ppm - 0.5ppm	Az Bor İsteyen Bitkiler <0.1 ppm
Elma	Tütün	Buğday
Yonca	Domates	Yulaf
Çayır üçgülü	Yeşil salata	Çavdar
Kırmızı üçgül	Şeftali	Arpa
Kırmızı pancar	Kiraz	Mısır
Şeker pancarı	Zeytin	Soya fasülyesi
Hayvan pancarı	Ceviz	Bezelye
Şalgam	Pamuk	Yeşil fasülye
Lahana	Tatlı patates	Çilek
Kara lahana	Yer fıstığı	Narenciye
Karnabahar	Havuç	Ahududu
Kuşkonmaz	Kestane	Beyaz patates
Brüksel lahanası	Soğan	Çayır
Kereviz	Armut	Keten
Yonca		
Turp		

Bitkisel üretimi sınırlayan temel beslenme sorunlarının başında topraktaki besin maddelerinin bitkilere olan yarayışlılığının yetersiz olması bitkisel üretimi sınırlandıran beslenme sorunlarının başında gelmektedir. Kurak ve yarı kurak bölge topraklarında yetişen bitkilerde B toksisitesi bitkisel üretime zarar vermektedir (Gupta vd. 1985; Nable vd. 1997).

Toprakların nem içerikleri, bitkilere bor sağlanmasını etkileyen başlıca çevresel etmenlerdir. Kuraklık stresi, bitkilerde özellikle bor alımını diğer mikro besin elementlerine göre oldukça fazla etkilemekte ve dolayısıyla bitkilerde bor alımı önemli düzeylerde azalmaktadır (Sherrell ve Toxopeus, 1978; Mcquarrie vd. 1983).

Bor elementi, bitkiler tarafından $B_4O_7^{2-}$, H_2BO_3 , HBO_3^{2-} ve BO_3^{3-} gibi bir ya da birden fazla iyon formlarında alınır. Bitkilerin bora gereksinimleri genellikle çok az oranlardadır. (Tisdale ve Nelson, 1983). Fakat, bor bitkiler için oldukça önemli bir

mikro besin elementidir. Bitkiler tarafından alınan borun önemli bir kısmı hücre duvarında birikir ve stabilitesini artırır. Nükleik asit sentezi ve dolayısıyla protein oluşumu için gereklidir. Bor, genel olarak karbonhidrat metabolizması taşınması üzerinde etkilidir. Kök gelişimi, çiçek ve meyve oluşumu üzerinde fizyolojik etkilere sahiptir (Finck, 1969). Bor ile yeterince beslenemeyen bitkilerde bu fonksiyonlar azalırken, optimum düzeyin üzerindeki bor beslenmesinde ise toksik etkiler oluşmaktadır. Ayrıca bitkinin ihtiyaç duyduğu bor miktarından daha az düzeylerde bor sağlanması durumunda metabolizma bozuklukları, köklere asimilasyon ürünleri sağlanmasında yetersizlik, aktif iyon alımının engellenmesi ve dolaylı olarak su alımı zarar görür. Büyüme konilerinin gelişimi durmakta, genç yapraklar deforme olmakta ve yeşilden gri yeşile dönmektedir. Kambiyum hücrelerinin ksilem ve floem doku gelişimi bozulur. Optimum düzeyin üzerinde bor beslenmesinin solunum şiddetini arttırdığını, böylece net asimilasyonu azalttığı ifade edilmektedir (Mengel, 1984). Bitkilerde optimum bor beslenmesi halinde özümleme organlarındaki bor miktarları genellikle 2-100 ppm arasında değişebilmektedir (Finck, 1969).

Bu çalışma, yarı kurak iklim özelliklerine sahip Malatya ilinde; bugüne kadar uygulanmasıyla verim artışı sağladığı düşünülen bor gübrelemesinin, bor gereksinimi fazla olan kereviz ve turp bitkilerinde farklı dozlarda uygulanmasıyla verim ve bazı verim unsurları üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

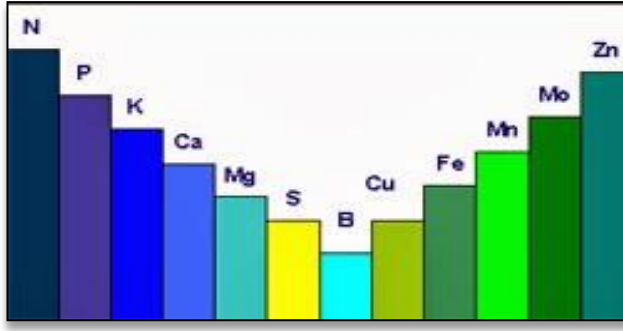
Bitkilerin vegetasyon süreleri boyunca sağlıklı bir şekilde büyüme ve gelişme gösterebilmeleri için mutlak gerekli besin elementleri (C, O, H) ve makro besin elementlerinin yanı sıra mikro besin elementlerinin de önemi göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür. Çünkü, gerek makro gerekse mikro besin elementlerinin ortamda yeterli seviyede bulunmaması durumunda bitkilerin normal büyüme ve gelişme göstermeleri mümkün değildir. Yüksek verim sağlamanın dolayısıyla başarılı bir bitki yetiştiriciliği yapmanın temel şartı, gübreleme ile bitkilerin hayat devresi boyunca ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin toprağa kazandırılmasıdır.

Bitkiler için mutlak gerekli besin elementlerinden olan C, H, O organik maddenin yapısında bulunan temel elementlerdir ve kuru madde esasına göre bitkilerin yaklaşık % 96'lık kısmını oluştururlar. Geriye kalan % 4'lük bölümü ise diğer mineral besin elementleri oluşturur. Mineral bitki besin elementleri de kendi arasında bitkiler tarafından alım ve kullanım miktarlarına göre 'makro' ve 'mikro' besin elementleri olmak üzere 2 kısma ayrılmaktadır (Çizelge 2.1), (Bergmann, 1992). Bitki besin elementlerinin genel sınıflandırılması çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bitki besin elementlerinin genel sınıflandırılması (Bergmann, 1992)

Organik maddenin bileşenleri	Makro besin elementleri	Mikro besin elementleri	Fonksiyonel besin elementleri
C	N	Fe	Al
O	P	Zn	Co
H	K	Mn	Na
	Ca	Cu	Ni
	Mg	Mo	Si
	S	B	V
		Cl	

Bütün besin elementlerinin toprakta optimum düzeyde bulunması halinde bile bu besin elementlerinden herhangi birinin noksanlığı veya yokluğu durumunda bitki gelişimi ve ürün verimi olumsuz etkilenmektedir ve bu duruma 'Minimum Yasası' denir.



Şekil 2.1. Minimum Yasası

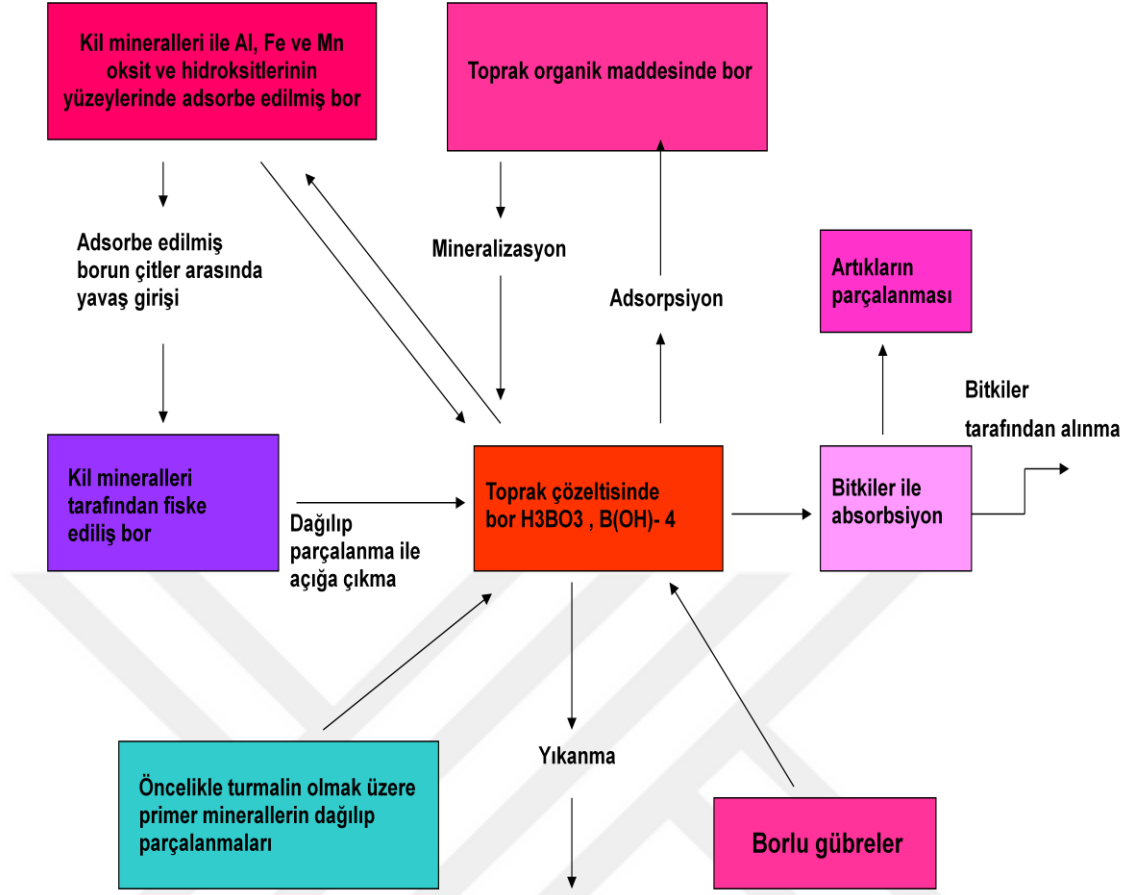
2.1. Topraklarda Bor

(Özgül, 1974)'e göre; topraklar genel koşullarda doygun çözeltilerdeki bor durumlarına göre az borlu, orta borlu, yüksek borlu ve çok yüksek borlu topraklar olarak 4 ayrı grupta sınıflandırılmıştır. Az borlu topraklar 0.7 ppm'e kadar bor içermektedir ve bitkiler için sorun teşkil etmemektedir. Orta borlu topraklar 0.7 – 1.5 ppm düzeyinde bor içermekte ve bazı bitkiler için sorun ortaya çıkarmaktadır. Yüksek borlu topraklar 1.5 – 3.75 ppm bor içermekte ve çoğunlukla bitkiler için tehlikelidir. Çok yüksek borlu toprakların ise 3.75 ppm den daha fazla bor içerdiğini ve bütün bitkiler için tehlikeli olduğunu ileri sürmüştür.

(Sillanpaa, 1982) yapılan bir çalışmada 24 değişik ülkede arpa ve buğday yetiştiriciliği yapılan tarım alanlarından alınan toprak numunelerinin yapılan analizler ışığında, dünya genelinde toprakların bor içeriklerinin 0.03-9.99 mg kg⁻¹ değerleri arasında bulunduğunu ve ortalama bor miktarının 0.81 mg kg⁻¹ olduğunu belirtmiştir.

(Gupta, 1993), Kanada topraklarının bor düzeylerinin 45-124 mg/kg⁻¹, ABD topraklarında ise bor düzeylerinin 20-200 mg kg⁻¹ olduğunu ve bu topraklardaki bor konsantrasyonlarının farklı değerlerde bulunmasının gerekçesi olarak topraklarının mineral yapılarının farklı olmasından dolayı kaynaklandığını ileri sürmüştür.

Bor elementi topraklarda; kayalar ve mineraller şeklinde, organik maddelere bağlanmış biçimde, killerin, demir ve alüminyumun sulu oksitlerinin yüzeylerinden adsorbe edilmiş şekilde, toprak çözeltisi içerisinde bağımsız iyonize olmamış borik asit (H₃BO₃) ve B(OH)₄⁻ iyonları şeklinde olmak üzere 4 ayrı formda bulunur (Kacar ve Katkat, 2015). Bütün bu değişik formlar arasında bir interaksiyon mevcut olup topraktaki bor döngüsü Şekil 2.2.'de verilmiştir.



Şekil 2.2. Toprakta Bor Döngüsü (Tisdale vd., 1985)

2.2. Bor Yarayırlılığını Etkileyen Faktörler

Bitkilerin yapısında bulunan bor elementinin yarayırlılığını etkileyen faktörler; topraktaki pH düzeyi (toprak reaksiyonu), topraktaki bor miktarı, toprakta değişebilen iyonların tipi, bitki çeşidi, toprakta mevcut organik madde miktarı, toprakta su oranının miktarı, toprakta bulunan minerallerin tipi ve yapısı, toprağın sıcaklık değerleri, toprağın ıslanma ve kuruma durumu, ışık yoğunluğu ve bitkinin genetik faktörleridir. Bu faktörler içerisinde bor yarayırlılığını etkileyen en önemli etmen topraktaki pH miktarıdır (Şimşek vd. 2003; Velioğlu vd. 2003).

2.2.1. Toprak reaksiyonu (pH)

(Bartleta ve Piceralli, 1973) ile (Bennett ve Mathias, 1973), topraktaki pH miktarının artması ve topraktaki kireçlemenin aşırı olması sonucunda bitkiler

tarafından B alımının azaldığını belirtmişlerdir. (Kacar ve Katkat, 2015)'in belirttiğine göre, toprak pH'sı 6.3-6.5 iken B'un bitkiler tarafından alınımı en yüksek seviyeye ulaşmakta, sonrasında ise hızlı bir şekilde düşüş seyretnmektedir.

Asitli topraklara fazla kireç uygulaması halinde topraklarda B alımının azalmasının nedeni, demir ve alüminyumun sulu oksitleri tarafından bor elementini güçlü adsorbe etmesidir. Bor, pH=7.0'de $Al(OH)_3$ ve pH=8.9'da ise $Fe(OH)_3$ tarafından adsorbe edildiğinde bitkide bor alımının hızlı bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir (Kacar ve Katkat, 2015).

(Keren ve Bingham, 1985)' e göre, toprak konsantrasyonunun pH<7.0 olması halinde $B(OH)_3$ toprakta dominant durumdadır ve killerin borik asidi çekme yetisi oldukça düşüktür. Ayrıca toprak çözeltisi içerisindeki pH değerinin artmasına paralel olarak $B(OH)_4$ konsantrasyonu da artmakta ve neticede kil minerallerine oldukça fazla ilgisi bulunan borat anyonunun artması adsorbe edilen B miktarını da beraberinde arttırmaktadır.

2.2.2. Toprak tekstürü

(Sing vd., 1976), toprak tekstürü ile topraktaki kil minerallerinin cins ve miktarının bitkiler tarafından B alımı üzerinde etkili olduğunu ve bitkilerin eşdeğer düzeylerde B alımı gerçekleştirebilmeleri için kaba bünyeli topraklara ince bünyeli topraklara nazaran daha fazla B uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir.

(Gupta, 1968) ve (Fleming, 1980) ince tekstürlü toprakların kaba tekstürlü topraklara göre bitkiye yarayışlı B kapsamının daha fazla olduğunu ve neticede kaba tekstürlü topraklarda bor noksanlığının daha yaygın görülen bir durum olduğunu açıklamışlardır.

(Kacar ve Katkat, 2015), Borun kil mineralleri tarafından adsorbe edilmesinden dolayı bitkilerde kil içeriği yüksek topraklarda kumlu topraklara göre bor alımının daha fazla olduğunu, (Goldberg, 1997), topraklardaki kaolinit, montmorillonit, ve kil mineralleri ile bor alınımı arasındaki korelasyonun pozitif olduğunu, (Keren ve Mezuman, 1981), en fazla bor adsorbsiyonunun kil mineralleri içerisinde mika tipi bir kil olan illit tarafından gerçekleştiğini, bunu montmorillonitin takip etmekte olduğunu ve kaolin kil minerallerinde ise en az bor adsorbsiyonunun gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

2.2.3. Organik madde

Bitkiler için toprakta bor yarayışlılığını etkileyen önemli toprak bileşenlerinden bir diğeri de organik maddedir. Fakat organik maddenin bitkilerde bor beslenmesindeki rolü tam anlamıyla ortaya çıkarılmamakla birlikte bu konuda yapılan çalışmalar sonucunda birçok araştırmacı tarafından çeşitli fikirler ileri sürülmüştür.

(Keren ve Mezuman, 1981), toprakların organik madde içeriğinin yüksek olması sonucunda B içeriğinin de yüksek olduğunu, özellikle nötr ve asit reaksiyonlu topraklarda bitkiye yarayışlı B karşılamada en önemli kaynağın organik maddeye bağlı B olduğunu bildirmişlerdir. (Gu ve Lowe, 1990), humusun bora karşı kimyasal olarak çok fazla ilgisinin olmasından dolayı borun tutulması konusunda önemli bir etkiye sahip olduğunu açıklamışlardır.

(Purves ve McKenzie, 1974), Organik materyallerin toprağa aşırı miktarlarda uygulanması sonucunda bitkiler tarafından B alımını artmakta olduğunu ve bitkilerde zaman zaman toksik etkilerin meydana geldiğini belirtmişlerdir. Farklı araştırmacılar ise bu durumun aksine B'un organik maddece zengin olan topraklara uygulanması gerektiğini (Prasad ve Bryne, 1975) ve mineral yapıdaki bir toprakta B toksisitesine neden olacak düzeylerde B uygulanması durumunda dahi organik madde içeriği yüksek olan topraklarda yetiştirilen bitkilerde B toksisitesi belirtilerinin gözlenmediği rapor edilmiştir (Gupta, 1968).

(Barut, 1997), tarafından buğday bitkisinde yapılan bir çalışmada, organik madde içeriği %56 olan topraklara gytta uygulanması halinde buğday bitkisinde B konsantrasyonu azalmakta olup bu durum ilave edilen organik maddenin B'u bağlaması suretiyle B alımını sınırlandırılmasına dayanmaktadır.

Toprakta organik maddeler tarafından absorbe edilen bor elementini bitkiler kendileri için gereken miktarı hızlı bir şekilde almamaktadır, organik maddenin parçalanması sonucunda ayrışan maddelerin içerisinde bulunan B elementinin bitkiler için gerekli olan ihtiyacı karşıladığı düşünülmüştür (Sheng-bin, 2000).

2.2.4. Nem ve sıcaklık

(Flemingo, 1980), kuru topraklarda bitkiye yarayışlı B içeriğinin B noksanlığına neden olacak kadar düşük olduğunu bildirmiştir. Kurak toprak şartlarında yetiştirilen

çoğu bitkide B noksanlığı belirtilerinin şiddetli bir şekilde ortaya çıktığı tespit edilmiş olup bu durum yapılan çeşitli araştırmalar ile de doğrulanmıştır. (Scott vd., 1975), toprakta meydana gelen kuruma ile birlikte toprak çözeltisi içerisindeki B'un hareketliliğinin (mobilité) azalması ve topraktaki difüzyona uğrayacağı uzunluğun artmasının bir sonucu olarak B'un bitki köklerine difüzyonunun azaldığını açıklamışlardır.

Toprak sıcaklığının artması ile birlikte B adsorbsiyonu da artmaktadır. (Flemingo, 1980), toprak nemi ve toprak sıcaklığının karşılıklı etkisinden dolayı B adsorbsiyonunun artması sonucunda bitkilerde görülen B noksanlığı belirtilerinin özellikle kurak geçen yaz aylarında ortaya çıktığını bildirmiştir.

Ayrıca (Katerji vd., 1998), soyada yapmış oldukları bir çalışmada kuraklık stresinin B bileşikleri ile birlikte soyanın özgül yaprak ağırlığını yaklaşık %25-35 oranlarında azalttığını, (Murillo-Amador vd., 2006), kuraklık stresi ile bitkideki klorofil oranı arasında negatif korelasyon olduğunu rapor etmişlerdir.

2.2.5. Bor elementi ile diğer besin elementleri arasındaki ilişki

Bor elementinin bitkiler tarafından alınmasını etkileyen önemli başka bir etmende diğer besin elementleri ile arasındaki interaksyondur. Bor ile kalsiyum arasındaki etkileşim bitkiler tarafından borun alınmasını etkileyen önemli bir faktördür. (Prased ve Power, 1997), tarafından arpa bitkisinde yaptıkları bir çalışmada Ca/B oranı 10/45 iken borun toksik etki gösterdiğini, bu oran 180 olduğunda bitkinin optimum gelişme gösterdiğini ve oran 697'nin üstünde olduğu zaman arpa bitkisinin B noksanlığına maruz kaldığını bildirmişlerdir.

(Singh ve Singh, 1987), bor içeriği 0,43 ppm olan ve 8,5 pH'ya sahip kumlu tınlı tekstürlü alüvyal bir toprakta yaptıkları sera denemesinde mercimeğe 0 ve 8 ppm dozlarında fosfor uygulanmasından 6 hafta sonra mercimek yapraklarının bor konsantrasyonunun 56,7 ppm'den 413,3 ppm'e yükseldiğini rapor etmişlerdir. Tahıllarda yapılan diğer bir araştırmada (Güneş ve Alparslan, 2000), tarafından mısır bitkisinde B alımının uygulanan fosfor miktarına bağlı olarak belirgin bir şekilde azalma gösterdiğini, bor ile fosfor arasındaki etkileşimden yararlanarak bitkilerde meydana gelen B toksisitesi sorununun çözülebileceğini bildirmişlerdir.

Mevcut literatürler bor ile potasyum arasında sinerjik bir ilişkinin var olduğundan söz etmektedir. (Yadav ve Manchanda, 1979) tarafından kontrollü sera

koşullarında nohut ve buğdayda yaptıkları çalışmalar neticesinde bor uygulamasının potasyum konsantrasyonunu nohutta %3,78'den %7,02'ye buğdayda ise %5,50'den %6,87'ye kadar arttırdığını bildirmişlerdir.

(Sakal, 1987), bor ile azot arasında antogonistik bir ilişkinin var olduğunu ileri sürmüştür. (Aggarwal ve Yadaw, 1987), pH içeriği 8,1 olan ve 0,40 ppm B konsantrasyonuna sahip toprak koşullarında yaptıkları saksı denemesinde toprağa önemli ölçülerde bor uygulanması sonucunda 45 günlük olan buğdaylarda kuru madde veriminin 14,21 g/saksı'dan 6,6 g/saksı'ya kadar düştüğünü ve buğday yapraklarındaki mevcut B konsantrasyonunun 35,6 ppm'den 146,5 ppm'e yükseldiğini belirterek, aynı toprakta azot uygulaması yapıldığında kuru madde veriminin 9,8 g/saksı'dan 13,6 g/saksı'ya yükseldiğini bor konsantrasyonunun ise 109,5 ppm'den 49,2 ppm'e düştüğünü bildirmişlerdir.

2.3. Bitkilerde Bor

2.3.1. Bitkilerce bor alımı

(Hu Brown, 1997), borun bitkiler tarafından esasen toprakta çözünebilir halde, bağımsız ve iyonize olmamış borik asit (H_3BO_3), ve $B(OH)_3$ formunda yada iyon halindeki $B(OH)_4$ formunda alındığını bildirirken, (Goldberg, 1997), borun topraktan kökler aracılığıyla pasif absorpsiyon yoluyla alındığını ve B alınımında toprak pH'sı, nemi ve sıcaklığının da etkili olduğunu belirtmiştir.

Bitkiler tarafından bor alımı, ilgili hücreler içerisindeki borik asit konsantrasyonunun azalmasını takiben dıştaki solüsyondan bor alınımıyla gerçekleşmektedir. Bu sebeple bor alımının, dıştaki borik asit konsantrasyonuna, membran permeabilitesine, içteki kompleks oluşumuna ve transpirasyon hızına bir tepki olarak oluşan pasif bir işlem olduğu öne sürülmektedir (Mengel ve Kirkby, 2001).

(Marschner, 1995), borun bitkiler tarafından alınmasına etki eden faktörlerin başında B'un alındığı ortamdaki mevcut B konsantrasyonunun geldiğini ve bunun yanında bitkilerin transpirasyon kapasitelerinin de etkili olduğunu savunmuştur. Transpirasyona bağlı olarak bor elementi, ksilem iletim boruları içinde bitkinin tepe noktalarına kadar taşınır. Borun bitkiler tarafından alınması ve iletim boruları içerisinde taşınması bitkinin su alımı ile yakından ilgilidir. Bu sebeple borun

alınması yönünden bitkiler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır (Marschner, 1976).

(Tanaka, 1967), tek çenekli bitkilerin B alım kapasitelerinin çift çenekli bitkilere nazaran daha az olduğunu bildirmiştir. Aynı toprakta yetiştirilen çeşitli bitkilerin bor kapsamları çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2.Aynı toprakta yetiştirilen çeşitli bitkilerin bor kapsamları (Gupta, 1979)

Bitki	B içeriği (mg kg ⁻¹) (kuru ağırlık)
Buğday	6.0
Mısır	8.7
Kelpkuyruğu	14.8
Tütün	29.4
Çayır üçgülü	32.2
Yonca	37.0
Havuç	75.4
Şeker pancarı	102.3

Bitkilerin B gereksinimleri de göz önünde bulundurularak B alım kapasiteleri, aynı toprakta ve benzer şartlarda yetiştirilen bitki türleri arasında farklılıklar görüldüğü yapılan çalışmalar sonucunda ortaya konulmuştur. Çizelge2.2’deki veriler buğday için 6.0 mg kg⁻¹ ve şeker pancarı için 102.3 mg kg⁻¹ e kadar değişiklik gösteren B alımını vermektedir.

Tahıllar, bora karşı hassas olan bitkilerdir. Toprak ve bitkide bulunan bor kapsamı tahıllar grubu içerisinde yer alan buğdayın beslenmesinde etkili olan faktörlerdendir. Buğday, yetiştirme ortamında bulunan 2 mg kg⁻¹ boru tolere etmekte ve bu miktardan fazla olan bordan olumsuz etkilenmektedir (Gupta vd., 1985).

(Hu ve Brown, 1997), bitki türleri arasında B alımında meydana gelen bu farklılıkların, bitkilerin membran geçirgenliğindeki ayrımlılıklardan, gerek kök içinde gerekse kök dışında B kompleksinin oluşma miktarı ile B kompleksi oluşumunu tayin eden organik bileşiklerin ölçüsünden ve henüz tarif edilemeyen bir takım sistemlerden ileri geldiğini bildirmişlerdir.

2.3.2. Bor taşınımı

Borun, bitki organlarında hareketli sınırlıdır ve bu nedenle immobil niteliktedir (Kacar ve Katkat, 1999). Bitkilerde transpirasyon sebebiyle buhar halinde su kaybının sürmesi, B'un bitkinin üst kısımlarına doğru taşınmasına ve immobilite nedeniyle bitkinin tepe noktalarında birikmesine yol açmaktadır. (Oertli ve Roth, 1969), şeker pancarı üzerinde yaptıkları bir çalışmada şeker pancarı bitkisinin yapraklarında B'un en fazla biriktiği organların yaprak kenarları olduğunu bunu takiben merkezi bölümde ve bir miktarda petiollerde biriktiği verilerini elde ederek B'un pasif yolla alınması ve terlemeyle taşınıp yapraklarda birikmesi fikrini savunmuşlardır.

Borun bitkinin üst kısımlarına taşınması ksilem iletim borularında gerçekleşir. Bitkilerde B, en fazla yaprak ucunda, en az da kök ve tohumlarda bulunmaktadır. diğer bir ifade ile bitkinin alt kısımlarından üst kısımlara doğru gidildikçe bitkilerde B miktarı artmaktadır (Brown ve Hu 1997b; Mengel ve Kirkby 2001; Turan vd. 2009).

Bitki organlarında hareketi oldukça sınırlı olan bor, immobil bitki besin elementi olarak bilinir. B taşınması genel olarak ksilem iletim borularıyla üst organlara doğru olmakta ve tepe noktalarında bilhassa yapraklarda birikmektedir. Borun yapraklarda birikmesi, yaprak uçlarında toksik belirtilerin ortaya çıkmasına yol açmasıyla birlikte bazı bitkilerin yapraklardaki B birikiminden kaynaklanan toksik etkilerden korunmak için yapraklardan su damlacıkları içerisinde B elementini dışarı attıkları belirtilmiştir (Oertli ve Roth, 1969). Bitkilerin yeşil aksamalarında görülen B noksanlığı özellikle uç tomurcuklar ve genç yapraklar gibi meristematik dokularda kendini gösterirken B toksisite belirtilerinin çoğunlukla yaşlı yaprakların kenarlarında ortaya çıkması (Marschner, 1995) B'un bitki içerisinde ksilem borularında taşındığının bir göstergesi olarak ifade edilmektedir.

Genel olarak araştırma sonuçlarından elde edilen veriler B'un bitki bünyesinde immobil bir element olarak değerlendirilmesine rağmen bazı araştırmacıların yaptıkları çalışma sonuçları ise B'un floemde hareketli olduğu ihtimalini de öne çıkarmaktadır. B'un floem içerisinde hareketli bir element olduğunu belirten (Shelp, 1987) optimum B şartlarında yetiştirilen brokoli bitkisinin floeminden bitkinin büyüme organlarına taşınan B miktarını belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmasında, ağırlık esasına göre tüm elementlerin nisbi yüzdelerinin kıyaslanması sonucunda, floemde hareketli

olarak değerdendirilen N,P,K gibi besin elementlerine eşdeğerdüzeylede ya da daha fazla miktarlarda B'un bitki büyüme organlarına taşındığını ortaya çıkarak bitki büyüme yerlerindeki B ihtiyacının karşılanmasında floemin ksilemden daha dominant olduğu fikrini öne sürmüştür.

2.3.3. Borun bitki metabolizmasındaki işlevleri

B'un bitkiler için zorunlu bir iz element olduğu ilk kez 1923 yılında Warington tarafından bildirilmekle birlikte günümüze kadar bitkilerdeki biyokimyasal ve fizyolojik etkilerini ortaya çıkarmak amacıyla çeşitli araştırmacılar tarafından pek çok araştırma yapılarak bu konu üzerinde durulmuş fakat henüz netlik kazanamayan bir çok noktadan dolayı günümüzde hala konu ile ilgili çalışmalar devam etmektedir.

(Parr ve Loughman, 1983) B'un bitkilerde;

- Şekerlerin taşınmasında,
- Hücre duvarı sentezinde,
- Lignin oluşumunda,
- Hücre duvarı strüktürünün oluşumunda,
- Karbonhidrat metabolizmasında,
- RNA metabolizmasında,
- Indol asetik asit (IAA) metabolizmasında,
- Fenol metabolizmasında,
- Biyolojik membranların yapısal ve fonsiyonel özellikleri üzerinde olmak üzere pek çok önemli ve belirgin etkilere sahip olduğunu bildirmiştir.

Bor, hücre duvarı komponentleriyle tepkimeye girerek polihidroksil bileşikleri oluşturmak suretiyle hücre duvarlarının ince yapılı olmasında ve güçlü şekilde sentezlenmesinde işlev görmektedir. Yeterli miktarlarda bor içermeyen bitkilerin hücre duvarlarında belirgin olarak şekil bozuklukları ortaya çıkmaktadır. Bitkilerde çatlak gövde (craked stem) ve mantarlaşmış gövde (stem corkiness) oluşması bu nedenden kaynaklanmaktadır (Shelp, 1988).

B'un generatif dönemde daha etkin rol oynadığını belirten (Dell ve Huang, 1997) göre B, meristematik dokuların hızlı bir şekilde gelişmesinin yanı sıra polen tüplerinin büyümesi, polenlerin gelişmesi ve çimlenmesinde önemli bir işleve sahiptir. Çiçeklenme dönemindeki B noksanlığı birinci derecede erkek fertilitisini

azaltması, mikrosporların oluşumunda dengesizlikler, embriyogenesis safhasının sonucunda tohum oluşmamasına, tam olgunlaşmamış veya zarar görmüş embriyo ve baklalarda şekil bozukluğu gibi olumsuzlukların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Borun bitkilerdeki tüm bu rollerine rağmen, enzimlerin yapılarında bulunduğu veya bir enzimin bileşeni olduğuna yada herhangi bir enzim aktivitesinde doğrudan görevi olduğuna dair hiçbir bulguya rastlanmamıştır (Birnbaum vd. 1977; Çakmak ve Römheld, 1997).

2.4. Bitkilerde Bor Noksanlığı ve Toksisitesi

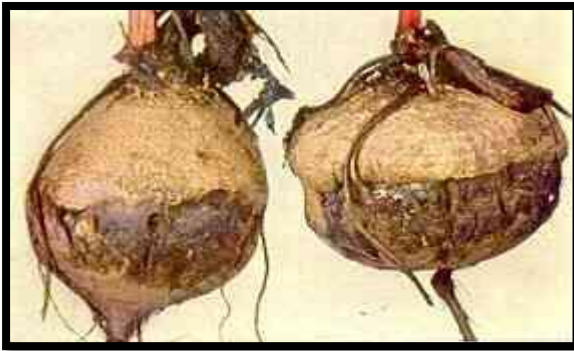
2.4.1. Bitkilerde bor noksanlığı

Bitkilerin B içerikleri genel olarak 25-100 ppm arasındadır. 20 ppm düzeylerindeki B bitkiler için noksanlık sınırı olarak kabul edilmektedir (Ulubaş, 2009). B noksanlığı sonucunda bitkilerde pek çok fizyolojik bozukluğun ortaya çıkması yapılan çeşitli araştırmalar neticesinde tespit edilmiştir. Elmalarda mantarlaşmış çekirdek içi, turuncgillerde katı meyve oluşumu, tütünde tepe hastalığı, karnabaharda içi boş gövde oluşumu, yumruların depolanması esnasında şeker pancarı ve kerevizde öz çürüklüğü, **turpta** esmer öz ve **kerevizde** çatlak gövde oluşumu B noksanlığından kaynaklanan hasarların birkaç örneğidir. B noksanlığının tipik belirtilerinden bir diğeri ise, meristematik hücrelerin bir kısmının ölmesidir. B eksikliğine bağlı olarak büyüme uçları ölür, kabukta çatlama ve çiçeklenme oranında azalma meydana gelir (Karaman, 2012).

B noksanlığı ilk olarak büyüme noktalarına zarar vermek suretiyle bitkide büyümenin gerilemesine neden olur. Genç yaprakların büzülerek kıvrılması, çoğunlukla kalınlaşması ve koyu mavi-yeşil bir renk alması, boğum aralarının kısılması, bitkinin çalılışmış bir görünüme sahip olması B noksanlığından kaynaklanan sorunlardandır. Olgun yapraklarda damarlar arasında kloroz oluşması, yaprak ayasında belirgin şekil bozukluklarının görülmesi, yaprak sapı ve gövdenin kalınlaşması B noksanlığında sık görülen belirtilerdendir. Ayrıca B noksanlığı, bitkinin su düzenini bozup bu durumun bir yansıması olarak yaprak ve dalların kolayca kırılabilceği gevrek bir yapıda olmasına yol açmaktadır (Kacar ve Katkat, 2010).

Kültür bitkilerinde B noksanlığı çeşitli dokuların oluşumunu ve gelişimini aksatarak, bitkinin kambiyum ve floem dokularının çürümesine ve kabukta çok fazla reçine ve zamk oluşmasına yol açar. Kabuktaki asimilasyon ürünlerini taşıyan yarıyışlı kanalların tıkanarak yapraklarda karbonhidrat birikmesine yol açmakla beraber protein sentezinin duraklaması sonucunda yapraklarda azotlu bileşiklerin birikmesine neden olmaktadır. B, kök gelişiminde önemli bir etkiye sahip olup, noksanlık durumunda kök oluşumu ve gelişimi olumsuz etkilenir. B'un vegetatif gelişmeye oranla generatif gelişmede daha etkin rol oynadığı, yeterli B içermeyen topraklarda yetişen bitkilerin kök uçlarında hücre büyüme ve bölünmesinin engellenerek kök sisteminin bodurlaşması yapılan araştırmalarla ortaya çıkarılmıştır. (Dell ve Huang, 1997) tarafından yapılan bir araştırmada, B noksanlığı durumunda bitki kök ucunun gövdeye oranla daha az geliştiği ve bunun sonucunda gövde/kök oranının artmasından dolayı bitkinin stres faktörlerine karşı hassasiyetinin kayda değer ölçüde arttığı tespit edilmiştir. (Demirtaş, 2005).

Ülkemizde tarım yapılan alanların %27,6'lık kısmında B noksanlığının bulunduğu bildirilmektedir (Özgür, 2011). Bor eksikliği çoğunlukla pH'sı yüksek ve kireçli topraklarda ortaya çıkmaktadır (Sezen, 1991). B noksanlığı bütün topraklarda görülebilir iken ağır topraklara nazaran hafif topraklarda bu soruna daha sık rastlanmaktadır. B noksanlığı toprak, bitki ve doku analizleri ile teşhis edilebilir. B noksanlığı, gübre borun uygulanması ile önlenabilir (Demirtaş, 2005).



Şekil 2.3. Şeker pancarında bor noksanlığı (Ulubaş, 2009).

2.4.2. Bitkilerde bor toksisitesi

B noksanlığı gibi toksisitesi de bitkiler için sakıncalıdır. B'un bitkisel üretimde optimum miktarı ile toksik seviyesi arasındaki sınırın çok dar olmasından dolayı, yapılan çalışmalar neticesinde B toksisitesi diğer pek çok elementin toksisitesine göre daha fazla önem kazanmıştır. Toprakta bitkiler tarafından alınabilir mevcut B miktarının 1 ppm'den düşük olması B noksanlığına, 5 ppm'den fazla olması ise B toksisitesine yol açmaktadır. Bu nedenden ötürü B gübrelmesi yapılırken toksik etkinin ortaya çıkma ihtimali yüksektir. Şayet toprağa birkaç yıl boyunca üst üste B içeren gübrelerin uygulanması, sonraki yıllarda yetiştirilecek olan bitkilerde uygulanan fazla B'a bağlı olarak toksik etkilerin ortaya çıkması kaçınılmazdır (Ulubaş, 2009).

B toksisitesi daha çok kurak ve yarı kurak bölge topraklarında kendini gösterir. Bu toprakların B kapsamı genellikle yüksektir (Kaçar ve Katkat, 2010). 5 ppm'den fazla B içeriğine sahip olan topraklar bitkiler için tehlike arz etmektedir. B toksisitesini meydana getiren başka bir unsur ise sulamam sularının B kapsamıdır. 1-3 mg L⁻¹ arasında B içeren sulama suları ile sulanan topraklarda yetiştirilen bitkiler B toksisitesinden dolayı zarar görmektedir (Karaman, 2012). (Reisenauer vd., 1973) 1 mg L⁻¹ B içeriğine sahip sulama suyunun B'a karşı hassas olan bitkilerde gözle görülebilecek toksik semptomlara neden olmasının yanı sıra sulama suyundaki B içeriğinin 10 mg L⁻¹ seviyesinde olduğu takdirde ise dayanıklı bitkilerde bile toksik etki meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle B gübrelmesi yapılırken sulama suyunun ve toprağın B kapsamına dikkat edilmelidir.

B toksisitesinin karakteristik belirtileri, yaprak uçlarından ve kenarlarından başlayıp zamanla orta yaprak damarlarına doğru yayılan nekrozlardır. Zamanla yapraklar kavrulmuş bir görünüm alarak erken dökülürler (Karaman, 2012).

Çağımızda oldukça geniş bir yelpazede kullanım alanına sahip olan B, stratejik öneminin yanı sıra tarımsal açıdan ele alındığında bitkiler ve diğer canlılar için tehdit oluşturabilecek özelliklere sahiptir. Tarımsal üretimi önemli ölçütlerde kısıtlayan B kirlenmesi ve toksisitesine karşı B'a dayanıklı olan bitki tür ve çeşitlerinin seçilmesi ve kullanılması son derece önem taşımaktadır.



Şekil 2.4. Elmada Bor Toksisitesi (Ulubaş, 2009).

2.5. Önceki Çalışmalar

(Akçam vd., 2004), Ayçiçeği bitkisi Sambro No: 3 çeşidinde bor noksanlık ve toksisitesinin büyüme parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bor içeriğine sahip besi ortamında tohum ekimi ile bitki üretimi gerçekleştirmişlerdir. Deneme, Bor uygulanmayan, 6 mg L⁻¹ ve 12 mg L⁻¹ olarak 3 farklı dozda uygulanmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde bor noksanlığına bağlı olarak bitki köklerinde uzama gerçekleşirken bitkinin pigment miktarı ile gövde boyunda azalma gözlemlenmiştir. Bor fazlalığı durumunda ise bitki kök boyunda azalma görülürken bitkinin pigment miktarında ve gövde boyunda artış gözlemlendiğini ortaya koymuşlardır. Değerler arasındaki farkın az olmasından dolayı noksanlık ve toksisitenintolere edilebileceğini bildirmişlerdir.

(Gülümser vd., 2005), fasülye bitkisine (*Phaseolus vulgaris* L.) 5 farklı dozda (0-0,5-1,0-1,5 ve 2,0 kg/ha) B gübresini yapraktan ve topraktan uygulayarak B beslemesinin verim ve verim unsurları üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Materyal olarak Efsane fasülye çeşidi ve %66,14 sulubor kullanmışlardır. Bulgular sonucunda borun yapraktan ve topraktan uygulanma şeklinin öneminin olmadığını buna karşılık farklı dozlarda uygulanan B gübrelemesinin verimi önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuşlardır.

(Güneş vd., 2000), mısır çeşitlerinin bor toksisitesine karşı toleranslarıyla ilgili bir araştırma yürütmüşlerdir. Denemede toprağa 3 farklı dozda (0, 10 ve 30 mg/kg) borik asit (H₃BO₃) uygulamışlardır. Yapılan çalışma sonucunda bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları ile bitkilerin bor konsantrasyonları ve bor içerikleri incelenmiştir. Bu

parametreler arasındaki ilişkilerden faydalanarak mısır çeşitlerinin bor toksisitesine karşı toleranslarını ortaya koymuşlardır. Araştırmadan elde edilen veriler sonucunda bitkilerin bor toksisitesine tolerans durumunun yaş ve kuru ağırlık bakımından yüksekten düşüğe doğru sırasıyla Helix, Riogrande, Furio, Poker, Sele, Missouri, DK 743 ve Betor çeşitlerinde olduğunu tespit ederek bora toleransları düşük olan çeşitlerin yüksek olan çeşitlere göre bünyelerindeki bor kapsamının daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır.

(Gezgin ve Palta, 2011), tarafından sera koşullarında yürütülen bir araştırmada 13 adet at dişi mısır melez çeşidinin B toksisitesine duyarlılıkları araştırılmıştır. Bor saksılara sırasıyla Kontrol (B_0), $0,625 \text{ mg B kg}^{-1}$ (B_1), $1,25 \text{ mg B kg}^{-1}$ (B_2), $2,5 \text{ mg B kg}^{-1}$ (B_3), 5 mg B kg^{-1} (B_4), 10 mg B kg^{-1} (B_5) ve 40 mg B kg^{-1} (B_6), olmak üzere farklı dozlarda ve H_3BO_3 formunda uygulanmıştır. Araştırma sonunda bitkilerin kuru ağırlıkları ile B konsantrasyonları ve içerikleri belirlenmiştir. Kuru bitki ağırlıkları ile bitkilerin B konsantrasyonları ve içerikleri arasındaki ilişkilerden faydalanarak mısır çeşitlerinin B toksisitesine karşı duyarlılıkları ortaya konulmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre bor uygulamasına ya da toksisitesine tepkileri bakımından DK 647 ve TTM 8119 çeşitlerinin hassas, T1595, LG 60, LG 55, DK 585 VE PLAVE çeşitlerinin yarı hassas, BC 566, LUCE, MAT 97, TTM 815 çeşitlerinin toleranslı, P3394 ve RX 770 çeşitlerinin ise dayanıklı çeşit olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak fazla B'a toleransları düşük olan çeşitlerin toleransları yüksek olan çeşitlere göre daha fazla B içerdiklerini belirlemişlerdir.

(Goldberg, 1997) tarafından borun topraktaki reaksiyonu araştırılmış ve borun bitkiler için temel bir mikro besin elementi olduğu, B noksanlığı ile toksik konsantrasyonu arasındaki sınırın diğer besin elementlerine göre daha az olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, bitkilerin toprak çözeltisindeki B'un aktivitesine doğrudan, toprakta adsorbe edilmiş haldeki B'a ise dolaylı olarak tepki verdiği belirtilmiştir. Borun bitkiler için yararlılığını etkileyen toprak faktörlerinin pH, tekstür, nem, sıcaklık, organik madde ve killerin mineralojik yapısı olduğunu, B'un adsorbe edildiği yüzeylerin ise alüminyum ve demir oksitler, magnezyum hidroksit, kil mineralleri, kalsiyum karbonat ve organik madde olduğunu ileri sürmüşlerdir.

(Çelik, 2007) yaptığı araştırmada sivri biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde ve $0,06 \text{ mg/L}$ (şahit), $2,00 \text{ mg/L}$, 6 mg/L ve 10 mg/L olmak üzere farklı B konsantrasyonlarını içeren ve sulama sularını kullanarak topraktaki B toleransı $1,0$ - $2,0 \text{ mg/L}$ olan sulama suyundaki farklı B konsantrasyonuna karşı toleransını

ölçmüştür. Araştırma sonucunda yaş meyve verimlerinin B konsantrasyonlarından etkilendiğini ve meyve boyu değerlerinde ise sadece B₆ uygulamasında diğer uygulamalara göre farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Araştırmada farklı B konsantrasyonlarına göre meyve sayısı ve meyve çapı değerlerinde önemli farklılık görülmezken meyvede, yapraklarda ve toprakta oluşan B birikimi değerlerinin uygulanan sulama suyunun B kapsamına bağlı olarak arttığını saptamıştır.

(Shelp ve Shattuck, 1987) Karnabahar (*Brassica oleracea*) bitkisinde farklı dozlarda B kullanarak yaptığı araştırmadan elde ettiği bulgulara göre bitkide maksimum taze ağırlığın 1 mg kg⁻¹ B konsantrasyonunda olduğunu ve B dozunun arttırılmasına bağlı olarak bitkinin taze ağırlığında düşmelerin meydana geldiğini belirlemiştir.

(Apaydın, 1998), tarafından bitkiye elverişli B miktarı 0,55 ppm olan kireçli bir toprakta B uygulamasının şeker pancarının kök verimi ve kalitesi üzerine etkisini araştırmak amacıyla yaptığı denemede, boraks formunda dekara 0,3 kg B uygulamasının kontrole göre kök verimini %16,5, şeker oranını %0,05 artırılmış şeker oranını ise %0,88 oranında arttırmasına karşın dekara 0,6 kg B uygulamasının ise kök verimi, şeker oranı ve artırılmış şeker oranını ciddi derecede düşürdüğünü belirlemiştir.

(Harite, 2008), Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Serasında borun pamuk gelişimi üzerine etkilerini incelemek amacıyla yürüttüğü çalışmada perlit-kum karışımında 4 farklı B dozu (0.5, 7.5, 15 ve 22.5 mg L⁻¹ B) ve 8 pamuk çeşidi (Barut 2005, Gossipolsüz Nazilli, Gürel Bey, Nazilli 143, Nazilli 342, Nazilli 39, Nazilli 503 ve STN 8A kullanmıştır. Uygulanan B dozlarına bağlı olarak B toksisitesinden zarar gören yaprak sayısı, kök, gövde ve yaprak B kapsamalarının artmasına rağmen bitkilerin taze ağırlık, kuru ağırlık, boy ve yaprak sayılarında azalma görüldüğünü belirtmiştir. Araştırma sonucunda regresyon analizi ile Gürel Bey ve Gossipolsüz Nazilli çeşitlerinin B toksisitesine dayanıklı, Nazilli çeşidinin ise hassas olduğunu bildirmiştir.

(Yıldıztekin ve Tuna, 2015) tarafından farklı ekim sistemlerinde yetiştirilen yonca bitkisinin bor alımını belirlemek üzere yaptıkları bir araştırmada bor toksik topraklarda yonca (*Medicago sativa* L.) bitkisi Alsancak çeşidinin tek ekim olarak yetiştirilmesinin yanı sıra Flamura-85 ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) ve TR 3080 ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitki çeşitleri ile karışık ekim uygulamışlardır. Kontrol grubuna hiçbir kimyasal muamele yapılmayıp her bir uygulama için 25-50-

75 mg/L⁻¹ H₃BO₃ formundaki B bitkilere üstten püskürtülerek uygulanmıştır. Hasat sonrası bitkilerin kuru ve yaş ağırlıkları ile klorofil, karotenoid ve prolin miktarları değerlendirilmiş ayrıca yaprakların B, Ca, K ve P içeriklerini belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda, yapılan B uygulamalarına bağlı olarak monokültür olarak yetiştirilen yonca bitkisinin yapraklarındaki %DW (kuru madde oranı) ve total klorofil ve karotenoid miktarlarında kontrol grubuna göre azalma meydana geldiğini buna karşın yonca bitkisinin bilhassa buğday bitkisi ile birlikte ekiminde monokültür olarak yetiştirilen yonca bitkisine göre artış gözlemlendiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca monokültür olarak yetiştirilen yonca bitkisinin yapraklarında belirlenen %EC (elektriksel iletkenlik) verileri ile prolin içeriklerinde artış görülmesine rağmen yonca bitkisinin buğday ve ayçiçeği ile birlikte yetiştirilmesi sonucunda verilerde düşüşlerin meydana geldiğini bildirmişlerdir. Yonca bitkisinin yapraklarındaki B içeriğinin değerlendirilmesinde ise buğday ve ayçiçeği ile birlikte ekim yönteminde monokültür ekime göre azalmaların görüldüğünü ayrıca artan B dozlarına bağlı olarak monokültür olarak yetiştirilen yonca bitkisinin yapraklarında kontrol grubuna göre Ca, K ve P azalmaların oluştuğunu fakat yonca bitkisinin buğday ve ayçiçeği ile polikültür olarak yetiştiricisinde kontrol grubuna göre bu oranların arttığını saptamışlardır.

(Başalp vd., 2011), sera koşullarında iki buğday türüne ait genotipin (*Triticum aestivum* L. cv. Kırac 66) ve (*Triticum durum* Desf. cv. Kunduru 1149) B toksisitesine karşı tepkilerini incelemişlerdir. Toprağa 0 (Kontrol), 10, 20, 30, 40 ve 50 mg/kg B uygulaması gerçekleştirip 6 hafta süresince yetiştirdikleri bitkileri hasat etmişlerdir. Deneme sonunda B toksisitesi altındaki bitkilerde fide boyunun azaldığını, B miktarının arttığını, % kuru madde ve oransal su içeriğinde ise önemli bir değişikliğin görülmediğini saptamışlardır. Serbest prolin miktarının Kırac 66 ve Kunduru 1149 çeşitlerinde arttığını, glukoz miktarının Kırac 66 çeşidinde 10, 30, 50 mg kg⁻¹ B konsantrasyonlarında arttığını, Kunduru 1149 çeşidinde ise 20 mg kg⁻¹ B konsantrasyonunda artarken 40 ve 50 mg kg⁻¹ B konsantrasyonlarında azaldığını belirlemişlerdir. Fruktoz miktarının ise Kırac 66 çeşidinde 10, 20, 30, 40 mg kg⁻¹ B konsantrasyonlarında artmasına karşın Kunduru 1149 çeşidinde 20 mg kg⁻¹ B uygulamasında artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bulgular sonucunda incelenen iki genotip arasında B toksisitesi toleransına karşı önemli farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme alanı

Bu araştırma, 2016 yılında kereviz bitkisinin bahar, turp bitkisinin güz vejetasyon döneminde Malatya ili İnönü Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde yürütülmüştür.

3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri

Denemenin yürütüldüğü Battalgazi ilçesinin denizden yüksekliği 868 m olup Karakaya Baraj Gölünün etkisiyle ılıman iklim özelliği göstermektedir. Malatya merkez ilçe (İnönü Üniversitesi Kampüsü) rakımı ise 960 m'dir.

Malatya ili Doğu Anadolu Bölgesinin yukarı Fırat Bölümü'nde yer almaktadır. Malatya ilinde görülen iklim özellikleri Doğu Anadolu Bölgesi'nin genelinde görülmekte olan karasal iklim özelliklerini tamamen yansıtmamaktadır. Akdeniz Bölgesinde yaşanan iklim ile Doğu Anadolu Bölgesi'nde yaşanan iklim arasında bir iklim özelliğine sahip olup mikro iklim özelliği göstermektedir.

Sonbahar mevsiminin sonunda ve özellikle kış mevsimi aylarında Doğu Anadolu Bölgesi'ne hakim olan Sibiry yüksek basıncın etkileri Malatya'ya kadar ulaşmaktadır. Bu durum kış aylarında sıcaklığın düşük seyretmesine neden olmaktadır. İlkbahar mevsimi ile birlikte Sibiry yüksek basıncı etkisini kaybederek yerini Basra alçak basıncına bırakmaktadır. Böylece bu dönemlerde sıcaklıklar yükselmektedir. Malatya ilinde hakim rüzgar yönü genel olarak güneybatıdır. Ancak mevsimlere bağlı olarak bu durum değişiklik gösterebilmektedir. İlkbaharda güneybatı iken yaz aylarında batı ve güneybatı sonbaharda güney, kış aylarında ise doğu ve güney yönlü rüzgarların etkisi altındadır (Bayındır, 2006).

DMİ verilerine göre yıllık ortalama bulutlu gün sayısı 77 gün olup genelde kış ve ilkbahar aylarında görülmektedir. Ayrıca yılda ortalama 152 gün parçalı bulutlu ve kalan 136 gün ise açık geçmektedir. Sisli gün sayısı yılda ortalama 13 gün olup genel olarak Aralık ve Ocak aylarında yaşanmaktadır. Malatya iline ait uzun yıllar (1950-2015) içinde gerçekleşen iklim verileri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Meteoroloji

rasat verilerine göre en yüksek ortalama sıcaklık 34.0°C ile Temmuz ayında, en düşük ortalama sıcaklık ise -3.0 °C ile Ocak ayında yaşanmaktadır. Ayrıca en yüksek sıcaklık 42,5 °C ile Temmuz ayında yaşanırken en düşük sıcaklığın -22,2 °C ile Aralık ayında yaşandığı tespit edilmiştir. Malatya ili iklim verileri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Malatya İli İklim Verileri*

AYLAR	Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1950-2015)						Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek Ve En Düşük Değerler (1950-2015)	
	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m2)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	-0,1	1,5	-3,0	3,2	10,9	40,9	14,2	-19,2
Şubat	1,5	5,6	-2,0	4,2	11,1	38,0	18,6	-21,2
Mart	6,8	11,7	2,3	5,4	11,6	50,9	27,2	-13,9
Nisan	13,1	18,5	7,7	7,2	11,4	56,4	33,7	-6,6
Mayıs	18,1	23,9	11,9	9,3	10,8	48,6	36,0	0,1
Haziran	23,2	29,6	16,3	11,4	5,0	18,2	40,0	4,9
Temmuz	27,4	34,0	20,0	12,4	0,9	1,9	42,5	10,0
Ağustos	27,1	33,8	20,0	11,6	0,8	1,5	41,5	10,9
Eylül	22,4	29,1	15,6	10,0	2,2	6,9	38,8	5,7
Ekim	15,4	21,3	10,0	7,3	7,0	36,7	34,4	-1,2
Kasım	7,7	12,5	3,9	5,1	8,8	42,1	25,0	-12,0
Aralık	2,2	5,6	-0,6	3,1	11,1	40,5	18,0	-22,2

* Meteoroloji Genel Müdürlüğü Verileri

Çizelge 3.1’den de anlaşılacağı gibi en yağışlı dönem ilkbahar ve kış aylarında yaşanırken yaz ayları kurak geçmektedir. Aylık ortalama yağış miktarı en fazla 56,4 mm ile Nisan ayında, en düşük yağış miktarı ise 1.5 mm ile Ağustos ayında gözlenmiştir.

3.1.3. Deneme alanının toprak özellikleri

Toprak taksonomisine göre Malatya ilinin toprakları nem rejimi bakımından kurak, sıcaklık rejimi bakımından ise mesicidir (Anonim, 2010). Malatya merkez ilçe ve Battalgazi ilçesinde bulunan topraklar genel olarak, 12.240 ha’ı alüvyal topraklar, 86.393 ha’ı kahverengi topraklar, 5.861 ha’ı kırmızımsı kahverengi topraklar, 5.262 ha’ı kolüvyal topraklar ve 22.965 ha’ı kireçsiz kahverengi topraklardan meydana gelmektedir (Anonim, 1983).

Arazi çalışması başlamadan önce deneme alanından 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde tekstür, pH, EC, kireç, organik madde, azot, fosfor, potasyum ve bor analizleri aşağıda verilen yöntemlere uygun olarak yapılmıştır.

Deneme alanının toprak-bor analizi Konya Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarında yapılmış olup belirtilen diğer toprak analizlerinin tamamı Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü Toprak Laboratuvarında yapılmıştır.

Bünye (Tekstür) (%): “Bouyoucos Hidrometresi” yöntemi ile yapılmıştır (Gee ve Boudier, 1986). Araştırmanın yürütüldüğü alanın toprağı %33,44 kum, %39,28 kil ve %31,28 siltten meydana gelen killi tın bünyeye sahiptir.

Toprak reaksiyonu (pH): Toprakların pH değerleri toprak örneklerinin 1:2.5 oranında saf su ile sulandırıldıktan sonra elektrotlu NeelpH metre kullanılarak ölçülmüştür (Jackson, 1958). Analiz sonucunda 8,14 olarak bulunan pH değeri deneme arazisi topraklarının orta alkaline olduğunu göstermektedir.

Elektriki iletkenlik (EC) ($\mu\text{S}/\text{cm}$): Toprak örneğı 1:2.5 oranında saf su ile sulandırılarak elektriksel iletkenlik aleti ile tayin edilmiştir. Yöntemin temel prensibi, su ile doymuş olan toprağın elektriğı geçirmeye olan direncinin tespit edilmesi ile bu dirence göre tuzluluğunun belirlenmesidir (Richards, 1954). Deneme alanı toprağı 398 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ’lik değere hafif tuzlu olarak bulunmuştur.

Kireç ($\%\text{CaCO}_3$): Scheibler kalsimetresi kullanılarak tespit edilmiştir. Bu yöntemin temel amacı, toprağın seyreltik hidroklorik asit ile reaksiyonu sonucunda açığa çıkan CO_2 gazının kapalı bir boruda standart sıcaklık ve basınç altındaki

hacminin ölçülmesi ve ölçülen bu hacim değerinin esas alınarak topraktaki karbonat içeriğinin belirlenmesidir (Allison ve Moodie, 1965). Deneme alanı toprağındaki %CaCO₃ miktarı 36,83 olarak ölçülmüş olup deneme alanı kireçli bir yapıya sahiptir.

Organik madde (%): Modifiye Walkley-Black yaş yakma yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir. Yöntem, toprağın dikromat ve sülfürik asit ile işleme tabi tutularak yükseltgenmesi ve daha sonra bu oksidasyon işlemi için kullanılan miktardan artan yani ortamda reaksiyona girmemiş olan kromatın amonyum ferrosülfat ile titre edilmesi suretiyle toprak organik maddesinin belirlenmesi esasına dayanır (Walkley-Black, 1947). 1,76 olarak bulunan deneme alanı toprağının organik madde içeriğı düşüktür.

Toplam azot (N) tayini: Bitkide yer alan organik ve inorganik azot formlarının tespit edilmesi esasına dayanarak Kjeldahl yöntemi yardımıyla toplam azot belirlenmiştir. Bu yöntemle göre azot belirlemesi iki temel aşamada gerçekleşir. İlk aşamada yaş yakma işlemiyle organik azotun amonyum sülfata ((NH₄)₂SO₄) dönüşümü ve daha sonra amonyumun borik asit içerisinde destilasyonu sağlanır. Diğer aşamada ise bromkresol gren methlyredindikatör karışımı içerisinde ve standart H₂SO₄ kullanılarak titrasyon işlemi sonucunda azot tayini belirlenir (Chapman ve Pratt, 1961). Deneme alanı toprağının azot miktarı 0,143'tür.



Şekil 3.1.Kjeldahl yöntemi ile toplam azot tayini

Bitkiye yarayışlı fosfor (Olsen-P) (mg/kg): NaHCO₃ ile ekstrakte edilmiş örneklerde çözeltiye geçen elverişli fosfor düzeyi spektrometre ile belirlenmiştir (Olsen ve Dean, 1965). Deneme alanı topraklarında bitkiye elverişli fosfor miktarı 39,85 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur.

Değişebilir potasyum (ppm): Toprakların K miktarı, 1N amonyum asetat ile ekstraksiyonu sonucu fleym fotometrede belirlenmiştir. (Knudsen vd., 1982). Deneme alanı toprağının potasyum miktarı 420,99 ppm olarak ölçülmüştür.

Bitki tarafından alınabilir bor (ppm): Toprak örneklerinin 0,01 M mannitol + CaCl₂ ile ekstrakte edilmesiyle karmin (antrokinon boya) arasında meydana gelen kompleksin renk yoğunluğuna bakılarak B miktarı tespit edilmiştir (Hatcher ve Wilcox, 1950). Deneme alanı topraklarının B içeriğinin 0,438 ppm olarak bulunması B değerinin düşük olduğunu göstermektedir.

Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	Miktarı
Tekstür	Killi tın
% kum	33,44
%kil	39,28
%silt	31,28
pH (1:2.5)	7,14
EC (1:2.5 suda, µs/cm)	398
CaCO ₃ (%)	36,83
Organik madde (%)	1,76
Toplam azot (%)	0,143
Alınabilir Fosfor (ppm)	39,85
Değişebilir potasyum (ppm)	420,99
Bor (ppm)	0,438

Çizelge 3.2’de de görüldüğü gibi deneme alanı killi-tın, nötr, hafif tuzlu bir yapıya sahiptir. Ayrıca denemenin yürütüldüğü alanın topraklarının kireç içeriği yüksek olup organik madde miktarı ve bor kapsamı bakımından düşüktür.

3.1.4. Denemede kullanılan materyaller

Araştırmada bitkisel materyal olarak Asbay isimli iri beyaz turp çeşidi ve Neobi isimli kök kereviz çeşidi kullanılmıştır. Bor gübresi olarak Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN) tarafından temin edilen Etidot-67 (%20'lik tarım bor) gübresi kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemede uygulanan bor dozları

Beyaz turpların tohum ekimi 29. 08. 2016 tarihinde yapılmış olup, ekim sıklığı; sıra arası mesafe 40 cm, sıra üzeri mesafe 15 cm'dir. Tohum ekimi sıra üzeri her 15 cm de bir, 2-3 cm derinliğe, her ocağa 4-5 adet olarak elle yapılmıştır. Tohum ekiminden hemen sonra damla sulama sistemi ile can suyu verilmiştir. Bitki 3-4 yapraklı döneme gelince her 15 cm'lik sıra üzeri mesafede bir, bir bitki kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Bitkilerin vejetasyon süresi boyunca sulama işlemi damlama sulama sistemi kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3.2. Turp bitkisi yetiştirilen deneme alanı

Dikim için hazır duruma getirilen kereviz fideleri (bitki 10-15 cm kadar boy aldığı ve 4-5 yapraklı olduğu dönemde) 23. 03. 2016 tarihinde dikim için en ideal sıcaklık olan sabahın erken saatlerinde ve dikimden önce damla sulama ile uygun nem durumuna getirilen deneme alanına sıra arası mesafe 100 cm, sıra üzeri

mesafe 40 cm olarak bitkinin viyolde kalan kısmının tamamı toprak altında kalacak şekilde dikilmiştir. Dikimden hemen sonra can suyu verilmiştir. Sulama işlemi olarak damlama sulama sistemi kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Kereviz bitkisi yetiştirilen deneme alanı

Bu araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre, 3 tekerrürlü olarak 4 farklı dozda tarımbor gübresi uygulanarak yürütülmüştür. Gübre olarak ticari ismi tarımbor olan %20'lik saf B içeriğine sahip sodyum pentaborat kullanılmıştır. Bor gübresi, toprak yüzeyine serpme usulüyle ve homojen bir şekilde dağılmasını sağlamak amacıyla 1'er kg toprak içerisine karıştırılarak 4 farklı dozda (Kontrol, 0.5, 1.0, 1.5 kg da⁻¹) uygulanmıştır. Kereviz bitkilerinde bor uygulamaları 04.04.2016 tarihinde, turp bitkilerinde ise bor uygulamaları 22.09.2016 tarihinde yapılmıştır.

Denemede 0,5 kg da⁻¹ olan bor dozu uygulama 1 ile, 1,0 kg da⁻¹ olan bor dozu uygulama 2 ile, 1,5 kg da⁻¹ olan bor dozu uygulama 3 ile ve kontrol grubu ise uygulama 4 ile gösterilmiştir. Gübreleme yaparken hassasiyet bakımından ilk önce 0,5 kg da⁻¹ dozu uygulanacak olan parsellerin gübrelemesi yapılmış daha sonra 1,0 kg/da uygulama dozunun gübrelemesi yapılmış ve en son olarak 1,5 kg da⁻¹ uygulama dozunun gübrelemesi yapılmıştır. Tekerrürler arasında karmaşık bir gübreleme yapılmayıp toksik etkiden dolayı oluşabilecek zararları en aza indirgeyebilmek amacıyla kesinlikle tohum ve fideye yakın bir yere gübre verilmemiştir.

Kereviz bitkilerinin hasadı 01.08.2016 tarihinde, turp bitkilerinin hasadı ise 08.11.2016 tarihinde yapılmıştır. Yetiştiricilik sonunda bitkilerden denemeyi temsil etmek üzere yeni sürgünlerin orta yapraklarından alınmış olan yapraklar ve tekniğine uygun olarak alınan bitki örnekleri etiketlenerek İnönü Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hasat Sonu Fizyoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Burada bitki örneklerinin yüzeylerinde bulunan çeşitli tozlardan ve diğer yabancı maddelerden (gübre, ilaç kalıntısı vs.) arındırılmak üzere önce musluk suyu ile sonra saf su ile yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra bitkiler önce oda koşullarında daha sonra 65 °C de 48 saat boyunca etüvde kurutulmasının ardından öğütülmüş ve 2 mm lik eleklerden geçirildikten sonra yapılacak olan analizlere hazır duruma getirilerek Selçuk Üniversitesi Toprak Laboratuvarı'na gönderilmiştir.

3.2.2. Yaprak analizleri

Yetiştiricilik süresinde her parselden örneklenen 10 bitkinin yapraklarında toplam azot (N), toplam fosfor (P), potasyum (K) ve bor (B) analizleri gerçekleştirilmiştir.

Toplam azot analizi: Kjeldahl yöntemi ile bitkilerde bulunan toplam N miktarı tespit edilmiştir. bu yöntemde temel husus, bitkilerde bulunan organik ve inorganik azot formlarının belirlenmesidir. İki aşamada gerçekleştirilen N tayininin ilk aşamasında yaş yakma yöntemi ile organik azot amonyuma çevrilmiş ve daha sonra amonyumun Borik asit içerisinde destilasyonu sağlanmıştır. Sonraki aşamada ise bromkresolgreenmethyred indikatör karışımı kullanılarak H₂SO₄ ile titre edilmesiyle bitkilerde N miktarı belirlenmiştir (Chapman ve Pratt, 1961).

Toplam fosfor analizi: 65 °C de 48 saat etüvde kurutulduktan sonra öğütülerek analize hazır hale getirilen bitki örneklerinden kuru yakma işlemi ile elde edilen çözeltilerde P analizi yapılmıştır. Vanada molibdo fosforik sarı renk metodu (Barton, 1948) ile spektrofotometrede ölçülerek belirlenmiştir.

Potasyum analizi: Bitki örnekleri kül fırınında yakılmış ardından 3N HCl ile ekstrakte edilerek çözelti içerisindeki K alev fotometresinde tayin edilmiştir (Kaçar, 1995).

Bor analizi: Nitrik asit ve hidrojen peroksit ile yaş yakılarak bitki örneklerinden alınan süzüklerde ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) cihazında B

konsantrasyonu tespit edilmiştir (Johnson, 1993; Kovacs vd. 1996; Nyamora vd. 1997; Gupta, 1998; Plank, 1992; Burkowska-Burnecka, 2000; Huang vd. 2004).

3.2.3 Verim ve verim bileşenleri analizleri

Hasat sonrasında turp ve kereviz bitkilerinden alınan örneklerde yumruların taze ağırlıkları (g), yumru çapı (mm), yumru boyu (mm), gövde çapı (mm), bitki boyu (cm), yaprak sayısı (adet), toprak üstü yeşil aksam taze ağırlıkları (g), yumruların kuru ağırlıkları (g) ve suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) değerleri incelenmiştir. Kök uzunluğu sadece turp bitkisinde ölçülmüştür.

3.2.4 Toprak analizleri

Hasat sonrasında parsellerden örneklenen toprak örneklerinde toplam azot, elverişli fosfor, değişebilir potasyum, bitki tarafından alınabilir bor analizleri gerçekleştirilmiştir.

Toplam azot analizi: Kjeldahl Yöntemi ile topraktaki toplam azot belirlenmiştir (Chapman ve Pratt, 1961).

Elverişli fosfor Olsen-P (mg/kg): NaHCO_3 ile ekstrakte edilmiş örneklerde çözeltiye geçen elverişli fosfor içeriği spektrometre ile ölçülmüştür (Olsen ve Dean, 1965).

Değişebilir potasyum: Toprak örnekleri 1N amonyum asetat ile 3 kez çalkalanarak ekstraksiyon sonucu fotometrik olarak belirlenmiştir (Knudsen vd., 1982).

Bitki tarafından alınabilir bor (ppm) analizi: Toprak örnekleri 0,01 M Mannitol + CaCl_2 ile ekstrakte edilerek karmin metoduna göre tespit edilmiş ve spektrometrede ölçülmüştür (Hatcher ve Wilcox, 1950).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Turp Yetiştiriciliği Yapılan Deneme Alanından Alınan Toprak Örneklerinin Toplam Azot (N), Elverişli Fosfor (P), Değişebilir Potasyum (K) ve Bitki Tarafından Alınabilir Bor (B) Değerleri

Farklı uygulama dozlarında turp yetiştirilen deneme alanından hasat sonrasında alınan toprak elementlerinin besin elementleri içerikleri çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı uygulama dozlarında turp yetiştirilen deneme alanından hasat sonrasında alınan toprak örneklerinin besin elementi durumu

Bor dozu	%N	P (mg/kg)	K (ppm)	B (ppm)
1.	0,150	34,96	353,30	26,91
2.	0,136	52,32	378,07	45,99
3.	0,130	44,39	439,15	22,20

4.2. Kereviz Yetiştiriciliği Yapılan Deneme Alanından Alınan Toprak Örneklerinin Toplam Azot (N), Elverişli Fosfor (P), Değişebilir Potasyum (K) ve Bitki Tarafından Alınabilir Bor (B) Değerleri

Farklı uygulama dozlarında kereviz yetiştirilen deneme alanından hasat sonrasında alınan toprak örneklerinin besin elementleri içeriği çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı uygulama dozlarında kereviz yetiştirilen deneme alanından hasat sonrasında alınan toprak örneklerinin besin elementi durumu

Bor dozu	% N	P (mg/kg)	K (ppm)	B (ppm)
1.	0,139	55,25	418,51	14,44
2.	0,136	47,18	410,26	26,72
3.	0,148	47,43	443,28	67,18

4.3. Turp Bitkisinin Yapraklarında Besin Elementlerin Durumu

Hasat sonrasında deneme alanından alınan yaprak örnekleri laboratuvara getirilerek önce musluk suyu ile ardından saf su ile yıkanmış, kurutma kağıtları üzerinde kurutulmuş ve etüvde 65°C de 48 saat süre ile kurutulduktan sonra öğütülmüş ve paketlenerek analize hazır duruma getirilmiştir. Kurutulan yaprak örneklerinde azot (N), fosfor (P), potasyum (K), bor (B) ve bazı mikro besin elementlerin içerikleri tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Tekerrürlere göre turp bitkisi yapraklarının N, P, K ve B kapsamı

Tekerrür	Uygulama	% N	P (mg/kg)	K (ppm)	B (ppm)
I	1	3,103	1823,984	24763,963	207,786
	2	3,677	1836,262	27565,294	245,687
	3	3,826	2331,629	33637,270	264,738
	4	3,514	1433,878	21574,237	64,485
II	1	2,596	1750,492	28795,902	78,635
	2	3,069	2016,203	33556,087	107,570
	3	3,208	2521,258	38980,985	122,497
	4	2,944	2166,343	31701,481	51,276
III	1	2,781	1852,884	25825,888	101,763
	2	3,930	2408,802	26411,502	119,162
	3	3,958	2471,630	27360,955	138,383
	4	2,277	1915,150	25158,168	61,224

Çizelge 4.3’de görüldüğü üzere turp bitkisinin yapraklarında ortalama azot içeriği 2.82-3.66, ortalama fosfor içeriği 1809.12-2441.50, ortalama potasyum içeriği 26144.62-33326.40 ve ortalama bor içeriği 58.99-175.20 ppm arasında değişmiştir. Uygulanan bor seviyeleri arttıkça yaprakların B içeriğinin de ritmik olarak arttığı ve en yüksek bor alımının 3. uygulama dozunda (1.5 kg da⁻¹) görüldüğü belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Tekerrürlere göre turp bitkisi yapraklarında bazı mikro besin elementlerin içerikleri

Tekerrür	Uygulama	Ca (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mg (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
I	1	36562,218	6,112	651,148	4647,094	126,591	17,649
	2	39774,562	6,447	697,322	5442,595	121,571	21,795
	3	51042,152	6,741	476,810	5908,839	67,905	20,207
	4	36072,262	5,232	506,119	4434,973	98,613	16,076
II	1	47453,484	8,662	2939,293	4847,613	108,776	21,573
	2	48603,219	9,194	1259,340	4906,348	71,635	19,526
	3	52896,246	10,597	2654,188	5046,114	81,733	36,443
	4	40290,926	6,000	1164,750	4384,093	101,519	26,359
III	1	36102,815	6,369	1469,211	4765,159	109,931	20,224
	2	36326,997	6,415	1157,899	4768,882	88,747	19,898
	3	38164,694	6,724	643,246	4794,528	86,686	18,637
	4	35991,578	6,008	791,629	4157,575	94,594	15,564

Çizelge 4.4’de görüldüğü üzere turp bitkisinin yaprağında bulunan ortalama kalsiyum içeriği 37451.58-47367.69, ortalama bakır içeriği 5.74-8.02, ortalama demir içeriği 820.832-1686.55, ortalama magnezyum içeriği 4325.54-5249.82, ortalama mangan içeriği 78.77-115.09 ve ortalama çinko içeriği 19.33-25.09 ppm arasında değişmiştir.

Çizelge 4.3 ve çizelge 4.4 incelendiğinde görüleceği üzere uygulanan B dozlarındaki artışa paralel olarak B elementinin turp bitkisi yapraklarındaki N, P, K, B, Ca, Cu ve Mg içeriğinin arttırdığı görülürken, Fe, Mn ve Zn içeriğinin belirli bir seviyeden sonra azalmaya başladığı görülmektedir.

4.4. Turp Bitkisinin Yumrusunda Besin Elementlerin Durumu

Etüvde kurutulup öğütüldükten sonra analize hazır duruma getirilen yumruların azot (N), fosfor (P), potasyum (K), bor (B) ve bazı mikro besin elementlerin içerikleri belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Tekerrürlere göre turp bitkisi yumrularının N, P, K ve B kapsamı

Tekerrür	Bor Dozu	% N	P (mg/kg)	K (ppm)	B (ppm)
I	1	2,372	2547,938	32774,119	44,176
	2	2,602	3159,579	37993,305	44,952
	3	2,704	3324,612	38981,402	46,821
	4	1,927	2449,230	29299,145	23,798
II	1	2,367	3471,203	32660,557	42,814
	2	2,442	3570,355	32662,057	51,530
	3	2,505	3691,907	33298,642	54,338
	4	2,146	3393,930	31676,768	34,324
III	1	2,578	3834,681	33945,514	45,320
	2	2,601	3851,713	33971,564	46,810
	3	2,908	3977,857	34691,580	56,387
	4	2,067	2571,535	31114,977	23,001

Çizelge 4.5’de görüldüğü üzere turp bitkisinin yumrusunda ortalama azot içeriği 2.04-2.70, ortalama fosfor içeriği 2804.89-3664.79, ortalama potasyum içeriği 30696,96-35657.20 ve ortalama bor içeriği 27.04-52.51 ppm arasında değişmiştir. Uygulanan Bor seviyeleri arttıkça yumrulardaki B miktarları da belirgin şekilde artış göstermiş ve en yüksek B alımı 3. Uygulama dozunda (1.5 kg da^{-1}) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Tekerrürlere göre turp bitkisi yumrularında bazı mikro besin elementlerin içerikleri

Tekerrür	Uygulama	Ca (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mg (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
I	1	7365,611	4,544	260,346	1734,553	14,775	15,101
	2	7613,525	5,436	367,462	2736,241	17,977	19,817
	3	7821,613	6,201	369,114	2741,413	15,286	20,501
	4	6701,189	4,506	389,441	1232,070	21,213	17,270
II	1	6682,775	5,231	315,308	2279,854	19,443	18,425
	2	7126,834	5,367	335,128	2290,768	15,492	17,408
	3	7840,196	5,609	297,684	2314,199	19,316	19,233
	4	4472,689	5,116	464,147	2036,296	21,440	17,557
III	1	7405,278	4,490	387,756	2530,378	21,296	22,359
	2	8413,718	4,509	391,312	2534,613	20,193	22,543
	3	8573,156	4,612	262,617	2637,425	16,213	16,542
	4	6860,698	3,657	565,101	2180,074	21,145	18,340

Çizelge 4.6’da görüldüğü üzere turp bitkisinin yumrularında ortalama kalsiyum içeriği 6011.52-8078.32, ortalama bakır içeriği 4.42-5.47, ortalama demir içeriği 309.80- 472.89, ortalama magnezyum içeriği 1816.14-2564.34, ortalama mangan içeriği 16.93-21.26 ve ortalama çinko içeriği 17.72-20.25 ppm arasında değişmiştir.

Çizelge 4.5 ve çizelge 4.6 incelendiğinde B uygulamalarının turp bitkisi yumrularında N, P, K, B, Ca, Cu ve Mg içeriğini arttırdığının görülmesine karşın yumrulardaki Fe ve Mn içeriğinin azaldığı ve Zn içeriğinin kararsız bir değişim gösterdiği fakat kısmen de olsa Zn içeriğinin arttığı görülmektedir.

4.5. Kereviz Bitkisinin Yaprığında Besin Elementlerin Durumu

Tekniğine uygun olarak alınan yaprak örnekleri laboratuara getirilerek önce musluk suyu ve ardından saf su ile yıkanarak kalıntılardan arındırılmış ve kese kağıtları içerisinde kurutma şartlarında etüvde kurutulup öğütüldükten sonra analiz için hazır duruma getirilmiştir. Yapılan analizlerde kereviz bitkisinin yapraklarındaki

makro besin elementlerin miktarı, bazı mikro besin elementler ile B miktarı belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Tekerrürlere göre kereviz bitkisi yapraklarının N, P, K ve B kapsamı

Tekerrür	Uygulama	% N	P (mg/kg)	K (ppm)	B (ppm)
I	1	2,550	2464,768	22371,006	51,336
	2	2,573	2525,093	23212,629	51,057
	3	2,601	2603,156	23975,032	55,634
	4	2,191	1990,992	20577,778	40,245
II	1	2,498	1765,224	23181,732	52,146
	2	2,517	1982,733	23224,545	55,802
	3	2,624	2474,484	25771,429	77,056
	4	2,113	1319,582	18811,210	47,980
III	1	2,394	1312,459	22067,480	54,836
	2	2,404	1546,064	22831,727	54,185
	3	2,658	1704,413	23652,676	51,263
	4	2,132	1032,310	20840,572	44,752

Çizelge 4.7’de görüldüğü üzere kereviz bitkisinin yapraklarında ortalama azot içeriği 2.14-2.62, ortalama fosfor içeriği 1447.63-2260.68, ortalama potasyum içeriği 20076.52-24466.38 ve ortalama bor içeriği 44.32-61.32 ppm arasında değişmiştir. Uygulanan B dozlarındaki artışa paralel olarak her iki tekerrürde de B alımı artmış ve en yüksek B alımı 3. Uygulama dozunda (1.5 kg da^{-1}) görülürken 3. Tekerrürde en yüksek bor alımının 1. Uygulama dozunda (0.5 kg da^{-1}) görülmesi diğer uygulama dozlarında uygulanan B miktarının bir kısmının toprakta kaldığını ve bitki tarafından eser miktarda kullanılamadığını göstermektedir.

Çizelge 4.8. Tekerrürlere göre kereviz bitkisi yapraklarında bazı mikro besin elementlerin içerikleri

Tekerrür	Uygulama	Ca (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mg (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
I	1	43811,665	7,135	948,597	3656,517	85,526	32,403
	2	43812,546	8,126	1038,093	3757,400	97,024	28,417
	3	46056,827	9,471	872,233	4282,501	83,917	33,589
	4	43621,289	6,626	585,312	3397,863	81,713	38,037
II	1	44914,082	7,321	848,296	4318,268	94,363	34,387
	2	44920,288	7,877	575,449	4345,609	95,600	39,768
	3	49459,406	8,702	525,745	4410,523	82,888	35,783
	4	44392,616	8,114	584,267	3115,676	94,722	34,303
III	1	43363,821	7,041	728,724	3832,571	72,703	31,002
	2	46732,455	7,878	568,160	3968,027	83,996	26,542
	3	48176,714	7,889	714,778	4253,709	99,461	37,754
	4	42872,128	6,128	493,804	3805,821	77,025	34,713

Çizelge 4.8’de görüldüğü üzere kereviz bitkisinin yapraklarında bulunan ortalama kalsiyum içeriği 43628.67-47897.65, ortalama bakır içeriği 6.97-8.68, ortalama demir içeriği 554.46-841.87, ortalama magnezyum içeriği 3439.78-4315.57, ortalama mangan içeriği 84.19-92.20 ve ortalama çinko içeriği 31.57- 35.70 ppm arasında değişmiştir.

Çizelge 4.7 ve 4.8 incelendiğinde görüleceği üzere uygulanan B dozlarındaki artışla beraber kereviz yapraklarında N, P, K, B, Ca, Mg ve Cu konsantrasyonları artış göstermiştir. Fe ve Mn içeriği genel olarak artmakta fakat belirli bir seviyeden sonra azalma göstermekte, Zn içerikleri ise kararsız bir değişim göstermekle beraber genel olarak Zn alımı artış göstermiştir.

4.6. Kereviz Bitkisinin Yumrusunda besin elementlerin Durumu

Etüvde kurutulduktan sonra öğütülmüş olan yumru örnekleri üzerinde yapılan analizlerde makro besin elementlerin ve bazı mikro besin elementlerin miktarları belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.Tekerrürlere göre kereviz bitkisi yumrularının N, P, K ve B kapsamaları

Tekerrür	Uygulama	% N	P (mg/kg)	K (ppm)	B (ppm)
I	1	1.977	6358,493	34952,114	48,840
	2	2,287	6555,728	35799,382	54,396
	3	2,373	6589,424	35989,508	50,912
	4	1,886	5198,426	33657,630	41,601
II	1	2,521	7032,789	33248,902	56,451
	2	2,536	7040,437	35999,163	54,853
	3	2,577	8038,019	39085,886	56,609
	4	2,117	5874,262	33145,566	40,099
III	1	2,531	7014,487	34113,447	55,597
	2	2,772	7616,899	51753,569	58,802
	3	2,779	7806,860	51901,447	44,998
	4	1,977	6202,320	35081,668	43,347

Çizelge 4.9’da görüldüğü üzere kereviz bitkisinin yumrularındaki mevcut ortalama azot içeriği 1.99-2.57, ortalama fosfor içeriği 5758.33-7478.10, ortalama potasyum içeriği 33961.62-42325.61 ve ortalama bor içeriği 41.69-56.02 ppm arasında değişmiştir. Uygulanan bor dozlarının yumrulardaki B düzeyini arttırdığı ve en yüksek B alımının 2. Uygulama dozunda (1 kg da^{-1}) görüldüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Tekerrürlere göre kereviz bitkisi yumrularında bazı mikro besin elementlerin içerikleri

Tekerrür	Uygulama	Ca (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mg (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
I	1	20182,587	20,084	2210,506	4189,962	97,189	44,604
	2	25113,327	26,785	2265,455	4273,310	85,518	37,437
	3	28306,417	28,935	1380,272	4294,496	74,174	37,200
	4	12824,311	17,744	2046,340	3626,725	109,323	39,765
II	1	20385,005	21,056	1545,387	4107,335	82,660	49,713
	2	20745,488	21,936	1319,693	4152,037	77,988	53,523
	3	27877,186	22,712	1242,221	4222,601	70,196	50,040
	4	16307,479	16,844	997,058	3694,655	57,090	35,927
III	1	21978,465	20,653	1109,933	4518,413	77,217	50,148
	2	31566,448	31,554	2332,108	4574,143	106,136	74,143
	3	34142,979	31,633	1815,095	4591,745	58,404	42,348
	4	10578,627	19,529	1629,175	3898,671	71,035	44,948

Çizelge 4.10’da görüldüğü üzere kereviz yumrularında ortalama kalsiyum içeriği 13236.80-30108.86, ortalama bakır içeriği 18.03-27.77, ortalama demir içeriği 1479.19-1972.42, ortalama magnezyum içeriği 3740.02-4369.61, ortalama mangan içeriği 67.59-89.88 ve ortalama çinko içeriği 40.21-55.03 ppm arasında değişmiştir.

Çizelge 4.9 ve 4.10’da görüldüğü gibi B uygulama dozu dozu arttıkça kereviz yumrularında N, P, K, B, Ca, Cu, Mg konsantrasyonları da artmaktadır. Fe, Mn ve Zn içerikleri genel olarak artarken belirli bir seviyeden sonra azalma göstermiştir.

Bor uygulamalarının bitki besin elementlerini alımına ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmış olup, araştırmacıların görüşleri elde ettiğimiz sonuçları destekler niteliktedir. Bu konu üzerinde yapılan bazı çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

Bor ile azot arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir çalışmada; bor uygulamasının nohut buğday ve mercimekte azot içeriğini arttırdığı, 2 ppm bor ilave edildiğinde yer fıstığında azot alımının önemli ölçüde arttığı, bu şartlarda nodül miktarının %37 düzeylerine kadar yükseldiği ve bor uygulamasının nodül oluşumunda önemli katkı sağlandığı belirlenmiştir (Yadav ve Manchanda, 1979; Singh ve Singh, 1983; Patel

ve Golakia, 1986). (Alparslan vd., 1996), uygulanan B miktarının genellikle bitkinin N içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir. (Yadav ve Manchanda, 1979), kireçsiz ve kumlu özellikteki toprak şartlarında yaptıkları denemede 0 ppm'den 6 ppm'e kadar uygulanan bor dozlarının nohut filizlerindeki fosfor konsantrasyonunu %0,75' den %1,60'a kadar yükselttiğini ayrıca bor konsantrasyonunu da 58 ppm'den 416,6 ppm'e kadar arttırdığını, buğday filizlerinde ise fosfor miktarını %1,01'den %1,30'a kadar yükselttiği ve bor konsantrasyonunu 28 ppm'den 29,3 ppm'e kadar arttırdığını bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada ise (Yadav ve Manchanda, 1979), kontrollü sera koşullarında nohut ve buğday bitkilerine bor uygulamasının nohut bitkisinin potasyum konsantrasyonunu % 3,78'den % 7,2'ye kadar yükselttiğini, buğday bitkisinde ise potasyum konsantrasyonunu % 5,50'den % 6,87'ye kadar arttırdığını rapor etmişlerdir. (Singh ve Singh, 1983), yürüttükleri bir çalışmada B uygulaması ile mercimek filizlerindeki K konsantrasyonunun % 3,90'dan % 5,50'ye kadar arttığını belirtirken B ile K arasında sinerjik bir ilişkinin varlığından söz etmişlerdir. Kontrollü sera koşullarında (Hamurcu vd., 2006) makarnalık buğday bitkisine 0, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16 ppm olmak üzere 7 farklı B dozu ile 0, 6, 12, 24 ppm olmak üzere 4 farklı Fe dozu uygulamışlardır. Çalışma sonucunda uygulanan B dozunun artması ile bitkideki B içeriğinin arttığını, Fe konsantrasyonu arttıkça bitkideki Fe içeriğinin belirli bir seviyeye kadar arttığını belirli bir seviyeden sonra azalma gösterdiğini belirtirken uygulanan B içeriğinin bitkinin Fe alımı hususunda bir etki etmediğini buna karşılık uygulanan Fe miktarındaki artışa paralel olarak bitkinin B alımının azaldığını ifade etmişlerdir. (Garate, 1984), B ile Mn arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla su kültüründe domates bitkisiyle yürüttüğü bir çalışmada, yetersiz bor durumunda bitkinin Mn alımının arttığını, B'un fazla olması durumunda da bitki köklerinde Mn nispi hareketinin azaldığını bildirmiştir. El-Gharabbly ve Bussler, 1986) yaptıkları çalışmada pamuk bitkisinde bor konsantrasyonunun artması ile Cu konsantrasyonunda arttığını bildirirken yanı sıra B ile Cu arasındaki ilişkinin sinerjik olduğunu ifade etmişlerdir. (Shaaban vd., 2004), buğdayda yapraktan uygulanan B dozlarındaki artışla birlikte bitkide K, Ca, Zn ve B alımını arttırdığını savunmuşlardır. (Hassain vd., 2001), çeltik bitkisinde topraktan uygulanan B miktarının N, P, Ca, Zn ve B alımını arttırdığını savunmuşlardır.

4.7. Hasat Edilen Turp ve Kereviz Bitkilerinin Verimle İlgili Özellikleri

4.7.1. Turp bitkisinin yumru çapı, yumru boyu, yumru taze ağırlık ve yumru kuru ağırlık değerleri

Hasattan sonra tekniğine uygun olarak turp bitkisinde yumru çapı ile yumru boyunun ölçümleri yapılmış, yumru ağırlıkları tartılarak belirlenmiş daha sonra etüvde 65 °C de 48 saat kurutulduktan sonra tartılan yumrularda kuru ağırlık değerleri alınmış olup elde edilen verilerle istatistiki değerlendirme yapılarak Duncan gruplandırmaları çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Turp bitkisinde yumru çapı, yumru boyu, yumru taze ağırlık ve yumru kuru ağırlık değerleri

Uygulama No	Yumru çapı (mm)	Yumru boyu (cm)	Yumru taze ağırlık (g)	Yumru kuru ağırlık (g)
1	91,66ab	105,55b	422,27b	18,70ab
2	96,11ab	112,23ab	511,54ab	19,27ab
3	97,36a	126,02a	571,29a	24,20a
4	89,53b	104,51b	409,35b	13,68b
Ortalama	93,665	112,077	478,637	18,992

Çalışmada en yüksek verime 571,29 g ile 1,5 kg da⁻¹ B uygulamasında ulaşılmıştır (Çizelge 4.11). Bor konsantrasyonlarındaki artışa bağlı olarak yumru verimi 0,5 kg da⁻¹ B uygulamasında 409,35 g’dan 422,27 g’a, 1 kg da⁻¹ B uygulamasında 511,54 g’a yükselmiştir (Çizelge 4.11).

Artan bor konsantrasyonları yumru kuru ağırlık değerlerini artırarak en yüksek kuru ağırlık değeri 24,20 g ile 1,5 kg da⁻¹ uygulama dozunda belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Kontrol uygulamasında 13,68 g olarak bulunan yumru kuru ağırlık değeri 0,5 kg da⁻¹ B uygulamasında 18,70 g’a, 1 kg da⁻¹ B uygulamasında 19,27 g’a ulaşmıştır (Çizelge 4.11).

Denemede bor dozlarının yumru çapı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek değer 97,36 mm ile 1,5 kg da⁻¹ B uygulamasında olduğu saptanmıştır (Çizelge

4.11). Yumru çapı kontrolde 89,53 mm iken 0,5 kg da⁻¹ B uygulamasında 91,66 mm, bor dozunun 1 kg da⁻¹ e çıkarılmasıyla 96,11 mm olarak belirlenmiştir. Bor konsantrasyonlarındaki artış yumru boyunda artış sağlamıştır (Çizelge 4.11).

Denemede en yüksek yumru boyu değerine 126,02 mm olarak 1,5 kg da⁻¹ B uygulamasında ulaşılmıştır (Çizelge 4.11). Kontrol uygulamasında yumru boyu 104,51 mm ilen 0,5 kg da⁻¹ B uygulamasıyla 105,55 mm ye, 1 kg da⁻¹ bor uygulamasıyla 112,23 mm ye yükselmiştir (Çizelge 4.11).

Yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre yumru verimi üzerine bor dozlarının etkisi istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre 1,5 kg da⁻¹ B dozunda belirlenen yumru çapı (97,36 mm), yumru boyu (126,02 cm), yumru taze ağırlık değeri (571,29 g) ve yumru kuru ağırlık değeri (24,20 g) birinci gruba (a) dahil edilmiştir. Kontrol uygulamasında ise yumru çapı (89,53 mm), yumru boyu (104,51 cm) yumru taze ağırlık (409,35 g) ve yumru kuru ağırlık değeri (13,68 g) ikinci gruba (b) dahil edilmiştir (Çizelge 4.11).

4.7.2. Kereviz bitkisinin yumru çapı, yumru boyu, yumru taze ağırlık ve yumru kuru ağırlık değerleri

Hasattan sonra kereviz bitkisinde yumru çapı ile yumru boyunun ölçümleri yapılmış, yumru ağırlıkları tartılarak belirlenmiş daha sonra etüvde 65 °C de 48 saat kurutulduktan sonra tartılan yumrulara kuru ağırlık değerleri alınmış olup elde edilen verilerle istatistiki değerlendirme yapılarak Duncan gruplandırmaları çizelge 4.12. de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Kereviz bitkisinde yumru çapı, yumru boyu, yumru taze ağırlık ve yumru kuru ağırlık değerleri

Uygulama No	Yumru çapı (mm)	Yumru boyu (cm)	Yumru taze ağırlık (g)	Yumru kuru ağırlık (g)
1	48,97ab	59,03bc	87,49b	13,80ab
2	62,36a	67,42ab	154,54a	27,83a
3	63,25a	72,03a	130,45a	26,05ab
4	44,20b	50,05c	76,63b	13,18b
Ortalama	54,695	62,132	112,277	20,215

Çalışma sonuçlarına göre en yüksek yumru verimi 154, 54 g ile uygulanan 1 kg da⁻¹ B dozunda belirlenmiş olup 1,5 kg da⁻¹ B uygulamasında bu değerin 130,45 grama düştüğü saptanmıştır (Çizelge 4.12). Kontrol uygulamasında 76,63 g olan yumru veriminin 0,5 kg da⁻¹ B uygulamasında 87,49 grama yükseldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Bu durum Bor uygulamasının kerevizde yumru verimine olumlu katkılar sağladığını, kerevizde en yüksek yumru veriminin 1 kg da⁻¹ B dozunda elde edildiğini, 1 kg da⁻¹ B dozundan fazla ölçüde B uygulamasının toksik etkiye yol açarak verimde azalmaya neden olduğunu göstermektedir.

Yumru kuru ağırlık değerleri de yumru taze ağırlık değerleriyle paralellik göstererek en yüksek yumru kuru ağırlık değeri 27,83 g ile 1 kg da⁻¹ B dozunda saptanmış olup 1,5 kg da⁻¹ B uygulamasında bu değer 26,05 grama düşmüştür (Çizelge 4.12). Kontrol uygulamasında 13,18 g olan yumru kuru ağırlık değeri 0,5 kg da⁻¹ B uygulamasında 13,80 g'a yükselmiştir (Çizelge 4.12).

Çalışma sonuçları Bor konsantrasyonlarındaki artışın yumru çapı değerlerini artırdığını göstermektedir. En yüksek yumru çapı değeri 63,25 mm ile 1,5 kg da⁻¹ B uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Kontrol uygulamasında 44,20 mm olan yumru çapı değeri 0,5 kg da⁻¹ B uygulamasıyla 48,97 mm, B dozunun 1 kg da⁻¹ e çıkarılmasıyla 62,36 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Artan bor dozları yumru boyunu olumlu yönde etkilemiştir. Çalışmada en yüksek yumru boyu 72,03 g ile 1,5 kg da⁻¹ B uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 4.12). Kontrol grubunda 50,05 mm olarak tespit edilen yumru boyu değeri 0,5 kg da⁻¹ B uygulamasında 59,03 mm ye 1 kg da⁻¹ B uygulamasında 67,42 mm ye yükselmiştir (Çizelge 4.12).

Denemede bor dozlarının kereviz bitkisinde yumru verimi üzerine etkisi 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre yumru taze ağırlık değerleri için 2. ve 3. Uygulama dozunda elde edilen veriler birinci gruba (a) dahil edilirken, 1. uygulama dozu ve kontrol uygulamasında elde edilen veriler ikinci gruba (b) dahil edilmiştir. Yumru kuru ağırlık değerinde 2. uygulama dozunda elde edilen değerler birinci gruba (a) dahil edilirken 4. uygulama dozunda yani kontrol uygulamasında elde edilen değerler ikinci gruba (b) dahil edilmiştir. Yumru çapında 2. ve 3. uygulama dozunda elde edilen veriler birinci gruba (a) dahil edilerek 4. uygulama dozu yani kontrol uygulamasında elde edilen veriler ikinci gruba (b) dahil edilmiştir. Yumru boyunda ise 3. uygulama dozu verileri birinci gruba (a) dahil

edilmiş olup kontrol uygulaması yani 4. uygulama dozu verileri üçüncü gruba (c) dahil edilmiştir (Çizelge 4.12).

4.8. Turp ve Kereviz Bitkilerinin Bazı Bitki Özellikleri ile İlgili Değerleri

4.8.1. Turp bitkisinin bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, kök uzunluğu, yeşil aksam taze ağırlık ve SÇKM değerleri

Turp bitkilerinde bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, kök uzunluğu ölçümleri yapılmış ve yeşil aksam ağırlıkları tartılıp belirlenerek elde edilen değerlerle istatistiki değerlendirme yapılmış olup Duncan gruplandırmaları çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Turp bitkisinin bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, kök uzunluğu, yeşil aksam taze ağırlık ve SÇKM değerleri

Uygulama No	Bitki boyu (cm)	Gövde çapı (mm)	Yaprak sayısı (adet)	Kök uzunluğu (cm)	Yeşil aksam taze ağırlık (g)	SÇKM (%)
1	45,76b	28,19	10,13	17,45	110,15	5,10a
2	48,20ab	30,35	10,40	18,33	127,40	5,04a
3	50,10a	31,11	11,13	19,71	159,99	5,14a
4	40,67c	27,98	10,20	17,25	109,52	3,90b
Ortalama	46,182	29,907	10,465	18,185	126,765	4,795

Çizelge 4.13’den anlaşılabacağı üzere bitki boyu bor alımına paralel olarak artış göstermiş ve en yüksek değer 50,10 g ile 1,5 kg da⁻¹ B uygulamasında saptanmış olup bu değeri azalan sırayla 48.20 g ile 1 kg da⁻¹ B uygulaması, 45,76 g ile 0,5 kg da⁻¹ B uygulaması ve 40,67 g ile kontrol uygulaması izlemiştir.

SÇKM verileri incelendiğinde en yüksek değer 1,5 kg da⁻¹ B uygulama dozunda %5,14 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13). Kontrol uygulamasında %3.90 olan

SÇKM değeri 0,5 kg da⁻¹ B dozunda %5,10 ve 1 kg da⁻¹ B dozunda %5,04 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Turp bitkisinin bitkisel özelliklerine dair yapılan ölçümler sonucunda istatistiksel değerlendirme yapılmış ve uygulanan bor dozlarının SÇKM ve bitki boyu üzerine etkisi 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Elde edilen veriler ile yapılan Duncan testi sonuçlarında bitki boyu 3. Uygulama dozunda 50,10 cm ile birinci gruba (a) dahil edilirken 1. uygulama dozunda 45,76 cm ile ikinci gruba (b) ve kontrol uygulamasında 40,67 cm ile üçüncü gruba (c) dahil edilmiştir. SÇKM değerleri 1., 2. ve 3. uygulama dozlarında birinci gruba (a) dahil edilmiş olup 4. uygulama dozunda (kontrol grubunda) ise ikinci grupta (b) görülmektedir (Çizelge 4.13).

4.8.2. Kereviz bitkisinin bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yeşil aksam taze ağırlık ve SÇKM değerleri

Kereviz bitkisinin bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, SÇKM ölçümleri yapılmış, yeşil aksam taze ağırlıkları tartılarak elde edilen verilerle istatistiki değerlendirme yapılmış olup Duncan Gruplandırılmaları çizelge 4.14. de verilmiştir.

Çizelge. 4.14. Kereviz bitkisinde bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yeşil aksam taze ağırlık ve SÇKM değerleri

Uygulama No	Bitki boyu (cm)	Gövde çapı (mm)	Yaprak sayısı (adet)	Yeşil aksam taze ağırlık (g)	SÇKM (%)
1	19,75	27,97	18,67	34,98	12,13
2	22,33	34,24	19,40	56,45	14,33
3	21,97	36,95	18,50	63,00	14,77
4	19,27	27,51	18,33	31,40	15,00
Ortalama	20,83	31,667	18,725	46,457	14,057

Kereviz bitkisinin bitkisel özellikleri üzerinde yapılan istatistikler ve Duncan testi değerlendirmelerinde uygulanan B dozlarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamakla birlikte gövde çapı ve yeşil aksam taze ağırlık verileri uygulanan B dozlarındaki artışa paralel olarak artmıştır (Çizelge 4.14).



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışma ile, endüstri ve tarım alanlarında kullanımı oldukça yaygın olan bor elementinin bir mikro besin maddesi olarak tarımda kullanımı araştırılmıştır. Hedef, kalite ve verim bakımından sağlıklı bitki yetiştirmek ise bunun ancak bitkinin ihtiyaç duyduğu bütün bitki besin elementlerinin gerektiği zamanda, gerektiği miktarda ve uygun şartlarda verilmesiyle gerçekleştirileceği bilinmektedir. Bor elementinin bitkiler tarafından noksanlık belirtileri en fazla görülen bu nedenle bitkinin en çok ihtiyaç duyduğu bir mikro besin elementi olduğu bilinen bir gerçektir.

Kereviz ve turp bitkilerinde tarım bor gübrelemesinin verim unsurları ve çeşitli bitki özellikleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla yürütülen bu çalışmada; bor elementinin her iki bitki türünde de yaprak ve yumrulara uygulama dozuna paralel olarak makro besin elementleri olan N, P, K düzeylerini ve mikro besin elementlerinden olan B, Ca, Mg, Cu içeriklerini önemli düzeylerde arttırdığı saptanırken, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonlarının ise fazla düzeylerde verilen B dozuna bağlı olarak toksik etki sonucu azaldığı belirlenmiştir.

Kereviz ve turp bitkileri fazla düzeylerde bor isteyen bitki türleri arasında yer almaktadır. Turp bitkisi yapraklarındaki B kapsamlarının kereviz yapraklarına göre fazla miktarlarda çıkması turp bitkisinin kereviz bitkisine göre daha fazla B kaldırma eğiliminde olduğunu ortaya koymaktadır.

Yürütmüş olduğumuz bu çalışmada; B gereksinimi fazla olan kereviz ve turp bitkilerindeki verim artışı istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli çıkmıştır. Artan bor dozlarıyla birlikte turp bitkisinin toprak üstü aksamalarında yapılan değerlendirmeler neticesinde istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli çıkarken kereviz bitkisinin toprak üstü aksamalarının değerlendirilmesi sonucunda istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bu durum bor gübrelemesinin kerevizde yumru verimi üzerine etkili olurken toprak üstü aksamalarında etkili olmadığını ortaya koymaktadır.

Turp bitkisinde en yüksek verim 1,5 kg da⁻¹ B uygulama dozunda elde edilirken kereviz bitkisinde en yüksek verim 1 kg da⁻¹ B uygulama dozunda elde edilmiştir. Yapılan bu çalışma ile mikro besin elementlerinden biri olan bor elementinin bitki beslemesinde gerekliliği ortaya konmuştur.

Bor elementi bitkilere yarıyışlılık ve toksisite sınırı çok dar olan bir mikro besin elementidir. Bu nedenle gübreleme yapılırken oldukça hassas davranılmalı ve mutlaka toprak analizleri yapılmalıdır. Toprak analizleri sonucunda toprakların bor

kapsamları dikkate alınarak bitkinin ihtiyaç duyduğu düzeylerde borun verilmesi gerekmektedir. Bitkilerin ihtiyaç düzeylerine göre bor uygulandığı takdirde önemli verim artışları sağlanmaktadır.



KAYNAKLAR

- Acarkan, N. (2002). Bor Ürün Çeşitleri ve Kullanım Alanları (s: 1-5). K. Erarslan (Ed.), *1. Uluslar arası Bor Sempozyumu Kitabı*, Kütahya.
- Aggarwal, S.C., Yadav, D.V. (1984). Effect of boron and nitrogen on yield and boron content of wheat. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **31**, 197-200.
- Akçam, O.E., Demiray, H. (2004). Bor Elementinin Sambro No:3 Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Çeşidinin Büyümesi Üzerine Etkileri. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi.* **41(1)**, 181-190.
- Allison, L.E., Moodie, C.D. (1965). Carbonate (1379-1400). In: C.A., Black vd. (Ed), *Methods of Soil Analysis*. Vol. 2, American Society of Agronomy Inc., No: 9, Madison, Wisconsin, USA.
- Alparslan, M., Taban, S., İnal, A., Kütük, A.C., Erdal, İ. (1996). Besin Çözeltilisinde Yetiştirilen Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinde Bor-Azot İlişkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi.* **2 (3)**, 215-219.
- Anonim, (1983). *Malatya İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu*. Genel yayın no: 733, T.C. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Toprak-Su Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, (1988). *Türkiye gübreler ve gübreleme rehberi*. Genel Yayın No: 151, Teknik Yayınlar No: T-59, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous. (2006). <http://www.borax.com/agriculture> (on-line access on 5 Ağustos, 2017).
- Anonymous.(2010).www.soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/sınır.html.(on-line access on 23 Aralık, 2010).
- Apaydın M. (1998). *Konya Altınekin Ovası topraklarında yetiştirilen şeker pancarının verim ve kalitesi üzerine farklı şekil ve miktarlarda uygulanan borun etkisi*. Yüksek Lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Balat, M. (2007). Boron as an Alternate Engine Fuel. *Energy Sources.* **29**, 79-83.
- Bartleta, R.J., Picarelli, C.J. (1973). Availability of boron and phosphorus as affected by liming on acid potato soil. *Soil Sci.* **116**, 77-83.
- Barton, C.J. (1948). Photometric analysis on phosphate rock. *Ind. Anal. Chem.* **20**, 1068-1073.
- Barut, H. (1997). *Çinko eksikliği ve bor toksisitesi gösteren topraklarda gıttja uygulamasının buğdayın büyümesi ve çinko ve bor konsantrasyonları üzerine etkisi*. Yüksek Lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Başalp, A., Öncel, I., Koç, E. (2011). Bor Toksisitesine Toleranslı ve Duyarlı Buğday Fidelerinin Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimlerinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* **15-3**, 135-141.
- Bayındır, F. (2006). *Malatya ilindeki genel arazi kullanımının yükselti kuşaklarına göre değişimi*. Yüksek Lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Bennett, O.L., Mathias, E.L. (1973). Growth and chemical composition of crownvetch as affected by lime, boron, Soil source and temperature regime. *Agron. J.* **65**, 587-593.
- Berger, K.C. (1949). Has complied tables of the boron content and requirements of various Crops. *Avdan, Argon.* **1**, 321.

- Bergmann, W. (1992). *Nutritional Disorders of Plants, Development, Visual and Analytical Diagnosis*. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York, 741p.
- Birnbaum, E.H., Dugger, W.M., Baesley, C.A. (1977). Interaction of Boron with Component of Nucleic Acid Metabolism in Cotton Ovules Cultured in Vitro. *Plant Physiol.* **59**,1034.
- Borax. (2006). <http://www.borates2.html> (on-line access on 8 Haziran, 2016).
- Brown, P.H., Hu, H. (1997). Consequent management in different crops. *Better Crops with Plant Food*. **82 (2)**, 28-31.
- Cakmak, I., Römheld, V. (1997). Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. *Plant Soil Sci.* **193**, 71–83
- Chapman, D., Pratt, F.P. (1961). *Methods of analysis for soils, plants and waters*. Univ. California Division Agric. Sci. 309p.
- Çelik, A. (2007). *Borlu sulama sularının biber (Capsicum annuum L.) bitkisinin verim ve kalitesine etkisi*. Yüksek Lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Dell, B., Huang, L. (1997). Physiological response of plant to low boron (pp: 103-120). *School of Biological And Environmental Sciences*, Murdoch University, Australia.
- Demirbaş, A. (2005). Hydrogen and Boron as recent alternative motor fuels. *Energy sources* **27**, 741-748.
- Demirtaş, A. (2005). Bitkide Bor ve Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **36**, 217-225.
- El-Gharabbly, G.A., Bussler, W. (1986). Critical levels of boron in cotton plants. *Egypt J. Bot.* **26**, 81-90.
- Erarslan, K, Karakoc, F. (2002). Boron Ignition System-1: Hydrogen Engines and Integrated Systems (pp: 149-154). *Proceedings of the 1st International Boron Symposium*, October 3-4, Kütahya.
- Etimaden, (2006). <http://www.etimaden.gov.tr> (Erişim 4 Ağustos, 2017).
- FAO, (1980). *Micronutrients Assessment at the country level*. An International Study FAO soil bulletin 63. Published by FAO, Roma, Italy, 208 p.
- Fleming, G.A. (1980). Applied Soil Trace Elements (pp: 155-176). In: Davies, B.E. (Ed.), *Essential micronutrients: Boron and Molybdenum*. John Wiley, New York.
- Garate, A. (1984). Effect of boron on manganese and other nutrients in fluids of vascular tissues. *An Edafal. Agrobiol.* **43**, 1467-1477.
- Gee, G.W., Bauder, J.W. (1986). Particle Size Analysis (pp: 383-411). In: Klute A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis*, Vol. 9, Am. Soc. Agron, Madison, Wisconsin, USA.
- Goldberg, S. (1997). Reaction of Boron with Soils (pp: 193: 35-48). In: R.W. Bell and B. Rerkasem (Eds), *Plant and oil. Proceedings*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht the Netherlands.
- Gu, B., Lowe, L.E. (1990). Studies on the adsorption of boron on humic acids. *J. Soil Sci.* **70**, 305-311.
- Gupta, U.C. (1979). Boron nutritifion of crops. *Adv. Agron.* **31**, 273-307.
- Gupta, U.C. (1968). Relationship of total and hot-water soluble boron and fixation of added boron, to proparties of Podzol Soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **32**, 45-48.
- .Gupta, U.C., Jame Y.W., Campbell, C.A., Leyshon, A.S., Micholaichuk, W. (1985). Boron toxicity and deficiency. *A Review Can. J. Soil Sci.* **65**, 381-409.

- Gupta, U.C. (1993). Deficiency, sufficiency, and toxicity levels of boron in crops (pp: 137–145). In: Gupta, U.C. (Ed), *Boron and Its Role in Crop Production*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA
- Gülümser, A., Odabaş, M.S., Özturan, Y. (2005). Fasülyede (*Phaseolus vulgaris* L.) yapraktan ve topraktan uygulanan farklı bor dozlarının verim ve verim unsurlarına etkisi. *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi Yayınları*. **18 (2)**, 163-168.
- Güneş, A., Alparslan, M., İnal, A. (2000). *Bitki Besleme ve Gübreleme*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1514, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 467s.
- Güneş, A., Alparslan, M., Özcan, H., Çıkılı, Y. (2000). Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen mısır (*Zea Mays* L.) çeşitlerinin bor toksisitesine duyarlılıkları. *Turk. J. of Agriculture and Forestry* **24**, 277-282.
- Güyağüler, T. (2001). Türkiye bor potansiyeli. (pp: 18-27). *4. Endüstriyel Ham Maddeler Sempozyumu*, Maden Mühendisleri Odası, Ekim 18-19, İzmir.
- Hamurcu, M., Harmankaya, M., Soylu, S., Gökmen, F., Gezgin, S. (2006). Makarnalık buğdayın (*Triticum durum* L.) bazı besin elementleri kapsamına farklı dozlarda bor ve demir uygulamalarının etkisi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, **20 (38)**, 1-8.
- Harite, Ü. (2008). *Pamukta bor toksitesine dayanıklılık*. Yüksek Lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Hassain, M.B., Kumar, T.N., Ahmet, S. (2001). Effect of zinc, boron and molybdenum application on the yield and nutrient uptake by BRRI Dhan 30. *Online Journal of Biological Sciences*. **1 (8)**, 678-700.
- Hatcher, J.T., Wilcox, L.V. (1950). Colorimetric determination of boron using carmine. *Anal. Chem.* **22**, 567-569.
- Huang, L., Bell, R.W., Dell B., Woodard J. (2004). Rapid nitric acid digestion of plant material with an open-vessel microwave system. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* **35**, 427-440.
- IGEME, (2006). *The Turkish Economy: Bor Minerals*. Report of Export Promotion Center of Turkey.
- Jackson, M.L. (1958). *Soil Chemical Analysis*, Prentice-Hall. Inc. Englewood Cliffs, N.J. Newyork, 498p.
- Johnson, D. (1993). *Determination of metals in brines by ICP-AES Varian Analytical Inst.*, ICP-10, July, USA.
- Kacar, B. (1995). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri*. A.Ü. Zir. Fak. Eğ. Arş. Vakfı yay. No:3, Ankara, Türkiye, 705s.
- Kacar, B., Katkat, A.V. (1999). *Bitki Besleme*. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Vipaş Yayınları, Bursa, Türkiye, 595s.
- Kacar, B., Katkat, A.V. (2010). *Bitki Besleme*. Nobel Yayın ve Dağıtım, Ankara, Türkiye, 849s.
- Kacar, B., Katkat, A.V. (2015). *Bitki Besleme*. Nobel Yayın ve Dağıtım, Ankara, Türkiye, 678s.
- Karaman, M.R. (2012). *Bitki Besleme*. Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2, Ankara, Türkiye, 1066s.
- Katerji, N., Van-Hoorn, J.W., Hamdy, A., Mastroilli, M. (1998). Response of tomatoes a crop of indeterminate growth to soil salinity. *Agricultural Water Management*. **38**, 59-68.
- Keren, R., Mezuman, U. (1981). Boron adsorption by clay minerals using a phenomenological equation. *Clays Clay Miner.* **29**, 198-203.

- Keren, R., Bingham, F.T. (1985). *Boron in water, soil and plants*. Advances in soil science, Springer-Verlag, New York, 276p.
- Knudsen, D., Peterson, G.A., Pratt, P.F. (1982). Lithium, sodium and potassium methods of soil analysis (pp: 225-246). *Chemical and Microbiological Properties*. Vol.2, Agronomy Monograph, Wisconsin.
- Kovacs, B., Gyori, Z., Prokisch, J., Loch, J., Daniel, P. (1996). A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **27**, 1177-1198.
- Marschner, H. (1976). Mineral metabolism, short and long distance transport. *Fortschr. Bot.* **38**, 71-80.
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, San Diego, USA, 889 p.
- Mengel, K. (1984). *Bitkinin Beslenmesi ve Metabolizması*. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana, Türkiye, 590 s.
- Mengel, K., Kirkby, E.A. (2001). *Principles of Plant Nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, 635 p..
- Mquarrie, I.G. (1983). Role of the axonal cytoskeleton in the regenerating nervous system (pp: 51-88). In: Seil, F.J. (Ed), *Nerve, Organ and Tissue Regeneration*. Research Perspectives, Academic, New York.
- Murillo-Amador B., Jones, H.G., Kaya, C., Aguilar, R.L., Garcia-Hernveez, J.L., Troyo-Diequez, E., Avila-Serrano, N.Y., Rueda-Puente, E. (2006). Effects of foliar application of calcium nitrate on growth and physiological attributes of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) grown under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*. **58**, 188-196.
- Nable, R.O., Banuelos, G.S., Paull, J.G. (1997). Boron Toxicity Plant and Soil. *Kluwer Academic Publishers*. **198**, 181-198.
- Nyamora, A.M.S., Sah, R.N., Brown, P.H., Miller, R.O. (1997). Boron determination in biological materials by inductively coupled plasma atomic emission and mass spectrometry: effects of sample dissolution methods. *Fresenius J. Anal. Chem.* **357**, 1185-1191.
- Oertli, J.J., Roth, J.A. (1969). Boron nutrition of sugar beet, cotton and soybean. *Agron. J.* **61**, 191-195.
- Olsen, S.R., Dean, L.A. (1965). Methods of soil chemical analysis (pp: 1035-1049). In C.A. Black et.al. (Ed.), *Phosphorus*. Vol. 2, Agronomy 9, Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin.
- Özgül, Ş. (1974). Tuzluluk ve Sodiklik (s: 18-34). *Uluslar arası Sulama ve Drenaj Komisyonu Türk Milli Komitesi, Teknik Rehber*, DSİ Genel Müdürlüğü, 04. 02.02, Ankara.
- Özgür, O.E. (2011). Şeker pancarı üretimi. *Amasya Şeker Fabrikası A.Ş. Genel Müdürlüğü*, Etimesgut, Ankara.
- Palta, Ç., Gezin, S. (2011). Orta Anadolu koşullarında yaygın olarak yetiştirilen melez mısır (*Zea Mays* L.) çeşitlerinin bor toksisitesine duyarlılığı. *Selçuk Üniversitesi, Selçuk Gıda ve Tarım Bilimleri Dergisi*. **25 (3)**, 1-8.
- Parr, A.J., Loughman, B.C. (1983). *Boron and Membrane Function in Plants, in Metals and Micronutrients: Uptake and Utilization by Plants*. Academic Press, Toronto, Kanada, USA, 87p.
- Patel, M.S., Golakia, B.A. (1986). Effect of calcium carbonate and boron application on yield and nutrient uptake by groundnut. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **34**, 815-820.

- Plank, C.O. (1992). *Plant Analysis Reference Procedures For the Southern Region of the United States*. Southern Cooperative Series Bulletin, USA, 368p.
- Prasad, M., Bryne, E. (1975). Boron source and lime effects on the yield of three crops grown in peat. *Agron. J.* **67**: 553-556.
- Prasad, R., Power, F. (1997). *Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture*. CRC Lewis Publishers, Boca Raton, USA, 356 p.
- Purves, D., Mckenzie, E.J. (1974). Phytotoxicity due to municipal compost. *Plant and soil*. **40**, 231-235.
- Reisenauer, H.M., Walsh, L.M., Hoeft, R.G. (1973). Testing Soils for Sulfur, Boron Molybdenum and Chlorine (pp:173-200). In: Walsh, L.M., Beaton, J.D. (Ed.), *Soil Testing and Plant Analysis*. Soil Sci. Soc. of America Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Richards, L.A. (1954). *Diagnosis and improving of saline and alkaline soils*. Salinity Laboratory, USDA agriculture handbook, Govt. Printing Office, Washington, USA, 160 p.
- Romheld, V., Marchner, H. (1991). Micronutrients in Agriculture (pp: 297-328). In: Mortvelt, J.J. (Ed.), *Function of micronutrients in plants*. Vol. 2, SSSA Book Series, Madison, USA.
- Sakal, R. (1987). Boron and sulphur-nutrition of groundnut in calcareous soil (pp: 37-40). *Annual Progress Report of the All India Co-ordinated Scheme of Micro and Secondary Nutrients and Pollutant Elements in Soils and Plants*. (ICAR) Rajendra Agril. Univ., Pusa, Bihar.
- Sakal, R., Singh, A.P. (1995). Boron research and agricultural production (pp: 1-31). In: Tandon, Hs (Ed.), *Micronutrient research Agricultural Production*. Fert Dev. And Cons. Agro., New Delhi, India.
- Scott, H.D., Beasley, S.D., Thompson, L.F. (1975). Effect of lime on boron transport to and uptake by cotton. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **39**, 1116-1121.
- Sezen, Y. (1988). *Suların Genel Özellikleri ve Kalitesi*, Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Sezen, Y. (1991). *Gübreler ve Gübreleme*. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum.
- Shaaban, M.M., El-Fouly, M.M., Abdel-Maguid, A.A. (2004). Zinc-boron relationship in wheat plants grown under low or high levels of calcium carbonate in the soil. *Pakistan J. Biol. Sci.* **7 (4)**, 633-639.
- Shelp, B.J., Shattuck, V.I. (1987). Boron nutrition and mobility and its relation to hallow stem and the elemental composition of greenhouse grown cauliflower. *J. Plant Nutr.* **10 (2)**, 143-162.
- Shelp, B.J. (1987). The composition of phloem exudate and xylem sap from broccoli (Brassica oleracea var. Italica) supplied with NH_4^+ , NO_3^- or NH_4NO_3 . *J. Exp. Bot.* **38**, 1619-1636.
- Shelp, B.J. (1988). Boron mobility and nutrition in broccoli (Brassica oleracea var. italica). *Ann. Bot.* **61**, 83-91.
- Sheng-Bin, H. (2000). *Boron deficiency of crops in Taiwan*. Extension Bulletin. Food and Fertilizer Tecnology Center, An International Information Center for Farmer in the Asia Pasific Region, Taiwan, 486 p.
- Sherrell C.G., Toxopeus M.R.J. (1978). Effect of boron application on yield and boron concentration of lucerne (Medicago sativa L.) grown on yellow-brown pumice soils. *New Zealand Journal of experimental agriculture*. **6**, 145-150.
- Shorrocks, V.M. (1997). The occurrence and correction of boron deficiency. *Kluwer Academic Publisher*. **193**, 121-148.

- Sillanpaa, M. (1982). *Micronutrients and The Nutrient Status of Soil*. A Global Study, FAO Soils Bulletin, No: 48, FAO, Rome, Italy, 444 p.
- Sing, D.V., Chauhan, R.P.S., Charan, R. (1976). Safe and toxic limits of boron for grain in sandy loam and clay loam soils. *Indian J. Agron.* **21**, 309-310.
- Singh, V., Singh, S.P. (1983). Effect of applied boron on the chemical composition of lentil plants. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **31**, 169-170.
- Tanaka, H. (1967). Boron absorbtion by plant roots. *Plant and Soil.* **27**, 300-302.
- Tisdale, S.L., Nelson, W.L. (1983). *Toprak Verimliliği ve Gübreleme*, (Çeviri: N. Güzel), 3. Baskı, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 168, Adana, Türkiye, 900s.
- Tisdale, S.L., Nelson W.L., Beaton, J.D. (1985). *Soil Fertility and Fertilizers*. Macmillan Publishing Company, New York, USA, 754 p.
- Turan, M., Ataoğlu, N., Güneş, A., Öztaş, T., Dursun, A., Ekinci, M., Ketterings, Q.M., Huang, Y.M. (2009). Yield and chemical composition of brussels sprout as affected by boron Management. *Hort sci.* **44 (1)**, 176-182.
- Ulubaş, G. (2009). *Bor gübrelemesinin şeker pancarı (Beta vulgaris L.) ve marul (Lactuca sativa var. Longifolia) bitkilerinin verim özelliklerine etkisi*. Yüksek Lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Uslu, T. (1996). *Usability of Borax Tailingsbin Building Bricks as an Additive*. MSC Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Ülgen N, Yurtsever N. (1995). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi* (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara, Türkiye, 230 s.
- Velioğlu, S., Şimşek, A. (2003). İnsan sağlığı ve beslenme açısından bor. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi.* **4 (2)**, 123-130.
- Volska, J., Bryjak, M., Kabay, N. (2010). Polymeric microspheres with N-methyl-D-glucamine ligands for boron removal from water solution by adsorption-membrane filtration process. *Environmental Geochemistry and Health.* **32**, 349-352.
- Walkley, A. (1947). A critical examination of a rapid method for determing organic carbon in soils: Effect of Variations in Digestion Conditions and Inorganic Soil Constituents. *Soil Sci.* **63**, 251-263.
- Warington, K. (1923). The effect of Boric Acid and Borax on the Broad bean and certain other plants. *Ann Bot.* **37**, 401-466.
- Wolf, B. (1971). The determination of boron soil extracts, plant materials, composts, manure, waterand nutrient solutions. *Soil sci. and Plant Anal.* **2 (5)**, 363-374.
- Wyness A.J., Parkman, R.H., Neal, C. (2003). A summary of boron surface water quality data throughout the European Union. *The Science of the Total Environment.* **314**, 255-269.
- Xu, Y., Jiang, J.Q. (2008). Technologies for boron removal. *Industrial and Engineering Chemistry Research.* **47 (1)**, 16-24.
- Yadav, O.P., Manchanda, H.R. (1979). Boron tolerance studies in gram and wheat grown on a sierozem sandy soil. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **27**, 174-180.
- Yıldıztekin, M., Tuna, A.L. (2015). Farklı ekim sisteminde yetiştirilen yonca (*Medicago sativa* L.) bitkisinin bor alımı yönünden değerlendirilmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi.* **8 (1)**: 29-34.

EKLER

Ek 1. Toprakların pH, EC, Kireç ve Organik Madde İçeriklerinin Sınır Değerleri

Parametreler	Sınır Değerler	Değerlendirme
pH (Richards, 1954)	<4.5	Kuvvetli asit
	4.5-5.5	Orta asit
	5.6-6.5	Hafif asit
	6.6-7.5	Nötr
	7.6-8.5	Hafif alkali
	>8.5	Kuvvetli alkali
EC (Richards, 1954)	<0.15	Tuzsuz
	0.15-0.35	Hafif tuzlu
	0.35-0.65	Orta tuzlu
	>0.65	Çok tuzlu
Kireç (Ülgen ve Yurtsever, 1985)	<1	Çok az kireçli
	1-5	Az kireçli
	5-15	Orta kireçli
	15-25	Fazla kireçli
	>25	Çok fazla kireçli
Organik Madde (Anonim, 1988)	<1	Çok az
	1-2	Az
	2-3	Orta
	3-4	Yüksek
	>4	Çok yüksek

Ek 2. Toprakların besin elementleri analiz sonuçları için sınır değerler

Besin elementi	Sınır değerler	Değerlendirme
N (g/kg) (FAO, 1980)	<0.45	Çok az
	0.45-0.90	Az
	0.90-1.7	Yeterli
	1.7-3.2	Fazla
	>3.2	Çok fazla
P (mg/kg) (FAO, 1980)	<2.5	Çok az
	2.5-8	Az
	8-25	Yeterli
	25-80	Fazla
	>80	Çok fazla
K (Me/100g) (FAO,1980)	<0.13	Çok az
	0.13-0.28	Az
	0.28-0.74	Yeterli
	0.74-2.56	Fazla
	>2.56	Çok fazla
B (mg/kg) (Wolf, 1971)	<0.4	Çok az
	0.4-0.9	Az
	1-2.4	Yeterli
	2.5-4.9	Fazla
	>5	Çok fazla

Ek 3. Kereviz Yapraklarında Besin Elementleri içerikleri için Sınır Değerler (Karaman, 2012)

Element	Noksan	Yeterli	Fazla
N,%	1.40-1.50	1.60-2.00	>2.00
P	0.25-0.29	0.30-0.60	>0.60
K	7.00-8.50	8.60-10.00	>10
Ca	1.80-2.10	2.20-3.50	>3.50
Mg	0.15-0.24	0.25-0.50	>0.50
Fe	20-29	30-100	>100
Zn	20-24	25-100	>100
Mn	5-9	10-100	>100
B	15-24	25-50	>50
Cu	3-4	5-15	>15

Ek 4. Turp Yapraklarında Besin Elementleri içerikleri için Sınır Değerler (Karaman, 2012)

Element	Noksan	Yeterli	Fazla
N,%	2.80-2.99	4.00-6.00	>6.00
P	0.25-0.29	0.30-0.60	>0.70
K	4.00-4.99	5.00-8.00	>8.00
Ca	0.50-0.69	0.70-0.20	>1.20
Mg	0.40-0.59	0.60-1.00	>1.00
Fe	50-59	60-200	>200
Zn	20-24	25-100	>100
Mn	20-29	30-250	>250
B	15-24	25-60	>60
Cu	3-4	5-25	>25







ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Cansu EMİR

Doğum Yeri ve Tarihi: MALATYA / 07.05.1990

Adres: Aşağıbağlar mah. Kanalboyu Cad. Milli sok. Güneykent
Sitesi C Blok Kat:5 Daire:18 Yeşilyurt/Malatya

E-Posta: cansuemir90@hotmail.com

Lisans: Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe
Bitkileri Bölümü / TOKAT