

**PASINLER OVASI BAZI TARIM
TOPRAKLARININ BİTKİYE YARAYIŞLI BOR
DURUMUNUN KİMYASAL VE BİYOLOJİK
YÖNTEMLE BELİRLENMESİ**

Seda DİYARBAKIR

**Yüksek Lisans Tezi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Prof. Dr. Nesrin YILDIZ**

**2011
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PASINLER OVASI BAZI TARIM TOPRAKLARININ BİTKİYE
YARAYIŞLI BOR DURUMUNUN KİMYASAL VE BİYOLOJİK
YÖNTEMLE BELİRLENMESİ**

Seda DİYARBAKIR

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ERZURUM

2011

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**PASINLER OVASI BAZI TARIM TOPRAKLARININ BİTKİ VE
YARAYIŞLI BOR DURUMUNUN KİMYASAL VE BİYOLOJİK
YÖNTEMLE BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Nesrin YILDIZ danışmanlığında, Seda DİYARBAKIR tarafından hazırlanan bu çalışma 13/06/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof.Dr.Mustafa CANBOLAT:.....İmza :

Üye: Prof.Dr.Nesrin YILDIZ..... İmza :

Üye : Prof.Dr.Mustafa TAN..... İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. Ömer AKBULUT
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PASINLER OVASI BAZI TARIM TOPRAKLARININ BİTKİYE YARAYIŞLI BOR DURUMUNUN KİMYASAL VE BİYOLOJİK YÖNTEMLE BELİRLENMESİ

Seda DİYARBAKIR

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nesrin YILDIZ

Bu çalışmanın amacı Pasinler ovasından alınan 11 farklı tarım topraklarının bitkiye yarayışlı Bor (B) durumunun biyolojik ve kimyasal ekstraksiyon yöntemi kullanarak belirlemektir. Bu amaçla, Pasinler Ovasına bağlı 11 köyden alınan yüzey toprak örnekleri kullanılmıştır. Biyolojik ölçütlerin elde edilmesi amacıyla serada saksı denemesinde mısır (*Zea mays L.Var.Akpınar*) bitkisi 8 hafta süreyle ve Çavdar (*S.Cerale Tetraploid*) bitkisi 17 gün süreyle yetiştirilmiştir. Bitkilerin hasat edilmesi sonucu B konsantrasyonu kantitatif olarak kimyasal analiz yöntemleriyle belirlenmiştir. Bitkiye yarayışlı B un Kimyasal ekstraksiyon yönteminde Azometin-H spektrofotometrik ve aynı ekstraktta ICP spektrometrik yöntem tercih edilmiş, ekstraksiyon sonucu elde edilen verilerden, biyolojik ölçütlerle (Mısır ve çavdar bitkisinin B içeriği) korele edilerek deneme topraklarının B yeterlilik durumu irdelenmiştir.

Mısır bitkisi için B alımları yeterlilik düzeyinde gözükmemektedir. Çavdar bitkisinin B içerikleri 8, 9, 10 ve 11 numaralı deneme toprakları hariç diğerlerinde yeterlidir. Deneme topraklarının bitkiye yarayışlı B konsantrasyonu ICP spektrometrik analiz değerlerine göre bütün topraklarda yetersiz, Azometin-H spektrofotometrik yöntemine göre 1, 2, 7 ve 9 numaralı topraklar hariç diğer 7 toprakta yetersiz bulunmuştur.

Sonuç olarak, Pasinler ovasını temsilen seçilen 11 toprak örneğinden Azometin –H spektrofotometrik ve ICP spektrometrik analiz yönteminin her ikisi de biyolojik indeks olan Neubauer fide tekniği ile $p<0.05$ olasılık düzeyinde önemli ilişki vermiştir.

2011, 48 sayfa

Anahtar Kelimeler: Toprak Testleri, Yarayışlı Bor, Mısır, Çavdar, Neubauer fide teknik

ABSTRACT

Master Thesis

THE IDENTIFICATION OF PLANT USEFULNESS OF BORON STATE IN SOME OF THE AGRICULTURAL LAND OF PASINLER PLAIN WITH A METHOD OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL

Seda DİYARBAKIR

Atatürk University
Graduated School of Natural and Applied Soil Science

Suparvisor: Prof. Dr. Nesrin YILDIZ

The purpose of this investigation was to determine plant available boron in Pasinler Plain Soils using chemical extraction and biological method. For this purpose 11 representative soil samples were sampled. A glasshouse experiment was conducted using randomised block design, each test plant replicated three times. Corn (*Zea mays* L.Var.Akpınar) plants were harvested 8 weeks after germination and, rye plants (*S.Cerale Tetraploid*) were harvested 17 day after germination. Boron uptake of the test plants were determined. In order to determine available boron contents of soils, chemical methods (Azometin-H spectrofotometric and ICP spektrometric) were used. Boron content of test plants (corn and rye) were taken as biological indexes.

As a result, the Azometin-H spectrofotometric method indicated that 7 of 11 soil samples (1,2,7 and 9 soil number) did not have enough boron for plants. 11 soil samples had sufficient enough for B content of corn plants. On the other hand , it was obtained that B content of rye plants was enough in 7 out of 11 soil samples based on the Neubauer seedling technique.

As a result, in 11 soil samples representing Pasinler Plain, Azometin-H spectrofotometric and ICP spektrometric method produced the highest correlation ($p<0.05$) with the biological indexes.

Keywords: Soil tests, Available Boron, Corn, Rye, Neubauer Seedling Teqhnique.

2011, 48 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bölümü Bitki Besleme Laboratuvarında yürütülmüştür.

Araştırmanın planlanmasından yürütülmesine ve sonuçlarının değerlendirilmesine kadar her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Nesrin YILDIZ'a ve Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr Mustafa CANBOLAT'a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarımın farklı aşamalarında yardımlarını gördüğüm, Sayın Prof. Dr. Nesrin YILDIZ'a Sayın Arş. Gör. Esra Aksu GÜLER'e, Sayın Arş. Gör. Adem GÜNEŞ'e Laborant Cihan VURAL'a ve Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü elemanlarına teşekkür ederim.

Yardımlarını benden esirgemeyen ailem'e ve Muhammet MOLLAMEHMETOĞLU'na sonsuz sevgilerimi sunarım.

Seda DİYARBAKIR

Haziran 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1.Yetersizlik Belirtileri	1
1.2. Bor Toksisitesi ve Bitkiye Zararlı Etkileri	10
2. KAYNAK ÖZETLERİ	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	22
3.1. Toprak Analizleri	22
3.1.1. Toprak tekstürü.....	22
3.1.2. Toprak reaksiyonu (pH)	22
3.1.3. Kireç tayini (%CaCO ₃)	22
3.1.4. Organik madde miktarı (%).....	23
3.1.5. Katyon değişim kapasitesi (KDK).....	23
3.1.6. Değişebilir katyonlar tayini	23
3.1.7. Fosfor tayini	23
3.1.9. Toplam azot tayini	24
3.2. Biyolojik Yöntemler	24
3.2.1. Serada saksı denemesi	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	26
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	32
5.1. Toprak Analiz Sonuçları	32
5.2. Bitki Analiz Sonuçları	35
5.2.1. Mısır	35
5.2.2. Çavdar bitkisi kullanılarak toprakların B sağlama kapasitelerinin belirlenmesi	38

5.2.3 Bor yarayışlılık indeksini veren yöntemin belirlenmesi.....	40
KAYNAKLAR	43
EKLER.....	46
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

B	Bor
Ca	Kalsiyum
Cu	Bakır
Fe	Demir
K	Potasyum
me/100	100000\10000
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
P	Fosfor
Ph	Asit-Baz Dengesi
ppm	1\1000000
Zn	Çinko
%	100gr ya da 100ml çözücüde çözünen maddenin g veya ml olarak % miktarını ifade eder.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Bazı sebze ve meyvelerde B noksanlık belirtileri.....	9
Şekil 1.2. Ayçiçeği ve bazı bitki yapraklarında B toksisitesi.....	11
Şekil 1.3. Bazı bitki yapraklarında Bor toksisitesi.....	11

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Bazı bitkilere ait B miktarları	7
Çizelge 2.1. Toprak Analizlerine ait bor analiz sonuçları.....	21
Çizelge 2.2. Mısır bitkisi için bor analiz sonuçları	21
Çizelge 2.3. Çavdar bitkisine ait bor analiz sonuçları.....	21
Çizelge 4.1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	27
Çizelge 4.2. Mısır Bitkisi (Saksı Denemesi) besin elementi durumları.....	29
Çizelge 4.3. Saksı denemesi ve Neubauer fide tekniğine göre çavdar bitkisinin besin elementi durumları.....	31
Çizelge 5.1. Toprakta verimlilik analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri	34
Çizelge 5.2. Bitki dokusu besin elementi aralığı.....	37
Çizelge 5.3. Azometin-H yöntemine göre bor yeterlilik sınırı.....	38
Çizelge 5.4. Neubauer fide tekniğine göre toprakların B içerikleri	39
Çizelge 5.5. Biyolojik yöntemler ile kimyasal ekstraksiyon analiz yöntemleri arası korelasyon katsayıları (SPSS 1997).....	40

1. GİRİŞ

Geleneksel (konvansiyonel) ve organik tarımın temel dayanağı gübredir. Gübresiz tarım düşünülemez. Ancak birim gübreden çevreye zarar vermeden en yüksek ürün alınması günümüzde tarımın en önemli sorunlarından biri olmuştur. Son yıllarda gübre uygulamalarının toprak ve yaprak analizlerine dayanılarak yapılması, AB uyum programı çerçevesinde yürürlüğe giren yönetmeliklerle ülkemizde zorunlu hale getirilmiştir. Analiz sonuçlarına dayanılarak gübrelerin uygulanması çevreye verilecek zararı en aza indirebileceği gibi üreticilerin aile bütçesine olduğu kadar ülke bütçesine de olumlu ve önemli katkıda bulunacaktır. Dış alım yoluyla satın alınan gübrelere döviz olarak ödenen para her geçen yıl artmakta ve çok yüksek miktarlara ulaşmaktadır(Kacar ve Kütük 2010).

Bitkilerin besin kaynağı olarak toprak ve atmosfer kabul edilmekle beraber bitkiler, beslenmeleri için gerekli olan besin maddelerinin büyük kısmını topraktan alırlar. Bunun içindir ki, bitkinin gelişme ortamı olarak toprak, bitki besin maddelerince fakir olduğu oranda bitkilerin gelişmesi geriler. Gübrelemeden amaç, toprakta eksikliği tespit edilen bitki besin maddelerini toprağa ilave etmek suretiyle mümkün olduğu kadar yüksek bir bitkisel üretim elde etmektir. Bunu sağlayabilmek için gübrelemenin bilgili ve dengeli olarak yapılması gerekir ki, bu da ancak gübrelenecek toprakların verim güçlerini bilmekle mümkündür. Kültür topraklarının verim güçlerini birinci derecede tayin eden faktör, bu toprakların bitkiler için gerekli besin maddelerini sağlama kapasiteleridir. Ancak, bu kapasite toprağın kendi özellikleri yanı sıra, o toprakta yetiştirilecek bitki çeşidi ile birlikte iklim ve yetiştirme tekniğine bağlıdır. Bunun içindir ki, toprakların besin maddelerini sağlama kapasitelerinin, bütün bu faktörlerin etkisini içine alacak şekilde ölçülmesi gerekmektedir.

Bu gereği en iyi şekilde yerine getirebilmek için, biyolojik ve kimyasal olmak üzere çeşitli yöntemler geliştirilmiş bulunmaktadır. Bunları içerisinde, biyolojik yöntemlerden birisi olan tarla denemeleri en güvenilir yöntem olarak kabul edilmektedir. Tarla denemelerinde çeşitli bölge ve iklim şartlarında uygulanan gübre miktarları ile elde

edilen ürün miktarları arasındaki ilişkiler tespit edilmekte ve gübrelerin mahsul artışına olan etkileri belirtilmektedir. Gübre tavsiyeleri için en güvenilir yöntem olan tarla denemelerinin uygulamada uzun zaman alması ve pahalıya mal olması nedeni ile, daha az masraflı ve daha kısa zamanda gübre tavsiyelerini yapabilme imkanı veren ve bölgeler itibariyle yapılmış tarla denemeleriyle ilişkileri tespit edilmiş olan kimyasal analiz yöntemleri bu amaçla kullanılmaktadır. Diğer bir deyim ile, toprakların laboratuvarlarda kimyasal analizleri yapılarak, toprakta bitkilerin yararlanabileceği bitki besin maddelerinin miktarları tayin edilmekte ve bu miktarlara göre o topraklarda ekilecek bitkiler için gübre tavsiyeleri yapılmaktadır (Güçdemir ve Usul 2004).

Toprak analizlerinin yanı sıra, ekonomik ve dengeli bir gübreleme yapmak için, gübreleme programının kontrolü ve toprağa verilen gübrenin alınabilirliğini belirlemek için bitki analizleri de oldukça önemli hale gelmiştir. Buna göre herhangi bir kültür bitkisinin yaprak, sürgün v.b. gibi kısımları laboratuvarlarda analiz edildiğinde o toprağın hangi bitki besin maddeleri bakımından layıkıyla besleyemediği, önceden tespit edilmiş standartlarla kıyaslama yolu ile kendiliğinden ortaya çıkar. Bitkilerdeki besin maddelerinin kritik sınırları itibariyle yaprak analizlerinin gübre tavsiyelerinde, özellikle meyvecilikte, büyük ölçüde yardımcı olduğu bilinmektedir. Analiz sonucunda, bitki bünyesinde bulunan besin maddesi miktarının kritik seviyenin altında bulunması, muhtemelen bu elementin toprakta noksan olduğunu gösterir. Yüksek veya fazla olması ise diğer elementlerin alımını azaltacağından, ürün artışını sağlamayacaktır. Gübreleme gereksiz ve masraftır.

Gübre önerilerine toprak analizlerinin mi, yoksa bitki analizlerinin mi daha iyi bir temel oluşturduğuna ilişkin çok uzun süreli bir anlaşmazlık vardır. Her iki yöntemin kalibrasyonunda benzer bir temele dayanır. Yani bitki veya topraktaki besin düzeyleri ve bu besin düzeylerine karşılık gelen büyüme ve ürün tepki eğrileri ilişkileri, değişik düzeylerde gübre kullanarak, genellikle saksı veya tarla denemeleri aracılığı ile elde edilir. Birbirleri ile karşılaştırınca, her iki yöntemin de kusurlu ve üstün yönleri olduğu gibi, elde edilen sonuçların nitelikleri de farklıdır(Schlichting 1976). Kimyasal toprak analizleri(çabuk toprak testleri), kök büyüme ve aktivitesi için uygun koşullar altında, köklerce alınabilecek durumdaki besinlerin potansiyel elverişliliğini gösterir(Böl.

13.14). Kesin anlamda bitki analizleri, sadece bitkinin gerçek beslenme durumunu yansıtır. Dolayısıyla ilkesel olarak, gübreleme önerilerine temel oluşturma açısından, tek başına bir yöntemle göre, iki yöntemin birlikte kullanılması, daha yararlıdır. Ancak gübre önerileri yapmak açısından, her yöntemin göreceli önem dereceleri, bitki çeşitleri, toprak özellikleri ve mineral besin elementine bağlı olarak değişir(Marschner 1995).

Topraklarda besin elementi elverişliliğini belirlenmesinin en doğrudan yolu, tarla parsellerinde gübreleme denemeleri aracılığıyla, bitkilerin büyüme tepkilerini ölçmektir. Ancak bu yol zaman alıcı olduğu kadar, bir yörede elde edilen sonuçlar, bir başka yöreye de kolayca uygulanamazlar. Öte yandan toprak analizleri(toprak testleri) topraklarda gübreleme önerilerine temel oluşturan besin elementleri elverişliliğini belirleme yolu olarak nispeten çabuk ve ucuz yöntemlerdir. Genel olarak bitki yetiştiriciliğinde ve özel olarak da sebzecilikte toprak testleri, uzun yıllardan beri sınırlı bir başarı ile uygulanmaktadır. Bu yöntemin başarısı, toprak test sonuçlarının tarla gübre denemeleri ile kalibre edilmiş olup olmaması ve analiz sonuçlarının yorumu ile çok yakından ilgilidir. Çoğu zaman toprak testlerinden beklentiler, toprak analizlerinin yetenek ve yeterliliğinin çok üstüne çıkmaktadır. Bu bölümde, söz konusu uyumsuzluklar, fosfor ve potasyum özelinde ayrıntılı olarak tartışılıp irdelenecektir.

Toprak testi tekniği, çok geniş bir aralıkta değişen geleneksel ekstraksiyon yöntemlerini, örneğin farklı formlardaki seyreltik asit, tuz ve kompleks oluşturuç çözeltiler gibi, kullanır.Çoğu zaman aynı bitki besin elementinin elverişliliğini toprak testi ile belirlemede birçok yöntem eş düzeyde uygun düşebilmektedir(Vetter *et al.*1978). Örneğin P elverişliliğini belirlemede su ekstraksiyonu, farklı miktarlarda P ekstrakte edilmesine karşın, seyreltik asit çözeltileri ekstraksiyonu düzeyinde uygun düşebilmektedir(Schachtschabel and Beyme 1980). Ancak tek başına kimyasal toprak analizleri temeline göre bitkinin gübreye tepkisini ölçmek ya da tahmin etmek, değişik nedenlerden ötürü iyi sonuç vermemektedir. Bu nedenler şu şekilde özetlenebilir:

1. Kimyasal toprak analiz sonuçları sadece toprağın bitkiye besin elementi sağlama kapasitesi ya da potansiyelini gösterir.

2. Hâlbuki besin elementinin topraktaki hareketliliğini yeterince karakterize etmez.

3. Toprak test sonuçları, tarla koşullarında bitkinin besin elementi alımında belirleyici rol oynayan bitki kök büyümesi ve bitki kökü tarafından rizosferde yaratılan değişimler gibi bitki etkenleri konusunda hiçbir bilgi vermez(Yıldız 2008).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, dünya ve Türkiye topraklarında mikro besin elementleriyle ilgili yaygın beslenme problemlerinin olduğu ortaya konulmuştur (Eyüpoğlu vd 1995). Toprak genelde bitkiler için eser elementlerin birincil kaynağıdır. Bitkiler için mutlak gerekli olan besin elementlerinden birisi olan B'a tepkiler bakımından bitkiler arasında büyük farklılıklar vardır. Bitkilerde noksanlık veya toksisiteye neden olan toprak B seviyeleri arasındaki fark çok azdır. Bu nedenle mikro besin elementleri (Zn, Fe, Mn,Cu, B, Mo, Cl) arasında B noksanlığı ve toksisitesi belirtileri bitkilerde en yaygın olarak görülenlerin başında gelmektedir (Gezgin vd 2005).

Bor (B) : Bor, birçok bitkide bulunan ve insan beslenmesinde önemli bir eser element olarak düşünülmektedir ayrıca metabolizma için oldukça gereklidir. Bor muhtemelen borik asit formunda alınmaktadır. Özellikle 6,3 ve 6,5 arasındaki pH da yararışlılığı en yüksektir. Bor Bitki gelişmesi için mutlak gerekli element olduğunun belirlendiği 1923 yılından günümüze değin borun bitkilerdeki fizyolojik ve biyokimyasal işlevleri üzerinde pek çok araştırma yapılmıştır. Ancak açıklığa kavuşturulamamış pek çok nokta bulunması nedeniyle konu üzerindeki çalışmalar günümüzde de yoğun şekilde sürmektedir. Bitkilerdeki metabolik ve fizyolojik işlevlerine ilişkin bilgiler bor noksanlığında ve uygulaması durumunda bitkilerdeki değişimlere bakılarak belirlenmeye çalışılmaktadır. Bor bitkilerde:

Şekerlerin taşınmasında,

Hücre duvarı sentezinde,

Lignifikasyon olgusunda,

Hücre duvarı yapısının oluşumunda,

Karbonhidrat metabolizmasında,

RNA metabolizmasında,

Solunumda,

İAA (indolasetik asit) metabolizmasında,

Fenol metabolizmasında,

Biyolojik membranların yapısal ve fonksiyonel özellikleri üzerinde önemli ve belirgin işlevlere sahiptir (Kacar ve Katkat 1998).

Bor, hücre duvarı komponentleri ile tepkimeye girerek polihidroksil bileşikleri oluşturmak suretiyle hücre zarının ince yapıda olmasında ve güçlü bir şekilde sentezlenmesinde rol oynar. Yeterli düzeyde bor içermeyen bitkilerin hücre duvarlarında belirgin şekil bozuklukları ortaya çıkar.

Meristematik dokuların gelişmesinde, polen tüplerinin büyümesinde, polenlerin gelişme ve çimlenmelerinde bor önemli etkinliğe sahiptir. Bor bu nedenle vejetatif gelişmeye göre generatif gelişmede daha büyük önem taşımaktadır. Bor eksikliğinde bitkilerin kök uzamalarında gerileme ya da durma ve köklerin çalılışmış bir görünüm alma durumu gözlenmektedir. Çünkü kök uzaması hücre duvarı sentezi ve hücre bölünmesi ile doğrudan ilişkilidir.

.
Gezgin ve Hamurcu (2001) Bu araştırma Konya Ovası Altınekin yöresinde şekerpancarının verim ve kalitesi üzerine farklı şekil ve miktarlarda uygulanan borun etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada üç farklı bor dozu (kontrol, 0,3 kg B/da ve 0,6 kg/da) boraks formunda ve beş farklı şekilde “toprak, yaprak, tohum, toprak+yaprak, tohum+yaprak” uygulanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, dekar’a 0,3 kg bor “toprak+yaprak”, “toprak” ve “yaprak” şekillerinde uygulanmasıyla sırası ile kök verimi %12,5, %12,1, %11,1 ve arıtılmış şeker verimi %8,7, %18,3, %3,5 oranlarında artmıştır. Bu artışlar, aynı şekillerde 0,6 kg/da bor uygulanmasıyla daha düşük düzeylerde olmuştur. Bunun yanında 0,3 ve 0,6 kg/da borun “tohum” ve “tohum+yaprak” şeklinde uygulanmasıyla kök verimi %17,8, %12,5 ve %23,7, %0,35; arıtılmış şeker verimi ise %31,0, %20,1 ve %37,5, %14,7

oranlarında azalmıştır. Kökteki şeker oranı ve arıtılmış şeker oranı, borun uygulama şekli ve miktarına bağlı olarak değişmekle birlikte bor uygulamasıyla kontrole göre daha düşüktür.

Sonuç olarak, en yüksek verim ve kalite 0,3 kg B/da dozunda borun boraks formunda ekim öncesinde toprağa uygulanmasıyla elde edilmiştir.

1.1.Yetersizlik Belirtileri

Bor yaprak içerisinde oldukça hareketli olmasına karşılık, saplarda floem'e doğru geriye taşınılabirliği söz konusu değildir. Bunun için noksanlık belirtileri öncelikle genç yapraklarda görülür. Sürgün gelişmesi gecikir veya anormaldir, kök ve gövdede çürüme kararma ve ölümler görülür. Gövde ve saplar kırılmalıdır. Genç yapraklar kalın ve kıvrıktır. Çiçek ve meyve oluşumu sınırlanmakta veya durmaktadır. Sebze ve meyvelerde çürümeler tipik bor noksanlığı belirtileridir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde taban suyu seviyesinin yüksek bor (0.8ppm) içerikleri nedeniyle problem olabilmektedir. Besin solüsyonu bor seviyesinin maksimum 0.44 ppm i geçmemesi gerekmektedir. Bitkilerde en fazla fonksiyonu üstlenen elementlerden biri olup, bunlardan bazıları çiçeklenme, polen gelişimi, meyvelenme, hücre bölünmesi, su ilişkisi, hormon hareketliliği, hücre duvarı oluşumu, membran sağlamlığı, kalsiyum alımı, ve şekerlerin hareketi gibi bir çok işlevlere sahiptir. Bitki bünyesinde element hareketsizdir ve genç sürgün ve yapraklarda ilk belirtiler görülür. Bor eksikliği durumunda bitkiler uç göz çürüklüğüne neden olarak kalın, kıvrık kırılğan rozetleşmeye de neden olmaktadır. Ayrıca meyvelerde, yumruda ve köklerde kahverengi, renksiz görüntüler ve çatlamlar görülebilir (Yıldız 2008).

Çizelge 1.1. Bazı bitkilere ait B miktarları

Bitki	B
Tarla bitkileri	(ppm)
Yonca/üçgül	25–80
Kanola	15–20
Mısır	2–20
Buğdaygiller	10–20
Hububat	3–20
Soya fasulyesi	20–60
Şeker pancarı	30–60
Ayçiçeği	25–40
Tütün	20–40
Buğday	6–10
Sebzeler	
Kuşkonmaz	25–75
Fasulye	10–70
Brüksel lahanası	70–100
Kereviz	25–50
Salatalık	25–80
Yumru bitkileri	25–50
Yapraklı bitkiler	25–50
Kavun	25–75
Bezelye	15–45
Biber	30–75
Patates	25–60



(a)



(b)



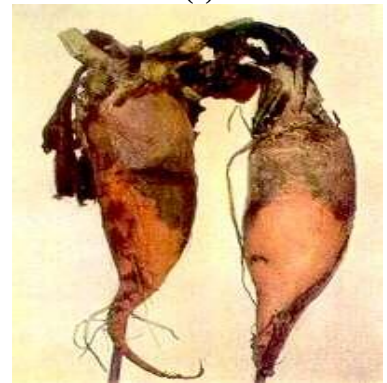
(c)



(ç)



(d)



(e)



(f)

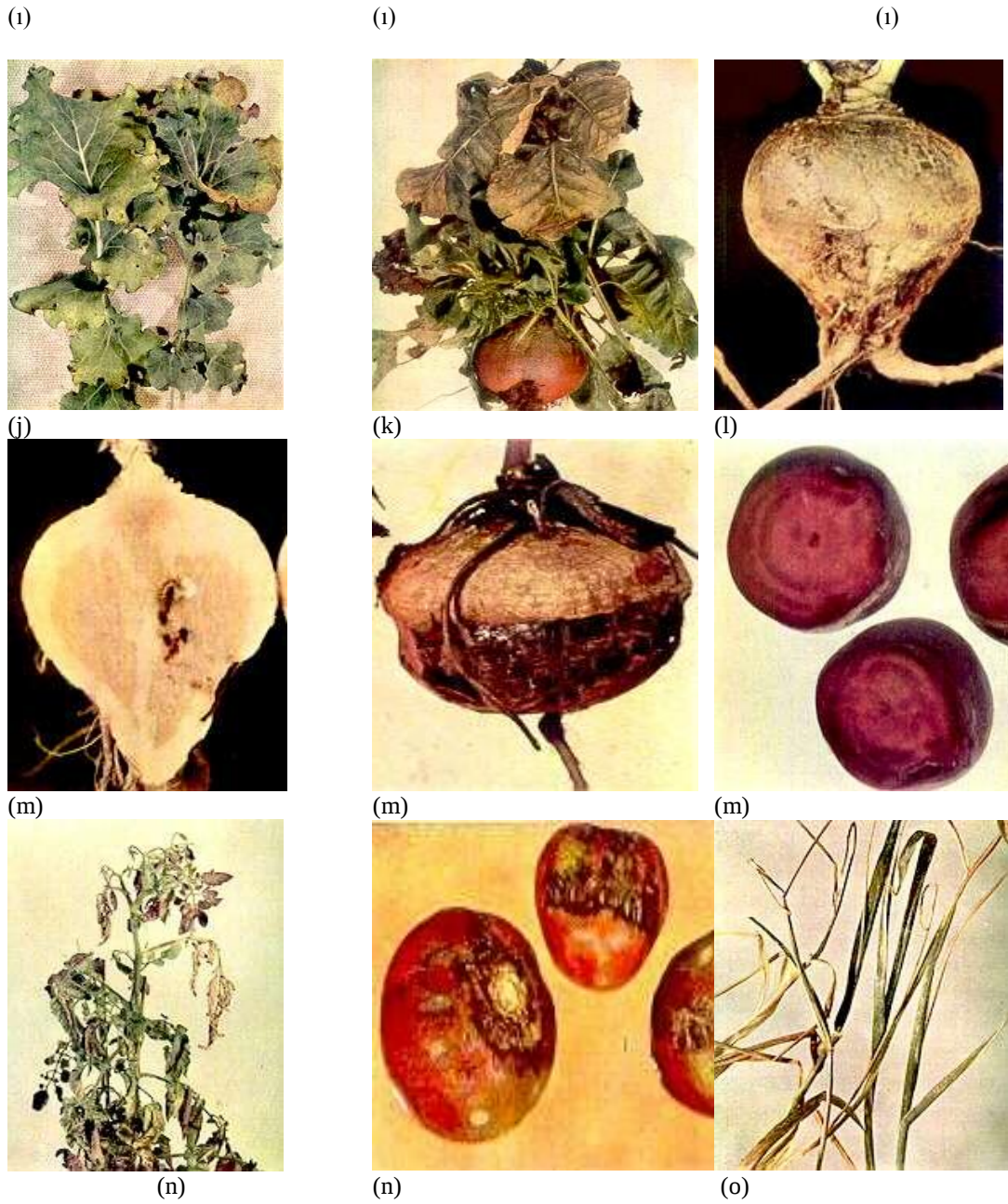


(g)



(h)





Şekil 1.1. Bazı sebze ve meyvelerde B noksanlık belirtileri

(a) Fasulyede B noksanlığı, (b) Havuçta B noksanlığı, (c) Karnabaharda B noksanlığı, (ç) Karnabaharda B noksanlığı, (d) Karnabaharda B noksanlığı, (e) Hayvan pancarında B noksanlığı, (f) Kereviz sapında B noksanlığı, (g) Üçgülde B noksanlığı, (h) Ketende B noksanlığı, (i) Lahanada B noksanlığı, (j) Lahanada B noksanlığı, (k) Armutta B noksanlığı, (l) İsveç şalgamında B noksanlığı, (m) Şalgamda B noksanlığı, (n) Domateste B noksanlığı, (o) Arpada B noksanlığı.

1.2. Bor Toksisitesi ve Bitkiye Zararlı Etkileri

Ilıman iklim kuşaklarındaki bitkilerde bor toksisitesi ender görülmektedir ve bu genelde yüksek miktarda bor gübresi kullanımından ileri gelmektedir. Bor toksisitesi kurak ve yarı kurak bölgelerde büyük öneme sahiptir. Buralarda doğal olarak tuz akümülyasyonu veya yüksek miktarda sulama sularının kullanılması ile toprağın bor bakımından zenginleşmesine yol açılmaktadır.

Bunların dışında topraklarda bor birikmesi atık suların ve arıtma çamurlarının kullanılmasından ileri gelmektedir. Atık sularda ve arıtma çamurlarındaki borun temel kaynağı evlerde kullanılan deterjanların içerdikleri beyazlatıcı madde olan %10-25 perborattır. Atık sular içinde bulunan bor bileşikleri yüksek çözünürlükleri nedeniyle atık suların arıtılması sırasında tutulamazlar ve büyük kısmı sulara karışırlar. Borla kirlenmemiş yüzey suları 0,05-0,1 mgB/L içermeleri yanında borla zenginleşmiş sulama sularında 0,6 mgB/L'ye kadar ölçüm yapılmıştır. Bu konsantrasyonda suda yetişen duyarlı bitkilerde bor toksisitesi beklenebilir (Schobel 1993).

Bor toksisitesine en duyarlı bitkilerin başında asma, incir ve fasulye gelir. Orta derecede duyarlı bitkiler arpa, bezelye, mısır, patates, yonca ve domates bitkileridir. Şalgam, şeker pancarı ve pamuk bor toksisitesine en dayanıklı bitkiler arasındadır (Kacar ve Katkat 1998).

Bor fazlalığında yaşlı yapraklarda yaprak uçları sararır ve nekrozlar oluşur. Daha sonra belirtiler yaprak kenarlarına ve orta damara doğru yayılır. Yapraklar yanık bir görünüm alır ve erken dökülür (Kacar ve Katkat 1998).



Bor fazlalığı



Ayçiçeğinde bor toksitesi

Şekil 1.2. Ayçiçeği ve bazı bitki yapraklarında B toksisitesi



Şekil 1.3. Bazı bitki yapraklarında Bor toksisitesi

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tarım topraklarında bitkiye elverişli B miktarları çok değişken ve birçok faktörün etkisi altında bulunmaktadır. Bitkiye elverişli B miktarı; ana materyal, toprakların tekstürü, sulu demir ve alüminyum oksitlerin miktarı, pH'sı, elektriksel iletkenliği(tuzluluk), organik madde içeriği, değişebilir katyonların cins ve miktarları, toprak nemi, sıcaklık, element etkileşimleri (antagonizm-sinergizm), sulama suyu kalitesi ve kireç içeriği gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Kacar ve Katkat).

Korkmaz ve Şendemirci (2007) sera koşullarında yürütülen araştırmada, farklı derecelerde asit reaksiyon gösteren topraklarda yayışlı bor kapsamlarına ve yetiştirilen ayçiçeği bitkisinde bor noksanlığının şiddetine kireçlemenin etkileri araştırılmıştır. Araştırmada 9'u Ordu-Ünye'den, 4'ü Samsun-Terme'den, 3'ü Samsun-Salıpazarı'ndan, 1'i Ordu - Gülyalı'dan, 2'si Rize-Çayeli ve Merkez'den, 1'i Trabzon – Akçaabat'tan olmak üzere 0-20 cm derinlikten alınan asit topraklar kullanılmıştır. Asit topraklara kireç, ihtiyaçları kadar uygulanmış ve 3 ay inkübasyona bırakılmıştır. Kireçlenmiş ve kireçlenmemiş topraklarda tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülen denemelerde Colwell metodu uygulanmıştır. Farklı derecelerde asit reaksiyon gösteren 20 toprağın 18'inde yetiştirilen ayçiçeği bitkisinde bor noksanlık simptomları oluşmuş ve bu bitkilerde değişik derecelerde bor noksanlıkları tespit edilmiştir. Kireçlemenin sonucu olarak, asit reaksiyonlu toprakların tümünde, yetiştirilen bitkilerde bor noksanlık belirtileri oluşmuş ve ihtiyaçları kadar uygulanan kireç, asit toprakların büyük bir kısmında yetiştirilen bitkilerde bor noksanlık simptomlarının ortaya çıkışını hızlandırmıştır. Bor noksanlığı gösteren 18 asit toprakta sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamları 0,13 ppm (Rize-Merkez) ile 1.07 ppm (Ordu-Ünye-Dizdar) arasında bir değişim göstermiştir. Bor noksanlığı göstermeyen Samsun-Terme-Y.Köybucak ve Samsun-Salıpazarı-Tepealtı'ndan alınan asit topraklarda yayışlı bor kapsamları sırasıyla 2,35 ve 1,82 ppm olarak bulunmuştur. Asit toprakların büyük bir kısmında, yayışlı bor kapsamları kireçleme ile önemli derecede azalmıştır. Kireçleme yapılan ve bor noksanlığı simptomları görülen 20 toprakta sıcak suda eriyebilir bor kapsamları 0,06 ppm (Rize-Merkez) ile 1,75 ppm

(Samsun-Terme-Y.Köybucak) arasında değişmiştir. Toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamları arttıkça, yetiştirilen ayçiçeği bitkisinde bor noksanlığının daha da geç ortaya çıktığı görülmüştür. Bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen ayçiçeği bitkilerinin Ca/B oranı arttıkça bor noksanlığı belirtilerinin daha erken ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Bitkiler için yararlı olan B, toprak çözeltisinde çözünebilen B'dur. Bu miktar, toplam toprak B'unun %10'u değerindedir. Topraklarda bitkiye elverişli B 3-5 mg/kg'dan daha fazla bulunursa dayanıklı bitkilerde bile toksisite belirtileri ortaya çıkmaktadır (Gezgin vd 2005). B'un silikatlardan toprak çözeltisine doğrudan geçen baskın türü Borik asit $[B(OH)_3]$ tir. $[B(OH)_3]$ çok zayıf mono bazik asittir. Hidroksil (OH^-) iyonu alarak Borat anyonu $[B(OH)_4^-]$ oluşturmaktadır (Güneş vd 2000).

Hamurcu vd (2008)'den aktarıldığına göre, Orta Güney Anadolu bölgesi tarım topraklarından 2000-2003 yıllarında alınan 1154 adet toprak örneğinin analiz sonuçlarına göre bölge topraklarının bitkiye elverişli bor miktarı $0.01 \text{ mg B kg}^{-1}$ ile $63.9 \text{ mg B kg}^{-1}$ arasında değişmektedir. İllere göre toprakların bor kapsamlarında önemli düzeylerde farklılıklar olması muhtemelen bölgenin yağış, sulama durumu ve sulama suyunun bor miktarı ve arazinin drenaj durumu, bundan daha da önemlisi toprakların bor kapsamı ile diğer bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilerden kaynaklanmaktadır.

Sillanpaa (1982), 30 farklı ülkede yaptığı incelemeler sonucunda bitkilerde B noksanlığının daha çok Hindistan, Kore, Nepal, Filipinler ve Tayland gibi uzak doğu ülkeleriyle, Malavi, Nijerya, Sierleyon ve Zambiya gibi Afrika ülkelerinde, toksikliğin ise daha çok Irak, Meksika, Pakistan ve Türkiye gibi Ülkelerde görülebileceğinin belirtmiştir.

Güneş vd (1999) yapmış oldukları çalışmada Beypazarı yöresinde havuç yetiştirilen toprakların yarayışlı B kapsamlarının $1,12-10,9 \text{ ppm}$ arasında değiştiği, toprakların %26 sında yeterli, %46 sında fazla ve %28 inde çok fazla bulunduğunu belirlemiştir.

Taban vd (1997), Orta Anadoluda çeltik tarımı yapılan toprakların bitkiye yarayışlı B içeriklerinin 1,36-6,25 ppm arasında değişerek, ortalama 2,73 ppm değer gösterdiğini, toprakların %40' ında yeterli, %55'inde fazla ve %5'inde çok fazla B bulunduğunu belirlemişlerdir.

Akdeniz bölgesi sera topraklarının verimlilik durumunu belirleyen Alparslan vd (2000) sera topraklarının yarayışlı B kapsamlarının 0,1-7 ppm arasında değiştiğini, toprakların %90 nında az ve çok az, %7 sinde yeterli, %3 ünde fazla ve çok fazla B bulunduğunu belirlemişlerdir.

Bor toprakta 5-50 kg/dekar arasında bulunur. Ancak bunun, sıcak suda eriyen ve bitki tarafından kullanılabilir kısmı 0,1-1,25 kg/dekar arasındadır (Günay 1997).

Yıldız ve Güler (2010) Erzurum ovası tarım topraklarının bitkiye yarayışlı Bor (B) durumunu, biyolojik ölçütlerle yüksek korelasyon veren kimyasal ekstraksiyon yöntemlerini kullanarak belirlemişlerdir. Bu amaçla, Erzurum Ovasına bağlı altı köyden alınan 22 farklı yüzey toprak örneği kullanılmıştır. Biyolojik ölçütlerin elde edilmesi amacıyla serada saksı denemesinde mısır (*Zea mays L.Var.Karadeniz Yıldızı*) bitkisi 8 hafta süreyle ve Çavdar (*S.Cerale Tetraploid*) bitkisi 17 gün süreyle yetiştirilmiştir. Bitkilerin hasat edilmesi sonucu B konsantrasyonu kantitatif olarak kimyasal analiz yöntemleriyle belirlenmiştir. Bitkiye yarayışlı B un Kimyasal ekstraksiyon yöntemleri olarak;1 M NH₄-Asetat, 0.01 M CaCl₂ (Azometin-H), Sıcak destile su ve 0.1 M KCl olmak üzere 4 farklı ekstraksiyon çözeltisi (ekstraktan) tercih edilmiş, bu çözücülerle ekstraksiyon sonucu elde edilen verilerden, biyolojik ölçütlerle (Mısır ve çavdar bitkisinin kuru madde miktarı ve B alımı) yüksek korelasyon verenler uygun yöntemler olarak seçmişlerdir. Sonuç olarak, Erzurum ovasını temsilen seçilen 22 adet toprak örneğinden; 17 toprak örneğinde NH₄-Asetat yöntemi, 14 toprak örneğinde CaCl₂ (Azometin-H) yöntemi, 14 toprak örneğinde Sıcak destile su yöntemi (Karmin) ve 11 toprak örneğinde KCl yöntemi, biyolojik yöntemlerle yüksek ilişki vermiştir. Erzurum ovası tarım toprakları için bitki Bor içeriği dikkate alınınca, 22 toprakta yetiştirilen mısır bitkisinin 9 unda Bor içeriği yeterlidir. Neubauer fide

teknikğine göre, 22 topraktan 6 tanesinde bor yeterli bulunmuştur. Azometin-H yöntemine göre 22 topraktan sadece 3 ünde bitkiye yararışlı bor yeterli düzeyde olduğu sonucuna varmışlardır.

Konya - Selçuk Üniversitesi (SÜ) Ziraat Fakültesi'ndeki 2 öğretim üyesi tarafından yapılan araştırmada, ülke genelinde 3 milyon hektar toprağın çoraklaşması ve hububat veriminin azalmasına yol açan bor toksikesinin, "cipso fila" adlı bitkiyle önlenebileceği bildirildi. SÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Mehmet Babaoğlu, A.A muhabirine yaptığı açıklamada, başkanlığını Prof. Dr. Sait Gezgin'in yürüttüğü "Madenlerin Tarımsal Boyutu" adı altındaki projeleri kapsamında, bor madeninin tarıma etkisi yönünde bir çalışma yaptıklarını bildirdi. Konya, Kayseri, Karaman, Nevşehir, Aksaray, Niğde ve Afyon'daki tarım alanlarının tamamına yakınından toprak örneklerini aldıklarını belirten Babaoğlu, yaptıkları analizler sonucu toprakların yüzde 27'sinde bor noksanlığı, yüzde 20'sinde ise bor fazlalığı tespit ettiklerini açıkladı. Doç.Dr. Babaoğlu, ülke genelinde yapılan araştırmalarda ise yaklaşık 3 milyon hektar tarım arazisinde bor fazlalığı görüldüğüne değinerek şunları anlattı: "Topraktaki bor madeninin fazlalığı, bitkide toksik etki yapar. Bor noksanlığı olan yerlere bu madeni içeren gübreler atılarak çare bulunabilir. Ancak, fazla olan yerlerde bir proje geliştirilemediği için verim oldukça düştü ve hatta toprak çoraklaştı.

Bu nedenle, bor toksikesinin görüldüğü 3 milyon hektar tarım alanından dekar başına en fazla 130 kilogram hububat alınabildi." Gelecek Cipso Fila'da Doç.Dr.Mehmet Babaoğlu, bu konuda araştırma yaparken Eskişehir ve çevresinde yetişen bir bitki ile karşılaştıklarını ve şaşkına döndüklerini vurgulayarak, şunları söyledi: "Cipso Fila (Gypsophila Shraerocephala) denilen bu bitkinin yetiştiği toprakta inanılmaz boyutta bor madeni vardı. Bu kadar borun bulunduğu bir yerde bitkinin yetişmesi bizi şaşırttı. İncelediğimizde ise daha çarpıcı bir olayla karşılaştık. Cipso Fila, normal bir bitkiye oranla bin kat daha fazla bor emiyor ve bünyesinde tutuyor. Yani bor toksikesi olan bir tarlayı bir yıl içinde verimli hale getirebiliyor." Bu bitkiyi üniversitelerine getirerek, çoğaltma çalışmalarına başladıklarını ifade eden Babaoğlu, elde edilen tohumları Türk tarımının hizmetine sunacaklarını bildirdi. Mehmet Babaoğlu, ülkemizde bor madeninin

toksik etki yapması nedeniyle istenen verimin alınamadığı 3 milyon hektarda bu bitkinin ekilmesini sağlayacaklarını belirterek, sözlerine şöyle devam etti: "Çiftçiye gidip, nadasa bırakılan bir yıl bu bitkiyi ektireceğiz. Sonraki yıllarda bor madeni normal düzeye geldiğinden verim dekar başına en az 50 kilogram artacak. Ülke genelinde değerlendirildiğinde, bu bitki sayesinde hububat verimi yıllık 1,5 milyon ton artacak. Türkiye'nin tarım ambarı Konya'da yıllık 2 milyon tona yakın hububat üretimi gerçekleştiği düşünüldüğünde, elde edilecek artı gelirin önemi daha iyi anlaşılır. Böylelikle hem çiftçi hem de ülke ekonomisi kazanacak."

Vuran ve Demir (2004) yapmış oldukları Aydın yöresi toprak örneklerinde bazı bor türlerinin (spesiasyonun) araştırılmasında; Günümüzde toksik kirleticilerin gittikçe artmasıyla bunların doğaya ve çevreye verdikleri zararlar da artmaktadır. Bu kirleticilerin çevre ve insan sağlığı açısından zararsız hale getirilmesi için kirleticinin kimyasal yapısının ve miktarlarının bilinmesi ve buna göre de değişik yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Son yıllarda elementlerin kimyasal formlarının bulunması için yapılan çalışmalar yani kimyasal spesiasyon yöntemleri önem kazanmıştır.

Bor, bitkiler için mutlak gerekli olan mikro besin elementlerinden birisidir. Bor'a tepkileri bakımından bitkiler arasında çok büyük farklılık olmakla birlikte bitkilerde noksanlık veya toksisiteye neden olan toprak bor seviyeleri arasında çok az bir fark vardır. Bu nedenle, mikro besin elementleri (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo, Cl) arasında bor noksanlığı ve toksisite belirtileri bitkilerde en yaygın olarak görülenlerin başında gelmektedir. Aydın yöresi termal sularında bulunan ve sulama sularına karışan bor, çevre açısından problem yaratmaktadır.

Bu çalışmada Aydın yöresinden alınan 11 toprak örneğinde bor düzeyleri ve türleri belirlenmiştir. Bu örneklerde öncelikli olarak suda çözünebilen, bor miktarı belirlenmiştir (Vuran ve Demir 2004).

Daha sonra aynı numunelere ardışık ekstraksiyon işlemi uygulanarak, değişebilir, karbonata bağlanmış, Fe-Mn oksitlere bağlı, organik maddeye bağlı ve tüm

ekstraksiyonlardan artan, kalan bor miktarları belirlenmiştir. Analiz yöntemi olarak Azometin-H spektrofotometrik yöntemi kullanılmıştır.

Ülkemiz serin iklim tahılları üretiminin yaklaşık %98'ini arpa ve buğday oluşturmakta, bunun da büyük bir kısmı Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinde yetiştirilmektedir (Anonim 2000).

Büyük oranda kışlık ekim yapılan bu bölgelerimizde verimi etkileyen en önemli etkenlerin başında; yıllık yağış miktarı ve bu yağışın yıl içerisindeki dağılımı ile sıcaklık gibi iklimsel olaylar yanında, uygun yetiştirme tekniklerinin uygulanmaması ile birlikte ağır bünye, yüksek pH ve kireç nedeniyle ortaya çıkan olumsuz toprak özellikleri gelmektedir.

Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinde tahıl verimini etkileyen bu faktörlere bağlı olarak mikro besin elementlerinden özellikle demir (Fe) ve çinko (Zn) alımında noksanlıklar, bor (B)'un alımında ise bölgesel değişkenlikler göstermesine rağmen bazen noksanlık, bazen de fazlalık görülmektedir (Gezgin 2003).

Nitekim mikro besin elementleri durumlarının incelendiği bir araştırma sonucunda Konya, Afyon, Karaman, Aksaray, Niğde, Nevşehir ve Kayseri illerini kapsayan Orta Güney Anadolu bölgesi tarım topraklarından alınan 898 adet toprak örneğinin %90'ında Fe, %62'sinde Zn, %27'sinde B, %5'inde Mn, %2'sinde Cu noksanlığı ve %18'inde B fazlalığı belirlenmiştir (Gezgin vd 2001).

Bitkilerin beslenmesinde gerekli olan eksik besin elementlerinin gübreleme yoluyla bitkiye kazandırılarak verimi artırabilmek mümkün olabildiği halde, toprakta bitkiye toksik etki yapacak oranda bulunan besin elementlerinin verime olan olumsuz etkisini ortadan kaldırmak o kadar kolay olmamaktadır.

Bazık topraklardaki kil minerallerinin bor'u adsorbe ederek yol açtığı düşük bor elverişliliği, genellikle sulama suyunda mevcut olan bor ile sağlanabilmektedir. Borun

yıkılarak topraktan uzaklaşması da yok denecek kadar azdır. Dolayısıyla özellikle tuzlu ve sodik (sodali, sodyumlu, alkali) topraklarda bor zehirlenmesi, bor noksanlığına oranla daha büyük bir olasılıktır (Aydemir 1997).

Bor toksitesi dünyadaki kurak ve yarı kurak bölgeler için bitki gelişimini sınırlayan önemli bir faktördür. Topraktaki yüksek bor konsantrasyonunun kaynağı, yer altı suları ve toprakta doğal olarak bulunan bor dur. Gübreleme ve sulama suyu ile de topraktaki bor miktarı arttırılmaktadır (Nable *et al.* 1997).

Bor toksitesi ülkemizin özellikle kurak ve yarı kurak bölge topraklarında lokal olarak görülen bir mikro besin elementi problemidir(Alkan vd 1997, Kalaycı vd 1998, Gezgin 2003). Bor eksikliğine göre B'ca zengin olan topraklar daha az yaygın olmasına rağmen çoğu zaman dünyanın farklı bölgelerinde görülen verim düşüklüğünün başta gelen nedenleri arasında gösterilmektedir (Cartwright and 1986).

Sait Gezgin, Seyfi Taner, Bayram Sade ve Yasin Kaya'nın bor'un verim ve bazı verim öğelerine etkisi hakkında yapmış oldukları çalışmaya göre; Konya ilindeki yağış, yükselti ve topografyadaki farklılıklar değişik ekolojik alt bölgelerin oluşmasında etkili olmuştur (Sade vd 2003). Oluşan bu ekolojik bölgelerde bazen bor noksanlığına bazen de bor toksitesine rastlanılmıştır.

Topraklarda aşırı bor birikimi bitkilerin kök ve yeşil aksam büyümesini engelleyen ve tane verimini ciddi bir şekilde sınırlayan bir mikro element problemidir. Serin iklim tahıllarından özellikle arpa ve buğdayın topraktaki ve dokulardaki B' un fazlalığına karşı aşırı duyarlılık gösterdiği belirtilmektedir(Gupta *et al.* 1985). Fazla B' a oldukça duyarlı olan tahıl türleri ve çeşitlerinin verimlerinde B fazlalığından dolayı önemli azalışlar olduğu saptanmıştır (Cartwright *et al.* 1986).

Çıkkılı (2005) hazırladığı doktora tezinde Toprakta ve Yapraktan Uygulanan Bor'un Bazı Ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinde verim ve kimi kalite özelliklerine etkisini araştırmış ve sonuçta, (0, 0,3, 0,6, ve 0,9 kg B da-1) ve sapa kalkma başlangıcı,

çiçeklenme başlangıcı ve süt olum başlangıcı dönemlerinde yapraktan (100 kez seyreltildikten sonra, %0, %0,5, %1,0 ve %1,5 B) uygulanan B (boraks, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)'un ekmeclik (Bezostaja-1, Gerek-79) ve makarnalık (Kızıltan-91, Kunduru-1149) buğday çeşitlerinin verim ile bazı verim ve kalite özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Ankara-Haymana ekolojik koşullarında iki yıl süreyle tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekerrürlü tarla denemeleri yürütülmüştür. Ayrıca, uygulamaların sapa kalkma başlangıcı, çiçeklenme başlangıcı, süt olum başlangıcı dönemlerinde tüm bitkinin ve tanenin besin maddesi (N, P, K, Ca, Zn ve B) içeriğine etkisi araştırılmıştır. Denemeler sonunda, topraktan ve yapraktan uygulanan B'un buğday çeşitlerinin tane verimi ve verim özelliklerine (biyolojik verim, toplam ve fertil başak sayısı) etkisi önemli bulunurken, kalite özelliklerine (bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve tanede protein içeriği) etkisi önemli bulunmamıştır. Topraktan B uygulamasında, Gerek-79 çeşidinin tane verimi, toplam ve fertil başak sayısı ve biyolojik verimi artmıştır. Buğday çeşitlerin sapa kalkma başlangıcı döneminde N, P, K ve B içeriğine, çiçeklenme başlangıcı ve süt olum başlangıcı dönemlerinde ise N ve P içeriğine topraktan ve yapraktan B uygulamalarının etkisi önemsiz bulunmuştur. Çiçeklenme başlangıcı ve süt olum başlangıcı dönemlerinde B uygulamalarının buğday çeşitlerinin Ca, Zn ve B içeriklerine etkisinin önemli olduğu saptanmıştır. Topraktan ve yapraktan B uygulamalarının buğday çeşitlerinin tanede K, Ca, Zn ve B içeriğine etkisi önemli, N ve P içeriğine etkisi ise önemsiz bulunmuştur.

Bu çalışmanın amacı Pasinler ovasından alınan 11 farklı tarım topraklarının bitkiye yarayışlı Bor (B) durumunun biyolojik ve kimyasal ekstraksiyon yöntemi kullanarak belirlemektir (çizelge 2.1.). Bu amaçla, Pasinler Ovasına bağlı 11 köyden alınan yüzey toprak örnekleri kullanılmıştır. Biyolojik ölçütlerin elde edilmesi amacıyla serada saksı denemesinde mısır (*Zea mays L.Var.Akpınar*) bitkisi 8 hafta süreyle ve Çavdar (*S.Cerale Tetraploid*) bitkisi 17 gün süreyle yetiştirilmiştir. Bitkilerin hasat edilmesi sonucu B konsantrasyonu kantitatif olarak kimyasal analiz yöntemleriyle belirlenmesidir.. Bitkiye yarayışlı B un Kimyasal ekstraksiyon yönteminde Azometin-H spektrofotometrik ve aynı ekstraktta ICP spektrometrik yöntem tercih edilmiş,

ekstraksiyon sonucu elde edilen verilerden, biyolojik ölçütlerle (Mısır (çizelge 2.2.) ve çavdar (çizelge 2.3.) bitkisinin B içeriği) korele edilerek deneme topraklarının B yeterlilik durumu irdelenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 2.1. Toprak Analizlerine ait Bor Analiz sonuçları

Toprak		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Alınan Yerler		MERKEZ	ALTINBAŞAK	ALVAR	ÇAKIRTAŞ	ÇÖĞENDER	KORUCUK	MÜCELDİ	SUNAK	TEPECİK	TAŞKAYNAK	YİĞİTTAŞI
Bitki		Lahana	Ayçiçeği	Ayçiçeği	Ayçiçeği	Buğday	Buğday	Buğday	Buğday	Buğday	Arpa	Arpa
B(ppm)	İyonik	0,34	0,63	0,35	0,30	0,44	0,52	0,89	0,45	0,53	0,28	0,37
	Kimyasal	1,36	1,44	0,81	0,83	0,81	0,84	1,93	0,97	1,36	0,86	0,86

Çizelge 2.2. Mısır Bitkisi için Bor Analiz Sonuçları *

Toprak	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Alınan Yerler	MERKEZ	ALTINBAŞAK	ALVAR	ÇAKIRTAŞ	ÇÖĞENDER	KORUCUK	MÜCELDİ	SUNAK	TEPECİK	TAŞKAYNAK	YİĞİTTAŞI
B (ppm)	8,31	5,45	9,23	13,20	6,46	9,10	13,34	5,99	10,15	15,50	17,82

Çizelge 2.3. Çavdar bitkisine ait Bor Analiz Sonuçları *

Toprak	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	KONTROL
Toprak Alınan Yerler	MERKEZ	ALTINBAŞAK	ALVAR	ÇAKIRTAŞ	ÇÖĞENDER	KORUCUK	MÜCELDİ	SUNAK	TEPECİK	TAŞKAYNAK	YİĞİTTAŞI	
B(ppm)	5,86	5,75	10,60	4,33	5,58	3,98	13,96	eseri	eseri	eseri	eseri	11,04

*Çavdar ve Mısır bitkisi kuru ağırlıkları 0,3 gram dır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Pasinler Ovasından alınan 11 farklı yüzey toprak (Merkez, Altınbaşak, Alvar, Çakırtaş, Çöğender, Korucuk, Müceldi, Sunak, Tepecik, Taşkaynak, Yiğittaşı) örneği kullanılmıştır. Deneme toprakları yüzeyden 0–30 cm derinlikten alınarak, kurutulmuş ve 2 mm’lik elekten geçirilerek fiziksel ve kimyasal analizlere hazır duruma getirilmiştir. Serada saksı denemeleri için topraklar 4 mm lik elekten geçirilerek kullanılmıştır (Alparslan vd 1998, Kacar 1995).

3.1. Toprak Analizleri

3.1.1. Toprak tekstürü

Toprakların tekstürleri Bouyoucus hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Gee and Bauder 1986).

3.1.2. Toprak reaksiyonu (pH)

Toprakların pH’ları 1:2.5’luk toprak-su süspansiyonunda potansiyometrik olarak cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (McLean 1982).

3.1.3. Kireç tayini (%CaCO₃)

Toprakların kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak saptanmıştır. (Nelson 1982).

3.1.4. Organik madde miktarı (%)

Toprakların organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemiyle belirlenmiştir (Hocaoğlu 1966).

3.1.5. Katyon değişim kapasitesi (KDK)

Toprakların katyon değişim kapasiteleri, örneklerde sodyum asetatla (1 N, pH=8.2) sodyum adsorbsiyonu sağlandıktan sonra, amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) ekstrakte edilen solusyonlarda alev fotometresiyle Na okuması yapılarak saptanmıştır (Rhoades 1982).

3.1.6. Değişebilir katyonlar tayini

Toprakların değişebilir katyonları amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) çalkalanıp ekstrakte edildikten sonra Na ve K Alev Fotometresinde okunarak, Ca+Mg ise EDTA yöntemiyle titrasyonla tespit edilmiştir (Rhoades 1982).

3.1.7. Fosfor tayini

Bitkiye yararışlı fosfor sodyum bikarbonat mavi renk yöntemiyle (Olsen and Sommers 1982) belirlenmiştir.

3.1.8. Bitki tarafından alınabilir mikro element tayini

Elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu miktarları DTPA yöntemine göre ekstrakte edilen süzüklerde atomik adsorbsiyon spektrofotometresinde okunmak suretiyle belirlenmiştir (Lindsay and Norvell 1969).

3.1.9. Toplam azot tayini

Toprak örneklerinin azot içeriği salisilik + sülfürik asit + tuz karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikrokjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bremner and Mulvaney 1982).

Araştırmada toprakların Bor durumunu değerlendirmek üzere, biyolojik yöntem olarak saksı denemesi ve Alman bilim adamları (Neubauer and Schneider 1923) tarafından geliştirilmiş olan Neubauer fide yöntemi kullanılmıştır. Mısır (*Zea mays.L.var* Karadeniz yıldızı) 8 hafta, Çavdar bitkisi (*S.Cerale Tetraploid*) 17 gün süreyle yetiştirilmiştir. Kimyasal ekstraksiyon yöntemleri olarak (0.01 M CaCl₂), Sıcak su (Azometin-H) yöntemiyle (Kacar 2009) belirlenmiştir.

3.2. Biyolojik Yöntemler

3.2.1. Serada saksı denemesi

Araştırmada toprakların Bor durumunu değerlendirmek üzere, biyolojik yöntem olarak serada saksı denemesi (Alparslan vd 1998) ve Alman bilim adamları (Neubauer and Schneider 1923) tarafından geliştirilmiş olan Neubauer fide yöntemi kullanılmıştır. Mısır (*Zea mays.L.var* Akpınar) 8 hafta, Çavdar bitkisi (*S.Cerale Tetraploid*) 17 gün süreyle yetiştirilmiştir. Kimyasal ekstraksiyon yöntemleri olarak (0.01 M CaCl₂), Sıcak su (Azometin-H) yöntemiyle (Kacar 2009) belirlenmiştir.

Pasinlerden örneklenen 11 farklı yüzey topraklarında yürütülen saksı denemesinde mısır bitkisi 8 hafta süreyle yetiştirilmiş, bitki besin elementi sömürülmesi sağlanmıştır (Alparslan vd 1998).

Neubauer Fide tekniği (Çavdar Bitkisi); Fırında kuru 100 gr toprağa eşdeğer toprak 50 gr kumla karıştırıldıktan sonra saksıya doldurulmuştur. Üzerine 250 gr kum daha

karıştırılmıştır. Bin dane ağırlığı 40 gr dan az olmayan 100 adet çavdar tohumu ekilmiştir. 17 gün süreyle sulanarak gelişme süreci beklemiştir. Bitkide B konsantrasyonu kantitatif olarak kimyasal analiz yöntemleriyle belirlenmiştir (Neubauer and Schneider 1923).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Pasinler ovasını temsilen seçilen toprak örneklerinin (çizelge 4.1.) pH ları 6,93-8,25, tekstürleri tın, kumlu killi tın, tın ve kil, kireç içerikleri %0,19-14,23, katyon değişim kapasiteleri 14,97–34,93 me/100 gr arasında değişmektedir. Toprakların toplam azot (N) içerikleri % 0,02 ve 0,37 arasında değişmektedir. Araştırma konusu toprakların organik madde içerikleri %1,66-2,95 arasında değişmektedir. Bitkiye yarayışlı fosfor (P) 10 ppm ile 90 ppm arasında değişmektedir. Araştırma konusu toprakların değişebilir katyonlar durumu incelenecek olursa: Değişebilir Ca konsantrasyonları 3,57-41,89 me/100 gr arasında değişmektedir. Değişebilir Mg 3,10 ile 11,30 arasında değişmektedir. Değişebilir K 0,12-1,39 me/100gr arasında değişmektedir. Araştırma konusu toprakların bitkiye yarayışlı mikro element durumları değerlendirilecek olursa; bitkiye yarayışlı Fe 1,08 ppm ile 3,38 ppm değişmektedir. Bitkiye yarayışlı Cu 2,22 ile 4,16 ppm arasında değişmektedir. Bitkiye yarayışlı Zn eser düzeylerle 2,5 ppm arasında değişmektedir. Bitkiye yarayışlı Mn 1,38 ile 6,56 ppm arasında değişmektedir. Toprakların bitkiye yarayışlı Bor konsantrasyonları sıcak su ekstraksiyonunda ICP okuma değerlerine göre 0,27-1,87 ppm, spektrofotometrik yöntemle analiz sonucunda 0,79 –1,99 ppm olarak belirlenmiştir.

Çizelge .4.1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri*

Toprak		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Alınan Yerler		MERKEZ	ALTINBAŞAK	ALVAR	ÇAKIRTAŞ	ÇÖĞENDER	KORUCUK	MÜCELDİ	SUNAK	TEPECİK	TAŞKAYNAK	YİĞİTTAŞI
Bitki		Lahana	Ayçiçeği	Ayçiçeği	Ayçiçeği	Buğday	Buğday	Buğday	Buğday	Buğday	Arpa	Arpa
pH		8,05	7,95	8,11	6,93	8,05	7,83	7,73	8,05	8,24	7,7	8,25
Kireç		2,27	0,97	4,87	0,16	1,3	0,32	0,19	12,35	14,23	12,61	7,93
KDK (me\100)		21,59	30,08	26,58	16,08	28,25	22,13	21,87	33,24	24,69	35,73	22,99
Na (me\100)		Eseri	eseri	eseri	eseri	eseri	eseri	eseri	eseri	eseri	eseri	eseri
Değişebilir Katyonlar (me\100)	Ca	12,19	4,96	16,11	4,44	15,98	3,98	8,54	19,22	35,08	41,88	34,82
	Mg	7,10	12,27	9,90	3,25	8,03	7,43	7,96	11,07	9,53	5,87	10,81
	K	9,65	8,61	13,01	3,84	12,00	5,71	8,25	15,14	22,30	23,87	22,82
Mikro Elementler (ppm)	Fe	1,41	1,17	1,37	3,30	1,14	1,57	1,42	1,19	1,43	1,22	1,30
	Cu	3,15	3,41	4,05	2,54	2,37	2,59	2,23	2,94	2,26	2,35	2,31
	Zn	2,02	0,25	eseri	2,05	eseri	0,20	0,20	0,26	eseri	eseri	eseri
	Mn	2,00	2,75	1,74	6,45	2,56	5,85	3,77	1,91	1,49	2,18	3,01
	B İyonik	0,34	0,63	0,35	0,30	0,44	0,52	0,89	0,45	0,53	0,28	0,37
	B Kimyasal	1,36	1,44	0,81	0,83	0,81	0,84	1,93	0,97	1,36	0,86	0,86
AZOT %		0,06	0,25	0,37	0,02	0,06	0,05	0,18	0,06	0,05	0,07	0,23
ORGANİK MADDE %		2,56	2,04	1,90	2,18	1,83	2,10	1,73	2,56	2,12	2,85	2,11
P(ppm)		43,3	40	4	3	6,66	56,6	10	10	16,66	20	10
TEKSTÜRK SINIFI		Kumlu-Killi-Tın	Kil	Killi-Tın	Kumlu-Tın	Kil	Kumlu-Killi-Tın	Tın	Kil	Killi-Tın	Kil	Kumlu-Killi-Tın

*Analiz sonuçları üç tekrerr sonucunda hesaplanmıştır.

Pasinler ovasında alınan yüzey toprak örneklerinde başta Bor olmak üzere besin elementi alım potansiyeli belirlenmek üzere yürütülen sera denemesinde indikatör bitki olarak seçilen mısır bitkisinin besin elementi içerikleri (çizelge 4.2.) de de görüldüğü gibi, %N miktarı 0,57-1,56 arasında, %P miktarı 0,12-0,44 arasında, %Ca miktarı 0,1-0,5 arasında, %K miktarı 0,07-0,17 arasında, %Mg miktarı 0,11-0,34 arasında, %Na miktarı 0,13-0,40 arasında, Fe (ppm) 32 ile 212 arasında, Zn (ppm) 13-54 arasında, Mn (ppm) 27-79 arasında, Cu (ppm) 4-256 arasında, B 5-18 ppm arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge. 4.2. Mısır Bitkisi (Saksı Denemesi) besin elementi durumları*

Toprak		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Alınan Yerler		MERKEZ	ALTINBAŞAK	ALVAR	ÇAKIRTAŞ	ÇÖĞENDER	KORUCUK	MÜCELDİ	SUNAK	TEPECİK	TAŞKAYNAK	YİĞİTTAŞI
Kuru Ağırlık(gr\saksı)		1,87	2,60	1,87	1,33	2,53	3,47	2,85	3,17	1,79	3,29	1,43
%N		0,58	1,23	1,15	1,16	1,11	1,55	1,48	1,29	0,97	1,18	1,12
%P		0,35	0,33	0,28	0,43	0,22	0,43	0,29	0,14	0,19	0,14	0,13
Değişebilir Katyonlar (%)	Ca	0,2	0,2	0,3	0,3	0,24	0,37	0,28	0,35	0,39	0,38	0,49
	K	0,08	0,09	0,11	0,11	0,08	0,12	0,09	0,12	0,13	0,12	0,16
	Mg	0,12	0,19	0,20	0,17	0,16	0,32	0,24	0,25	0,27	0,01	0,33
	Na	0,25	0,21	0,14	0,16	0,39	0,24	0,14	0,21	0,22	0,18	0,18
Mikro Elementler (ppm)	Fe	76,09	45,67	44,22	46,53	33,80	123,67	51,53	72,37	211,63	57,69	78,51
	Zn	19,68	14,89	19,08	27,74	18	14,29	16,60	43,4	48,43	40,74	53,55
	Mn	36,17	35,45	36,95	27,18	26,23	50,32	53,14	44,07	40,51	38,83	78,25
	Cu	120,32	4,66	10,94	58,35	33,15	6,38	159,37	159,13	174,07	255,53	114,10
	B	8,31	5,45	9,23	13,20	6,46	9,10	13,34	5,99	10,15	15,50	17,82

*Analiz sonuçları üç tekerrür sonucunda hesaplanmıştır.

Neubauer fide tekniğine göre yetiştirilen çavdar bitkisinin % N 1,16 ile 2,19 , %P miktarı 8 ve 9 numaralı çavdar bitkisinde yüksek olup, diğer bitkilerde 0,40 ile 0,19 arasında değişmektedir (çizelge 4.3.). Değişebilir katyon miktarına gelince % Ca miktarı 0,69 ile 1,99 arasında değişmektedir.% K miktarı 2,80 ile 2,06 , % Mg miktarı 0,66 ile 0,30 , % Na miktarı 0,9 ile 0,3 arasında değişmektedir. Mikro element miktarına (ppm) gelindiğinde Fe miktarı (ppm) 9480 ile 1115 arasında, Zn miktarı (ppm) 266 ile 21,50 arasında, Mn miktarı (ppm) 173 ile 76 arasında, Cu miktarı (ppm) 57 ile 16 arasında, B miktarı (ppm) 11,10, 9 ve 8 numaralı çavdar bitkilerinde eseri miktarda diğer bitkilerde 13,97 ile 3,99 arasında değişiklik göstermektedir.

Çizelge.4.3. Saksı denemesi ve Neubauer fide tekniğine göre çavdar bitkisinin besin elementi durumları*

Toprak		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	KONTROL
Alınan Yerler		MERKEZ	ALTINBAŞAK	ALVAR	ÇAKIRTAŞ	ÇÖĞENDER	KORUCUK	MÜCELĐ	SUNAK	TEPECİK	TAŞKAYNAK	YİĞİTTAŞI	
Kuru Ağırlık(gr/saksı)		2,08	1,97	0,85	1,83	1,22	1,92	0,94	1,33	1,31	1,23	1,82	
%N		1,64	1,17	2,04	1,29	2,18	1,34	1,87	1,99	1,66	2,06	1,55	1,01
%P		0,35	0,39	0,23	0,18	0,30	0,34	0,38	Yüksek	Yüksek	0,28	0,28	0,15
Değişebilir Katyonlar (%)	Ca	1,49	1,32	1,33	1,98	1,38	1,73	0,68	0,74	0,86	1,57	1,10	2,23
	K	2,39	2,24	2,28	2,05	2,15	2,08	2,45	2,28	2,79	2,42	2,36	0,91
	Mg	0,29	0,44	0,36	0,47	0,32	0,65	0,32	0,33	0,41	0,51	0,46	0,49
	Na	0,40	0,59	0,89	0,47	0,45	0,43	0,54	0,29	0,42	0,38	0,35	0,96
Mikro Elementler (ppm)	Fe	1841,00	9473,33	1436,00	4496,00	1680,50	5706,33	1115,33	1358,00	1706,33	3114,33	2530,33	3668,50
	Zn	110,63	183,30	87,77	21,46	80,04	86,29	52,40	114,57	83,57	78,07	265,13	119,30
	Mn	101,79	106,40	117,60	143,65	76,64	172,22	114,73	79,54	150,83	155,10	118,85	187,90
	Cu	56,80	19,40	45,01	17,72	16,05	21,34	39,80	34,12	21,68	36,40	22,68	15,795
	B	5,86	5,75	10,60	4,33	5,58	3,98	13,96	eseri	eseri	eseri	eseri	11,04

*Analiz sonuçları üç tekerrür sonucunda hesaplanmıştır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1.Toprak Analiz Sonuçları

Erzurum–Pasinler ovasında 11 farklı noktadan alınan yüzey toprak örnekleri analize hazırlık aşamasından sonra fiziksel ve kimyasal özellikleri analiz edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları değerlendirecek olursa, (çizelge 4.1) deneme topraklarının pH ları 6,93-8,25 arasında değişmekte olup pH sınıfı olarak nötr ve kuvvetli alkalın arasında yer almaktadır (Richards 1954, Ülgen ve Yurtsever 1974). Tekstürleri tın, kumlu killi tın, tın. ve kil arasında değişmektedir. Kireç içerikleri % 0,19- 14,23 arasında değişmekte olup kireçli ve fazla kireçli sınıf arasında değişmektedir. 14,87 – 36,16 me /100 gr, arasında değişmektedir. Toprakların organik madde içerikleri % 1,66 – 2,95 arasında değişmekte olup az ile orta düzey arasında değişmektedir (Ülgen ve Yurtsever 1974) . Toprakların toplam azot (N) içerikleri % 0,02 ve 0,37 arasında değişmekte olup çok az ile fazla sınıfları arasında değişmektedir (FAO 1990). Bitkiye yarayışlı fosfor (P) 10 ppm ile 90 ppm arasında değişmekte olup, yeterli ile çok fazla sınıfları arasında yer almaktadır (FAO 1990). Araştırma konusu toprakların değişebilir katyonlar durumu incelenecek olursa: Değişebilir Ca konsantrasyonları 3,57 ile 41,89 me / 100 gr arasında değişmekte olup az ile fazla arasında yer almaktadır (FAO 1990). Burada Ca konsantrasyonu KDK dan yüksek değerler almışsa bunun nedeni analiz süresince gizli kirecin giderek ekstraksiyona dahil olmasıdır. Değişebilir Mg miktarı 3,10 ile 11,30 arasında değişmekte olup yeterli ile fazla arasında yer almaktadır (çizelge 5.1.). (FAO 1990). Değişebilir K miktarı 0,12 –1.39 me / 100 gr toprak arasında değişmekte olup, çok az ile fazla sınıfları arasında yer almaktadır (FAO 1990). Araştırma konusu toprakların bitkiye yarayışlı P içerikleri 3 ile 56.6 ppm arasında değişmekte olup, 3,4 ve 5 nolu topraklarda az; 7,8, 10 ve 11 nolu topraklarda yeterli; 1, 2, 6, ve 9 nolu topraklarda fazla düzeydedir (çizelge 5.1.) (FAO 1990). Mikro element durumları değerlendirilecek olursa; bitkiye yarayışlı Fe 1,08 ppm ile 3,38 ppm arasında değişmekte olup az ile orta düzeyler arasında yer almaktadır (Lindsay and Norwell 1969). Bitkiye yarayışlı Cu miktarı 2,22 ile 4.16 ppm arasında değişmekte olup, yeterli düzeyde görülmektedir (Follet 1969). Bitkiye yarayışlı Zn miktarı eser düzeylerle 2.5

ppm arasında değişmekte olup yetersiz ile fazla arasında yer almaktadır (izelge 5.1) (FAO 1990). Bitkiye yararılı Mn 1,38 ile 6,56 ppm arasında değişmekte olup çok az ile az arasında yer almaktadır (izelge 5.1.) (FAO 1990).

Deneme topraklarının bitkiye yararılı Bor konsantrasyonları sıcak su ekstraksiyonunda ICP okuma değerlerine göre 0,27-1,87 ppm, Azometin-H spektrofotometrik yöntemle analiz sonucunda 0,79–1,99 ppm olarak belirlenmiştir. Toprakta B ekstraksiyon sonuçlarına göre bitkiye yararılı B konsantrasyonları her iki analiz sonucuna göre genel olarak topraklarda çok az ile yeterli düzeyler arasında yer almaktadır (izelge 5.1.) (Wolf 1971). Azometin–H spektrofotometrik okuma değerlerine toprak örneklerinin tamamında bitkiye yararılı B yetersiz, ICP okuma değerlerine göre ise 11 topraktan 7 sinde (1, 2, 7 ve 9 nolu topraklar hariç) yeterlilik sınırının altında bulunmuş olup (izelge 5.1.), söz konusu topraklara B gübrelemesinin yararlı olacağı görülmektedir.

Çizelge 5.1. Toprakta verimlilik analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri

Besin maddesi ve yöntem	Çok az	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla	Literatür	
N, %(Kjeldahl)	<0.045	0.045-0.09	0.09-0.17	0.17-0.32	>0.32	FAO, 1990	
P, mg kg ⁻¹ (NaHCO ₃)	<2.5	2.5-8.0	8.0-25	25-80	>80	FAO, 1990	
K, me 100g ⁻¹ CH ₃ COONH ₄)	<0.13	0.13-0.28	0.28-0.74	0.74-2.56	>2.56	FAO, 1990	
Ca, me 100g ⁻¹ (CH ₃ COONH ₄)	<1.19	1.19-5.75	5.75-17.5	17.5-50.0	>50.0	FAO, 1990	
Mg, me 100g ⁻¹ (CH ₃ COONH ₄)	<0.42	0.42-1.33	1.33-4.0	4.0-12.5	>12.5	FAO, 1990	
Mn, mg kg ⁻¹ (DTPA)	<4	4-14	14-50	50-170	>170	FAO, 1990	
Zn, mg kg ⁻¹ (DTPA)	0.2	0.2-0.7	0.7-2.4	2.4-8.0	>8.0	FAO, 1990	
B, mg kg ⁻¹ (CH ₃ COONH ₄)	<0.4	0.4-0.9	1.0-2.4	2.5-4.9	>5	Wolf, 1971	
	Az	Orta	Fazla				
Fe, mg kg ⁻¹ (DTPA)	< 2.5	2.5-4.5	>4.5			Lindsay ve Norvell, 1969	
	Yetersiz	Yeterli					
Cu, mg kg ⁻¹ (DTPA)	<0.2	>0.2				Follet, 1969	
	Az Kireçli	Kireçli	Orta Kireçli	Fazla Kireçli	Çok Fazla Kireçli		
Kireç, %(Scheibler)	0-1	1-5	5-15	15-25	>25		Ülgen ve Yurtsever,1974
	Tuzsuz	Hafif Tuzlu	Orta Tuzlu	Çok Tuzlu			
Tuz, %	0-0.15	0.15-0.35	0.35-0.65	>0.65		Richards, 1954; Ülgen ve Yurtsever,1974	
	Çok az	Az	Orta	İyi	Yüksek		
O.M, %(Walkley-Black)	0-1	1-2	2-3	3-4	>4	Ülgen ve Yurtsever,1974	
	Kuvvetli asit	Orta asit	Hafif asit	Nötr	Hafif alkali	Kuvvetli alkali	
pH (1:2.5 su)	<4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.5-7.5	7.5-8.5	>8.5	Richards, 1954, Ülgen ve Yurtsever,1974
	Kum	Tın	Killi tın	Kil	Ağır kil		
Tekstür (%saturasyon)	0-30	30-50	50-70	70-110	>110	Ülgen ve Yurtsever,1974	

5.2. Bitki Analiz Sonuçları

Bitki örneklerinde bor belirlemesi için spektrofotometrik ve spektrometrik yöntemler yaygın bir şekilde kullanılmakta olup, bu araştırmada bitki çözeltilerinde B, spektrometrik olarak ICP-OES yöntemiyle analiz edilmiştir (Kacar ve İnal 2008).

5.2.1. Mısır

Pasinler ovasında alınan yüzey toprak örneklerinde başta Bor olmak üzere besin elementi alım potansiyeli belirlenmek üzere yürütülen sera denemesinde indikatör bitki olarak seçilen mısır bitkisinin besin elementi içerikleri (çizelge 4.2.) de görülmektedir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi; Kritik değerler (çizelge 5.2.) çizelgesi temel alınacak olursa, mısır bitkisi için %2,5-3,5 arasında yeterli kabul edilen N, ne yazık ki deneme konusu topraklarda yetişen mısır bitkilerinde yeterlilik sınırının altında olup N beslenmesi düşük düzeydedir. Mısır P içerikleri incelendiğinde % 0,15-0,40 arasında yeterli kabul edilen P, 8, 9 ve 10 nolu topraklarda yeterlilik sınırının altında olup bitki P beslenmesi düşüktür. Mısır bitkisi Ca içerikleri %0,3-0,7 arasında yeterli kabul edilirken, topraklardan 1, 2, 5 ve 7 nolu topraklarda düşük diğerlerinde yeterlidir. Bitki K içerikleri %1,2-3,0 arasında olduğu durumda yeterli kabul edilmekte olup, bütün toprakların K sağlama kapasiteleri bitki K içeriklerinin bu sınırlarda olması nedeniyle yeterli düzeydedir. Bitki Mg içeriği %0,1-0,5 arasında olduğunda yeterli kabul edilmekte olup, bitkilerin tamamında Mg beslenmesi de yeterli sınırlardadır. Bitki Na içerikleri %0,01- 0,03 arasında olduğunda yeterli iken deneme konusu mısır bitkisinde yüksek düzeydedir. Mikro elementlerden mısır bitkisi Fe içerikleri 50-250 ppm arasında olduğu durumda yeterli görülürken, deneme konusu mısır bitkisinde 1, 7, 8, 9, 10 ve 11 nolu topraklarda yetişen mısır bitkilerinde yeterli diğerlerinde ne yazık ki yetersiz düzeydedir. Zn içerikleri 14-50 ppm arasında bulunması yeterli bulunurken, deneme konusu bitkilerde 4, 8, 9, 10 ve 11 nolu topraklarda yetişen mısır bitkilerinde yeterli diğerlerinde yetersizdir. Mn içerikleri 15-100 ppm yeterli kabul edilirken tüm

bitkilerde yeterlilik sınırlarında bulunmuştur. Cu içerikleri 2-20 ppm arasında bulunduğunda yeterli iken bütün mısır bitkilerinde yüksek düzeyde bulunmuştur.

Mısır Bitkisi için B içerikleri 2-20 ppm yeterlidir. Deneme toprakları için bitkiye yarayışlı bor içeriklerinin 7 toprakta düşük olmasına karşılık, bitki B alımları yeterlilik düzeyinde gözükmemektedir. Bu noktada bitkiye yarayışlı B ekstraksiyon çalışmaları yapılarak yarayışlılık indeksinin veren Bor toprak testinin seçilmemiş olması bu durumu açıklamada akla gelen ilk düşünce olarak devreye girmektedir. Dolayısıyla Genel olarak Pasinler ovasını temsilen seçilecek topraklar için en kısa zamanda değişik B ekstraksiyon yöntem çalışmalarına acilen gereksinim vardır.

Çizelge 5.2. Bitki Dokusu Besin Elementi Aralığı

Bitki	N	S	P	K	Mg	Ca	Na	B	Zn	Mn	Fe	Cu	Al	Mo
Tarla bitkileri	(%)							(ppm)						
Yonca/üçgül	3.00-4.50	0.25-0.35	0.25-0.45	2.5-3.80	0.30-0.80	1.0-2.50	0.01-0.04	25-80	25-70	30-100	50-250	8-20	40-300	1.00-2.50
Kanola	2.70-3.20	0.49-0.55	0.34-0.40	2.58-3.20	0.40-0.50	1.19-1.40	0.10-0.30	15-20	25-45	60-110	100-200	4-12	90-150	
Mısır	2.50-3.50	0.14-0.50	0.15-0.40	1.20-3.00	0.10-0.50	0.30-0.70	0.01-0.03	2-20	14-50	15-100	50-250	2-20	20-300	
Buğdaygiller	2.00-3.00	0.20-0.50	0.30-0.60	2.00-4.00	0.20-0.40	0.40-0.80	0.02-0.15	10-20	25-60	30-200	50-300	5-20	25-250	
Hububat	2.00-3.50	0.20-0.30	0.10-0.50	1.00-3.00	0.15-0.40	0.25-0.45	0.01-0.03	3-20	10-50	15-60	35-120	3-15	20-300	
Soyafasulyesi	4.00-5.50	0.25-0.60	0.15-0.50	1.20-3.00	0.10-0.60	0.50-2.00	0.01-0.03	20-60	12-50	14-100	50-150	4-20	50-200	0.50
Şeker pancarı	3.00-4.50	0.30-0.90	0.30-0.70	3.50-6.00	0.50-1.20	0.60-1.30	0.01-0.05	30-60	30-60	40-100	80-200	10-20	50-200	
Ayçiçeği	3.40-4.00	0.25-0.35	0.26-0.35	2.50-3.20	0.37-0.90	1.10-1.50	0.01-0.02	25-40	20-35	50-100	60-200	6-10	50-100	
Tütün	3.00-5.00	0.25-0.80	0.25-0.60	2.50-5.00	0.40-0.80	2.20-4.00	0.01-0.10	20-40	30-50	50-200	100-250	9-30	20-200	
Buğday	4.00-5.00	0.20-0.30	0.24-0.36	2.00-3.00	0.20-0.30	0.28-0.42	0.01-0.03	6-10	22-34	32-48	36-54	6-10	20-300	
Sebzeler														
Kuşkonmaz	2.40-3.80	0.25-0.50	0.30-0.75	1.50-2.40	0.15-0.50	0.40-1.00	0.01-0.10	25-75	20-60	10-180	50-300	10-50	20-200	
Fasülye	4.00-6.00	0.25-0.70	0.15-0.70	1.20-4.00	0.101.00	1.00-3.00	0.01-0.05	10-70	14-60	14-100	50-200	4-30	20-250	
Brüksel lahanası	2.50-5.00	0.20-0.50	0.25-0.50	2.50-3.50	0.25-0.40	3.00-5.00	0.01-0.10	70-100	40-80	200-500	125-200	10-25	20-150	
Kereviz	3.00-4.80	0.60-1.20	0.40-0.80	4.00-6.00	0.30-0.50	1.50-4.00	0.01-0.25	25-50	30-80	50-150	60-200	8-20	20-300	
Salatalık	3.50-5.00	0.30-1.00	0.30-0.70	2.50-6.00	0.60-1.50	1.25-5.00	0.01-0.20	25-80	30-70	50-200	50-200	10-25	20-200	
Yumru bitkileri	2.50-4.50	0.30-1.50	0.40-1.00	3.50-5.00	0.30-0.50	1.50-2.50	0.01-0.10	25-50	25-45	50-100	50-200	5-10	20-200	
Yapraklı bitkiler	3.50-6.00	0.30-0.75	0.40-1.00	3.50-8.00	0.30-1.00	1.25-2.50	0.01-0.20	25-50	30-50	25-40	60-200	6-20	50-150	
Kavun	2.00-6.00	0.30-1.00	0.20-0.80	2.50-5.00	0.50-1.00	2.00-3.50	0.01-0.20	25-75	20-80	50-100	60-120	5-20	20-150	
Bezelye	4.50-6.00	0.20-0.60	0.30-0.60	1.80-2.50	0.35-0.80	1.10-1.80	0.01-0.20	15-45	40-80	40-70	50-150	10-30	10-80	
Biber	3.00-6.00	0.30-0.60	0.40-0.80	4.00-6.50	0.40-1.00	0.75-2.50	0.01-0.50	30-75	30-60	60-200	100-250	15-50	50-200	
Patates	4.00-6.00	0.25-0.50	0.30-0.70	3.50-6.50	0.50-1.10	0.70-2.00	0.01-0.15	25-60	30-70	60-200	100-200	10-25	50-250	
Kök bitkileri	3.50-6.00	0.30-0.75	0.25-0.80	3.00-7.00	0.25-1.00	1.50-4.00	0.01-0.20	20-80	25-60	50-200	75-250	5-20	20-300	
Domates	3.00-6.00	0.50-0.90	0.30-0.80	2.50-5.00	0.50-1.00	2.00-6.00	0.01-0.10	40-60	35-50	100-200	100-200	8-20	20-200	

5.2.2. Çavdar bitkisi kullanılarak toprakların B sağlama kapasitelerinin belirlenmesi

Neubauer fide tekniğine göre yetiştirilen çavdar bitkisinin B içerikleri (çizelge 2.3.) de incelenecek olursa, 9, 10 ve 11 numaralı deneme toprakları hariç diğerlerinde bitkilerde B içeriği, 2-20 ppm yeterlilik aralığına girdikleri için B yeterlidir (çizelge 5.2.) denilebilir. Ancak aynı grup topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinde (çizelge 2.2.) B yeterlilik aralığındadır (çizelge 5.2.). Tek çenekli bitkilerin kültivarları arasında bile B alım potansiyelleri arasında farklılıklar olabilmektedir (Marschner 1995) .

Toprak analiz sonuçlarına baktığımızda söz konusu topraklarda pH ve kireç içeriği de yüksektir. Toprak kireç içeriklerine bakıldığında (çizelge 4.1.) % 12-14 dolayında kireç içeren bu topraklarda mısır bitkisinin B dan yararlanma potansiyelinin çavdar bitkisine göre daha iyi olduğu düşünülebilir. Yine aynı çizelgede toprakların bitkiye yarayışlı B konsantrasyonları ICP ve spektrofotometrik okumalarında bütün topraklarda (spektrofotometrik okumada 1 ve 2 nolu toprak hariç) 1 ppm in altında olduğu için bor analiz değerleriyle toprakların bitkiye yarayışlı B içeriği yetersiz yorumu yapılabilmektedir. Bu noktada korelasyon analizi ile kullanılan B ekstraksiyon yöntem çeşitlerinin yarayışlılık indeksi olup olmayacağının belirlenmesi gerekliliği ortaya konulmuş olmaktadır. Toprak için B yeterlilik sınırları (Wolf 1971),

Çizelge 5.3. Azometin-H yöntemine göre Bor yeterlilik sınırı

Bor (metot)	Çok Az	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla
Bor(CH ₃ COONH ₄)ppm	< 0.4	0.4-0.9	1.0-2.4	2.5-4.9	> 5.0

Çavdar için Bitki Bor yeterlilik sınırları 3-20 ppm, mısır için 4-25 ppm (Kacar ve İnal 2008). Çavdar iyi bir üründe **0.5-5 H₃BO₃** kg/ha (Zabunoğlu 1983, Özbek 1975). Yukardaki referans değerler dikkate alınınca deneme topraklarının bitkiye yararışlı B konsantrasyonu ICP analiz değerlerine göre bütün topraklarda yetersiz, Azometin-H yöntemine göre spektrofotometrik analizde 1, 2, 7 ve 9 numaralı topraklar hariç diğer 7 toprakta yetersiz bulunmuştur.

Neubauer fide tekniğine Bor içerikleri değerlendirildiğinde 11 toprakta çizelge 5.4. de, de görüldüğü gibi, bütün topraklarda yetersizdir. Topraklara uygulanması gereken H₃BO₃ maksimum gübre miktarı 3 kg/ha dır.

Çizelge 5.4. Neubauer fide tekniğine göre toprakların B içerikleri

Topraka No	B ppm Çavdar	H ₃ BO ₃ * mg/100gr	H ₃ BO ₃ ** kg/ha (Gerekli)
1	5.86	3.34	20.04Yeterli
2	5.75	3.28	19.68Yeterli
3	10.60	6.05	36.30 Yeterli
4	4.33	2.47	14.82 Yeterli
5	5.58	3.18	19.08 Yeterli
6	3.98	2.27	13.62 Yeterli
7	13.96	7.97	47.82 Yeterli
8	Eseri	Eseri Yetersiz	3.0 Gerekli
9	Eseri	Eseri Yetersiz	3.0 Gerekli
10	Eseri	Eseri Yetersiz	3.0 Gerekli
11	Eseri	Eseri Yetersiz	3.0 Gerekli

*; Bor 5,7157 katsayısı ile çarpılarak H₃BO₃ e çevrilmiştir. **; Hektara H₃BO₃, 6 ile çarpılarak elde edilmiştir.

5.2.3 Bor yarayırlılık indeksini veren yöntemin belirlenmesi

Kimyasal ekstraksiyon yöntemleri ile biyolojik yöntem arası korelasyon analizi çizelge 5.5. de görülmektedir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi Neubauer fide tekniği ile yetiştirilen çavdar bitkisi Bor alımı (Biyolojik ölçüt) , gerek Azometin – H yöntemi spektrofotometrik ve gerekse ICP spektrometrik analiz yöntemi ile $p < 0.05$ olasılık düzeyinde önemli ilişki vermiştir.

Çizelge 5.5. Biyolojik yöntemler ile kimyasal ekstraksiyon analiz yöntemleriarası korelasyon katsayıları (SPSS 1997)

Toprak	ICP	Azometin-H	Çavdar	Mısır
ICP	1	0.788**	0.440*	-0.183
Azometin-H		1	0.384*	-0.59

Pasinler yöresinde örneklenen topraklar için ve söz konusu yöre toprakları için Azometin –H yöntemi ve ekstraktlarda ICP okuma yöntemi yarayırlı B belirlemelerinde tercih edilecek yöntemler arasında önerilebilecektir.

Kacar ve İnal (2008)'de aktardıklarına göre, Stinson (1953)'e göre bitkinin toplam bor içeriği yetiştirildiği toprağın suda çözünebilir bor içeriği arasında doğrusal bir ilişki vardır. Toprakların suda çözünebilir bor içerikleri çeşitli etmenler arasında en fazla toprak pH sıندان etkilenmektedir. Toprakların suda çözünebilir bor içeriğinin etkileyen diğer etmenler arasında toprağın organik madde içeriği, inorganik kolloid içeriği, toprağın yaşı ve sulamada kullanılan suyun kalitesi sayılabilir. Berger ve Troug (1946) pH 7.1- 8.1 ile suda çözünebilir bor arasında negatif korelasyon bulmuşlardır. Öte yandan toprakta organik madde arttıkça suda çözünebilir bor miktarının da arttığı belirtilmiştir. Yıkanmaya duyarlı kumlu topraklarda suda çözünebilir borun ağır tekstürlü topraklara göre daha az olduğu ve yıkanmanın azlığı ya da hiç olmaması

nedeniyle kurak ve yarı kurak bölge topraklarının bor içeriklerinin yüksek olduğu belirtilmiştir (Kubato vd 1948).

Bilindiği gibi Besin elementi yetersizliğinin birçok nedeni olabilir. Uygun olmayan hava koşulları elementlerin alımını, bitkide taşınımı ve kullanılmasını engelleyebilir. Dengesiz gübreleme diğer elementlerin alınımını engeller. Bitki kökleri mekanik, hastalık, zararlı veya pestisit'ten zarar görmüş ise yeterince faaliyet gösteremez. Bitkiler bazı gelişme dönemlerinde, özel elementleri fazla miktarda isteyebilir. Kökler ihtiyaç duyulan elementi alsalar bile bitkinin fizyolojik ihtiyacını karşılamayabilir. Toprağa verilen gübre dikkatli bir şekilde hesaplanmasına rağmen, bitki yetersizlik belirtisi göstermediği halde gizli yetersizlik sonucu büyüme, gelişme ve verimi gerileyebilir (Yıldız 2008).

pH 6,5 dan aşağı doğru gittikçe, yani toprağın asitlik derecesi arttıkça bazı besinlerin alımında zorluklar çıkar. N, P, K, Ca, Mg, S, Mo elementlerinin yararlılıkları azalır. Asitlik derecesi çok fazla ise Zn, Mn, Cu, B elementlerinin de yararlılıkları azalır. pH 7,5dan yukarı doğru gittikçe, yani toprağın bazlık derecesi arttıkça daha büyük beslenme sorunları çıkar. N, P, Ca, Mg alımı güçleşir. Fe, Mn, Cu, Zn ve B alımı zorlaşır. Özellikle pH 8 ve üzerinde mikro element sorunlarının önüne geçilemez, kloroz görülür, Bu gibi durumlarda yaprak gübrelemeleri fayda sağlar. Şelatlı mikro besin gübrelerinin kullanılması pH'sı yüksek, bazik topraklarda kaçınılmaz olur.

Yukardaki bilgilerin ışığı altında özetlenecek olursa, Pasinler ovasından alınan 11 toprak örneğinin genelde ağır tekstürlü, kireççe zengin, pH ları 10 toprakta kuvvetli alkalın özelliklere sahip olması nedeniyle öncelikle bitki gelişmesi saksı denemesi süresince (kuru ağırlık) ne yazık ki normal düzeyde olmamıştır. Bunun dışında toprak analizleri ve bitki mineral içerikleri de bitkiye yararlı N, P, Fe, Zn ve B beslenmesinin de toprakların birçoğunda yetersiz olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak söz konusu toprakların N, P, Fe Zn ve B gübreleme programlarının sera ve tarla denemeleriyle izlenerek beslenme yönetiminin programlanması gerekmektedir. Ayrıca toprak pH larının kuvvetli alkalın olması nedeniyle ıslah çalışmalarıyla beraber özellikle

Fe, Zn ve B gübrelerinin Őelatlar halinde yaprak gübrelemesi olarak yapılması önerilmektedir. Borun toprağa ya da yaprak gübrelemesi yoluyla yaprağa uygulanması için, borak ve sodyum tetraboratın da dahil olduğu değişik sodyum boratlar kullanılabilir. Yaprak gübrelemesinde borik asitte kullanılabilir. Uygulanacak B miktarı, bitkinin gereksinimine ve B zehirliliğine duyarlılığına bağlı olarak, 0,3-3 kg/ha arasında değişir. Bor noksanlığı ve zehirliliği aralığının dar oluŐu, bor gübrelemesinde özel bir dikkat gerektirir.

KAYNAKLAR

- Alparslan M., A.Güneş ve A., İnal, A. 1998. Deneme Tekniği Ders Kitabı 1501, 455 Ankara Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü. Ankara.
- Aydemir, O., 1997. Toprak Verimliliği II, Toprak- Bitki İlişkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 192; Sayfa 115, Erzurum.
- Berger K. C., And Truog .1946, Boron Availability İn Relation İn Soil Reaction And Organic Matter Content. Soil.Sci.Soc.Amer.Proc.10:113-116
- Bouyoucus, G.J. 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soil. Agr. J. 439.
- Bremner, J.M. and C.S. Mulvaney, 1982. Nitrogen-Total. In: Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Second Edition (Ed: A.L. Page). Wisconsin, USA.
- Catwright, B., Zarcinas, B. A.and Spouncer, L. A.1986.Boron toxicity in South Australian barley crops. Aust. J. Agric. Res. 37, 351-359 Chemical and Microbiological Properties Second Ed. Argon. N:9. 2. Ed. P:199-224.
- Çıkkılı,Y.,2005Topraktan ve Yapraktan Uygulanan Borun Bazı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Genotiplerinde Verim ve Kimi Kalite Özelliklerine Etkisi.Doktora Tezi,Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Dağdaş Bahri Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., Talaz, S., 1995. Türkiye topraklarının bitkiye yararlı mikroelement bakımından genel durumu. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü. 620/A-002 Projesi Toplu Sonuç Raporu.
- FAO, 1990. Micronutrient. Assessment at the Country Level: An International Study.FAO Soil Bulletin by Mikko Sillanpaa. Rome.
- Follet, R.H. 1969. Zn. Fe. Mn and Cu in Colorado Soils. PhD. Dissertation. Colo. State
- Gee, G. W., and J. W. Bauder. 1986. Particle-size Analysis. P. 383 - 411. In A.L. Page (ed.). Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical methods. Second Edition, Agronomy
- Gezgin , Hamurcu ,Apydın S,M,M,. 1999 . Bor Uygulamasının Şeker Pancarının Verim ve Kalitesine Etkisi.Türk J Agric For 25 (2001) 89-95© TÜBİTAK
- Gezgin, 2003. Buğdayın gübrelenmesi. Konya Ticaret Borsası Dergisi, Sayfa 22-27, Yıl:6, Sayı: 4, Konya.
- Gezgin, S., Gökmen, F., Dursun, N., Babaoğlu, M., Hakkı E.E. 2005. Tarımda borun önemi, I. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı, 28-29 Nisan 2005, s. 147-154,
- Gupta, U.C., Jame, Y.W., Campbell, C.A., Leyshon, A.J., Micholaichuk, W., 1985. Boron Toxicity and Deficiency. A Review. Can. J. of Soil Sci., 65, 381-408.
- Güçdemir İ.H., Usul M., Toprak Analiz Sonuçlarına Göre Gübre Tavsiyeleri, Türkiye 3.Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim 2004, Tokat
- Güçdemir İ.H.2006. Türkiye Gübre Ve Gübreleme Rehberi. S. 1-183. Tarım Orman Ve Köyşleri Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Yayın No. 231, Teknik yayın no:T.69, Ankara.
- Günay.K. 1997. Bitkisel Üretimde Besin Ürün dengesi. Genişletilmiş III.Basım. TC.Ziraat Bankası Kültür Yayın no: 32. Ankara

- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A., 2000. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara
- Hocaoğlu Ö. L. 1966. Toprakta organik madde, nitrojen ve nitrat tayini. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ziraat Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No:6
- Jackson, M.L., 1960. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA
- Kacar ve Kütük 2010 Gübre Analizleri, Nobel yayın dağıtım.
- Kacar, B. 1995. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. III. Toprak Analizleri. A. Ü. Z. F.
- Kacar, B. ve V. Katkat. 1998. Bitki Besleme. ISBN 975-564-068-1.
- Kacar. B., 2009) Toprak Analizleri. Nobel Yayın no: 1387. Fen Bilimleri: 90. Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın no: 44. ISBN: 978-605-395-184-1. Ankara.
- Kacar.B ve A.İnal. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın no: 1241. Fen Bilimleri: 63. ISBN: 978-605-395-036-3. Ankara
- Kalayci, M., Alkan, A., Çakmak, İ., Bayramoğlu, O., Yılmaz, A., Aydın, M., Özbek, V., Ekiz ve H., Özberisoy, 1998. ?F.Studies On Differential Response Of Wheat Cultivars To Boron Toxicity. Euphytica 100:123-129.
- Korkmaz ve Şendemirci A ve H., 2007. Farklı asit reaksiyondaki Topraklarda Yetiştirilen Ayçiçeği Bitkisinde Bor Noksanlığına Kireçlemenin Etkisi.O.M.Ü dergisi, 22(2), 179-192.
- Kubato J., Berger J. C. And Truog E., 1948, Boron Movement In Soils. Soil Sci.Soc.Am. Proc.13,130-134
- Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of DTPA Soil Test for Zn, Fe, Mn and Cu. Soil Sci. Soc. of Amer. Jour. 42: 421-428.
- Lopez F. J., Gimenez E., Hernandez F., 1993, Fres. J. Anal. Chem., 346: 984-987.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- Marschner, H; 1995 (Second edition) 1995 (Second edition) Mineral Nutrition of Higher Plants -(Academic Press; ISBN: 012473543 -Title:Solubility of the inorganic soil phosphorus and fertilizer phosphate- Foreign Title :Loslichkeit des anorganischen Bodenphosphors und Phosphatdungung -Authors: Schachtschabel, P.; Beyme, B. -Journal :Zeitschrift fur Pflanzenernahrung und Bodenkunde 1980 Vol. 143 No. 3 pp. 306-316 ISSN :0044-3263
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and Lime Requirement. Methods of Soil Analysis. Part 2.
- Nable, R.O., Banuelos, G.S and Paull, J., 1997. Boron Toxicity. Plant and Soil 193: 181-198. Kluwer Akademik Publishers. The Netherlands.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Ed. Argon. N:9. 2. Ed. P:191-197.
- Neubauer, H, Schneider, W, Die, (1923) Nahrstoffaufnahme der Keimpflanzen und ihre Anwen dung aufdie Bestimmung des Nahrstoffgehatdes des Boden, Z Pflanzene, Dung u Bodenk. AZ, pp 329-362
- Olsen, S.R., Cole C.V., Watanabe F.S., And Dean L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US. Dept Of Agric. Cric.939.
- Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Ed. Argon. N:9. 2. Ed. P:403-427.

- Özbek, N., 1969. Deneme Tekniği 1. Sera Denemesi Tekniği ve Metotları. A. Ü. Z. F. Yay. 406, 162-176.
- Özbek.N. 1975. Toprak Verimliliği ve Gübreler. 1. Toprak Verimliliği. Ankara Üniv. Ziraat fakültesi Yayın no : 525. Ders Kitabı: 170. Ankara
- Rhoades, J.D., 1982. Cation Exchange Capacity. Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed., Ed: A.L. Page. Soil Sci. Soc. of Amer. Inc., Madison, Wisconsin, 149-157
- Richards, L.A Ed. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. United States Department of Agriculture Handbook 60:94.
- Sade, B., Gezgin, S., Çalışır, S., Direk, M., Topak, R. ve Boyraz, N., 2003. Konya' nın Tarla Bitkileri Üretim Potansiyeli, Problemleri ve Uygulanabilecek Projeler. Konya Ticaret Borsası Dergisi, Sayfa 22-27, Yıl:6, Sayı:14, Konya.
- Saygıdeğer Demir, B., 2005 Borun İnsan ve Bitki İçin Önemi ve Bazı Üzüm Çeşitlerinde Bor Tayini.Yüksek Lisans Tezi,Fen Bilimleri enstitüsü,Adana.
- Schobel S.S., 1993. Toprak Bilimi, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, 12. Baskı, 73
- Sillanpaa, M., 1982, Micronutrients Status Of Soils, A Global Study, FAO Soils Bull. No.48, Rome.
- SPSS Base 7.5 Application guide. 1997.Chicago IL. SPSS.Inc.
- Stinson, C., H., 1953: Relation Of Water-Soil Boron On Illinois Soils To Boron Content Of Alfalfa.Soil Science 75: 31-6
- Tessier A., Campbell P. G. G., Bisson M., 1979. Anal. Chem., 51(7): 844-851.
- Ülgen, N. ve N. Yurtsever, 1974. *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayın No:28, Ankara.
- Wolf, B. 1971. The Determination of Boron in Soil Extracts, Plant Materials, Composts, Manures, Water and Nutrient Solutions. Soil Science and Plant Analysis (2), 363-374.
- Yıldız, N., 2008. Bitki Beslemenin Esasları ve Bitkilerde Beslenme Bozukluk Belirtileri. ISBN 975- 442-110-2: 75-89-150-159-185-191, Erzurum
- Yıldız.N ve E. Güler. 2010. Erzurum Ovası Tarım Topraklarının Bitkiye Yararışlı Bor Durumunun Uygun Ekstraksiyon Yöntemleri Seçilerek Değerlendirilmesi. 5. Bitki Besleme ve Gübre Kongresi. 15-17 Eylül. Ege Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi. Özel Sayı. ISSN: 1018-8851.s; 458-464. İzmir.
- Zabunoğlu. S. 1983. Gübreler ve Gübreleme. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın no : 877 Ders Kitabı : 242 Ankara

EKLER

EK-1

Çavdar (S.Cerale Tetraploid) bitkisinin toprak hazırlama aşamasından hasatına kadar geçen sürede görüntüleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. Toprak hazırlama



Şekil 2. Bitki çıkışı ve büyümesi



Şekil 3. Hasat

Mısır (*Zea Mays*) bitkisinin toprak hazırlama aşamasından hasatına kadar geçen sürede görüntüleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 4. Toprak hazırlığı ve ekim



Şekil 5. Bitki çıkışı ve büyümesi



Şekil 6. Hasat ve fırınlama

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Erzurum’da doğdu, 2004 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Mühendisliği fakültesini kazandı. 2008 yılında Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölümünden başarıyla mezun oldu. 2008 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü’nde Yüksek Lisans’a başladı hala devam etmektedir.