



ERİK' TE BOR HAREKETLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Selma DEMİR BIYIKLI



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ERİK' TE BOR HAREKETLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Selma DEMİR BIYIKLI
Orcid ID: 0000-0001-6884-8559

Doç. Dr. Murat Ali TURAN (Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

BURSA – 2020
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Selma DEMİR BIYIKLI tarafından hazırlanan "ERİK'TE BOR HAREKETLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Murat Ali TURAN

Başkan : Doç. Dr. Murat Ali TURAN
Orcid ID 0000-0002-7936-1663
Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

İmza

Üye : Doç. Dr. Barış Bülent AŞIK
Orcid ID 0000-0001-8395-6283
Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

İmza

Üye : Dr. Oya Irmak ŞAHİN CEBECİ
Orcid ID 0000-0003-2225-7993
Yalova Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Kimya ve Süreç Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

.....

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

.../.../.....

Selma DEMİR BIYIKLI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ERİKTE BOR HAREKETLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Selma DEMİR BIYIKLI

Bursa Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Murat Ali TURAN

Bu çalışmada; Artan dozlarda, farklı bor kaynakları kullanılarak, yapraktan uygulanan borun uygulanan bölgeden taşınımı belirlenmeye çalışılmıştır. Stanley çeşidi erikte, gelişimini yeni tamamlamış yapraklara artan dozda borik asit (H_3BO_3) ve Etidot-67 ($Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$) uygulanmış ve aynı sürgünde oluşan genç yapraklardaki, dallardaki ve bir sene önceki sürgünlerde bulunan yaprak ve dallardaki bor içerikleri belirlenmiştir. Çalışmada borik asit ve Etidot-67'nin 0, 500, 1000 mg B kg^{-1} içeren dozları kullanılmıştır. Araştırmada gelişimleri homojen, Prunus domestica cv. Stanley tipi erik ağaçlarından oluşan bahçeden 18 ağaç belirlenmiştir. Her bir ağaçtan beş yeni sürgün seçilerek sürgün üzerinde o sene gelişimini yeni tamamlamış yapraklara uygulama yapılmıştır. Bor uygulamaları 7 gün arayla 3 defa tekrarlanmıştır. Son uygulamadan 15 gün sonra deneme sonlandırılmıştır. Deneme sonunda her ağaçtan uygulama yapılan sürgünlerden uygulama bölgesi bir önceki sene süren ve uygulama bölgesinden sonra gelişim gösteren sürgünlerden dal ve yaprak örnekleri alınmıştır.

Yapılan uygulamalar; seçilen dallar üzerinde uygulama yapılan bölgenin bor içeriğine etki ettiği gibi uygulama yapılmayan genç yaprak ve dallarında bor içeriklerini arttırmıştır. Ancak uygulama yerinden önceki yaşlı yaprak ve dalların bor içeriklerinde istatistiksel olarak önemli görülen bir değişim gözlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Erik, bor, taşınım,
2020, vii + 45 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION of BORON TRANSPORT in PLUM

Selma DEMİR BIYIKLI

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Doç. Dr. Murat Ali TURAN

In this study; In increasing doses, using different boron sources, the transport of boron from the foliar application was tried to be determined. Stanley variety in plum, increasing dose of boric acid and Etidot-67 applied to newly completed leaves and determined boron content of young leaves formed in the same shoot, branches and leaves and branches found in the shoots of the previous year. In the study, 0, 500, 1000 mg B kg⁻¹ doses of boric acid and Etidot-67 were used.

In this research, homogeneous growth 18 trees were selected from the Stanley type plum orchard. Five new shoots were selected from each tree and application made on leaves on the shoots that were newly completed. Boron applications were repeated 3 times with an interval of 7 days. The trial was terminated 15 days after the last application. At the end of the experiment, the branches and leaves were taken from the shoots, which were applied from each tree, from the shoots, the application area of which lasted last year and developed after the application area. Applications made; As it affects the boron content of the application area on the selected branches, it also increased the boron contents in the young leaves and branches that are not treated. However, no statistically significant change was observed in the boron contents of aged leaves and branches which comes before the application spot.

Key words: Plum, boron, transport

2020, vii + 45 pages.

TEŐEKKÜR

Tamamlamış olduğum bu yüksek lisans tez çalıőmamın bütün aőamalarında değerli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile her öğrencisinde olduğu gibi bana da en önemli yol gösterici olan ve desteğini her zaman yanımda bulduğum çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Murat Ali TURAN' a teőekkür eder, saygılarımı sunarım

Araştırma süresince arazi ve laboratuvar çalışmalarında ilgi ve yardımlarını esirgemeyen arkadaőım Seda CANSIZER' e, ayrıca bu tezin tamamlanmasında yardımını ve desteğini esirgemeyen sevgili eőim Mustafa BIYIKLI' ya teőekkür ederim.

Selma DEMİR BIYIKLI

.../.../.....



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1. Denemedin kurulduğu bahçenin toprak özellikleri.....	15
3.2.Yöntem	15
3.3. Toprak Analizlerinde Kullanılan Analiz Metotları.....	20
3.4. Bitki Analizlerinde Uygulanan Yöntemler.....	22
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	25
5. SONUÇ	33
KAYNAKLAR.....	34
ÖZGEÇMİŞ.....	41

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
>	Büyüktür
<	Küçüktür
°C	Santigrad derece

Kısaltmalar	Açıklama
μS	Mikro siemens
B	Bor
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyumkarbonat
cm	Santimetre
Cu	Bakır
Da	Dekar
EC	Elektriksel iletkenlik
Fe	Demir
Ha	Hektar
K	Potasyum
kg	Kilogram
km	Kilometre
L	Litre
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
mL	Mililitre
Mn	Mangan
N	Azot
P	Fosfor
pH	Potansiyel hidrojen
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Bazı meyve ağaçlarının yapraktan bor uygulamasından sonra uygulama yapılan dalın bor içeriğindeki değişim.....	13
Şekil 3.1. Deneme kurulan bahçenin uydu görüntüsü	14
Şekil 3.2. Deneme kurulan bahçenin genel görünüşü.....	14
Şekil 3.3. Uygulama için seçilen erik dallarının görünüşü	17
Şekil 3.4. Sürgün üzerinde bor uygulamalarının yapıldığı kısım	17
Şekil 3.5. Gübre uygulamalarında kullanılan seperatör.....	18
Şekil 3.6. Seçilen dalların seperatörle ayrılan kısmına uygulama yapılışı 1	19
Şekil 3.7. Seçilen dalların seperatörle ayrılan kısmına uygulama yapılışı 2.....	20
Şekil 3.8. Yaprak ve dal örneklerinin kurutmaya hazırlanışı.....	22
Şekil 3.9. Yaprak ve dal örneklerinin kurutulması.....	22
Şekil 3.10. Bitki örneklerinin analize hazırlanmasındaki kimi evreler.....	23
Şekil 3.11. Bor analizi için bitki örneklerinin kuru yakmaya hazırlanışı.....	23
Şekil 3.12. Bitki örneklerinde bor analizinden görüntüler.....	24
Şekil 3.13. Örneklerin Bor analizinden renklendirme görüntüleri.....	24
Şekil 4.1. Yapraktan uygulanan Borik Asit' in yaprakların bor içeriğine etkisi.....	26
Şekil 4.2. Yapraktan uygulanan Etidot- 67' nin yaprakların bor içeriğine etkisi.....	27
Şekil 4.3. Yapraktan uygulanan Borik Asit' in dalların bor içeriğine etkisi.....	29
Şekil 4.4. Yapraktan uygulanan Etidot- 67' nin dalların bor içeriğine etkisi.....	29

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Toprak analiz sonuçlarının sınır değerleri.....	16
Çizelge 3.2. Deneme konuları.....	20
Çizelge 4.1. Yapraktan uygulanan bor içerikli gübrelerin yaprakların bor içeriğine etkisi.....	27
Çizelge 4.2. Yaprak bor içerikleri varyans analiz tablosu ve efekt testi.....	28
Çizelge 4.3. Yapraktan uygulanan bor içerikli gübrelerin dalların bor içeriğine etkisi.....	30
Çizelge 4.4. Dal bor içerikleri varyans analiz tablosu ve efekt testi.....	31

1. GİRİŞ

Dünya bor rezervinin yaklaşık olarak % 60-70' ine sahip olan ülkemizde, bilinen bor maden yataklarının tamamı Batı Anadolu' da bulunmaktadır. Bu güne kadar belirlenmiş bor yatakları, Marmara Bölgesi'nin güneyinde, yaklaşık 45000 km²' lik bir alan içinde Bigadiç, Sultançayırı, M.Kemalpaşa, Kestelek, Emet ve Kırka bölgelerini kapsamaktadır (Özkurt 2000, Güneş ve ark. 2000, Helvacı 2004).

Bitkilerin sağlıklı gelişebilmesi için gerekli olduğu bilinen mikro besin elementlerinden biriside bordur (Gezgin ve ark. 2001). Borun bitkilerin sağlıklı gelişebilmeleri için mutlak gerekli bir bitki besin elementi olduğu yıllar önce tespit edilmesine rağmen, (Bowen ve Gauch 1965, Alpaslan 1996), bitki bünyesindeki fonksiyonları, bitki metabolizması ve gelişimi üzerindeki rolü konusunda çalışmalar halen devam etmektedir (Blevins ve Lukaszewski 1998, Reid ve Ark. 2004). Eldeki bilgilere göre bor elementi, bitkilerin bünyesinde karbonhidrat ve protein metabolizmasında, bitki dokularının farklılaşmasında, auxin ve fenol metabolizmalarında, hücre membranlarının permeabilitesinde, polenlerin çimlenmelerinde ve polen tüpü büyümesinde mühim roller üstlenmektedir (Alpaslan 1996, Marschner 1995, Kacar ve Katkat 2010). Bitkiler için temel besin elementi oluşunun dışında bitkiler için optimum ve toksik seviyelerinin birbirine yakın olması nedeniyle, tarımsal açıdan önemli bir besin elementi olarak değerlendirilmektedir (Blevins ve Lukaszewski 1998). Bor bitkilerde; şekerlerin taşınmasında, hücre duvarı sentezinde, lignifikasyon olgusunda, hücre duvarı strüktürünün oluşumunda, karbonhidrat metabolizmasında, RNA metabolizmasında, solunumda, Indol asetik asit (IAA) metabolizmasında, fenol metabolizmasında, biyolojik membranların yapılarında ve fonksiyonlarını yerine getirmesinde önemli ve hayati işlevlere sahiptir (Blevins ve Lukaszewski 1998, Demirtaş 2005).

Bitkilerin terleme (Transpirasyona) faaliyetleri sonucu bor, bitkilerin uç noktalarına kadar ksilem iletim boruları aracılığıyla taşınır. Topraktan Boru alınması ve iletim borularına kadar taşınması bitkinin su alımı ile yakın bir ilişki vardır. Bor bitkilerde immobil (hareketsiz) olması sebebiyle yaşlı yaprakların içerdiği bor miktarı genç yapraklardan daha fazla olduğu bildirilmiştir. Bitki içinde B' un ksilemde hareketliliğini gösteren bir

başka delil; yeşil yapraklardaki B noksanlığının tipik olarak meristematik dokularda (uç tomurcuklar ve genç yapraklar) görülürken, B toksitesi belirtileri genellikle bitkinin terlemesi sonucu suyun yaprağı terk ettiği bölgelerde yani çoğunlukla gelişimini tamamlamış yaşlı yaprakların kenarlarında kısımlarında görülmesidir (Oertli 1994, Marschner 1995). Kimi bitkilerde (örn: erik) Polyol bileşikleri ile B etkin bir şekilde kompleks oluşturma yeteneğine sahip oldukları ve bu sayede borun floemde taşınabildiği belirlenmiştir.

Birçok bitki türünde, bitkilerin genç kısımları gelişimlerini destekleyici yeterli boru alamazken, bor noksanlığına maruz kalan bitkiler olgun yapraklardaki bor konsantrasyonunu korurlar. Fakat elma, badem, şeftali, erik gibi bitkilerde bor noksanlığında borun homojen bir şekilde bitki bünyesinde yayıldığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu bitki türlerinde genç yapraklardaki bor konsantrasyonunun olgun yapraklardaki bor konsantrasyonundan daha yüksek olduğu bulunmuştur (Brown ve Shelp 1997, Brown ve Hu 1998). Bu dağılım örneği transpirasyon süresince gerçekleşen bor dağılımını açıklamaya yetmemektedir. Bu bitki türleri yaygın olarak mannitol ve sorbitol içeren şeker alkolleri içerir ve bunları fotosentez ürünlerinin floemde taşınımında kullanır. Çünkü şeker alkolleri cis-hydroxyl grupları içerir ve bu gruplar borik asit ile kolayca organik kompleksler (polyB complex) oluştururlar ve floemde borun taşınımını sağlarlar (Tanaka ve Fujiwara, 2008).

Birçok bitkide türünde bor miktarı sağlıklı büyüme için gerekli olan miktarın biraz üzerinde bulunması durumunda toksik etkiler görülmektedir. Ancak bu değerler bitkinin tür ve çeşidi yanı sıra yetiştirildikleri ortam özellikleri ve ortamda bulunan yarayışlı bor miktarı ile de yakından ilgilidir. Toprak çözeltisinde bulunan borun bitkiler tarafından alınmasını etkileyen en önemli toprak özelliğinin pH olduğu, toprak pH'ındaki artışlara ve gereğinden fazla kireç uygulamalarına bağlı olarak bitkilerdeki bor alımının azaldığı bildirilmiştir (Bartleta ve Picarelli, 1973, Demirtaş 2005). Sonuç olarak noksanlık ve fazlalık durumunda bitkilerin fizyolojik gelişimlerinde ürün kalitesinde ve veriminde önemli kayıplar olacaktır. Kaliteli ürün eldesi ve verim kayıplarının minimum seviyelere düşürülmesi için diğer besin elementleri gibi borun da yeterli, dengeli ve düzenli gübreleme uygulamaları ile temin edilmesi gerekir (Gökmen ve Gezgin 2010). Yapılan

bu çalışma erik ağacında borun hareketliliği ile yüksek miktar ve kalitede erik üretimi için ekonomik, etkin ve uygulanabilir bor gübreleme dozunun yanında uygulama yöntemi, sıklığı gibi parametrelerinde belirlenecek olması çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.



2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bor, bitkilerin sağlıklı gelişebilmesi için gerekli olan mikro besin elementlerinden birisidir. Borun yüksek bitkiler için mutlak gerekli bitki besin elementi olduğu neredeyse 100 yıl önce belirlenmiştir (Warrington 1923). Bor' un bitki bünyesinde nükleik asit, protein, amino asit ve nitrat; şeker ve nişasta; oksin ve fenol metabolizmalarının yanında kök uzaması, çiçek oluşumu, tohum üretimi ve ayrıca membran fonksiyonları üzerindeki etkileri günümüzde bilinmektedir (Gupta 2007).

Bor noksanlığında genellikle bitkinin genç dokuları ve büyüme noktaları olumsuz etkilenir. Bitki türüne ve bor eksikliğinin ortaya çıktığı gelişim dönemine bağlı olarak; bitki köklerinin uzaması, yaprakların oluşumu ve gelişimi ve bitkide generatif özelliklerin azalmasıyla kendini gösterir (Dell ve Huang 1997, Goldbach ve ark. 2001). Bor fazlalığında bitkide özellikle sürgün büyümesi geriler, gelişimini tamamlamış yaprakların uçlarında ve kenarlarında sararmalar görülür (Reid ve Fitzpatrick 2009). Gutasyon ile su damlaları içinde fazla boru dışarı atma bazı bitkilerin bor birikiminin oluşturacağı toksik etkilerden sakınmada kullandığı bir mekanizmadır (Taban ve Erdal 2000). Borun bitkiler tarafından topraktan alınmasını etkileyen önemli toprak özelliklerinden biriside toprak pH' sı olduğu, toprak pH' sındaki yükselme ve kireç konsantrasyonuna bağlı olarak bitkilerdeki bor alımının azaldığı bilinmektedir. Noksanlık ve fazlalık durumunda bitkilerin kalitesinde ve veriminde önemli ölçüde kayıplara neden olan borun meyve ağaçlarına en yaygın uygulama yöntemi yapraklara püskürtme şeklindedir. Bununla birlikte bitki besin elementlerinin yaprak yüzeyinden absorbe olma yetenekleri bakımından bor immobil sınıfta yer almaktadır (Kacar ve Katkat 2010).

Kültür bitkileri içerdikleri B miktarı ve sağlıklı gelişebilmeleri için gerekli olan bor miktarları bakımından önemli farklılıklar gösterir. Genellikle tek çenekli bitkilerin (örneğin; buğday yulaf arpa) bor ihtiyaçları nispeten daha düşüktür. Yonca, pancar, turp kereviz ve kuşkonmaz gibi bazı bitkilerin bor ihtiyaçları ise fazladır. Pamuk, mısır, domates, zeytin, armut ve kiraz gibi bazı bitkilerin bor ihtiyaçları ise orta seviyededir (Kacar ve Katkat 2010).

Bitkiler arasında olduğu gibi bitki organları arasında da B miktarları farklıdır. Aynı koşullarda yetiştirilen ve eşit miktarlarda su ile sulanan elma ve cevizin yapraklarının değişik kesimlerinde olduğu gibi bitkinin değişik organlarında da B miktarları önemli derecede farklıdır. Bitki organları arasında bor en çok yapraklarda bulunmaktadır. Bitkinin kök, meyve ve tohumlarında ise bulunan bor miktarı yapraklara oranla daha azdır. (Brown ve Shelp 1997).

Bitkilerde B alımını bazı çevresel etmenler etkilemektedir. Bu çevresel etmenlerin en önemlisi toprak nemidir. Kuraklık kaynaklı stres ise bor alımını diğer mikro elementlere göre daha fazla etkilemektedir. Bu sebeple bitkilerde B alımı toprak nemi azaldığında önemli derecede azalır (Baley 1971, Sherrell ve Toxopeus 1978, McQuarrie ve ark. 1983). Toprak nem içeriğine bağlı olarak toprak çözeltisindeki suyun azalması kitle akımı ile difüzyonun azalmasına ve dolayısıyla köklerden B alımının azalmasına sebep olur. Kimi araştırmacılar (Evans ve Sparks 1983, Flannery 1985) kuraklık stresinde B alımının azalmasını toprakta mineralizasyonun azalmasına ve organik bağlı B' un bitkiye yayarışlı şekilde geçememesine dayanarak açıklamışlardır.

Işık intensitesinin de yeşil bitkilerin B alımı üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Işık intensitesi, bitkilerin fotosentez sürelerinin uzaması ve transpirasyon oranlarının artması bitkilerin B alımına pozitif yönde etki etmektedir (McInnes ve Albert 1969, Çakmak ve ark. 1995). Ayrıca toprak sıcaklığının artması da bitkilerin B alımını pozitif yönde etkilemektedir. Toprak sıcaklığı 20 °C' den 31 °C' ye yükseldiği zaman mısır bitkisinde su tüketimi yaklaşık 2 kat artarken B alımı 10 kat artmıştır.

Bitkilerdeki hareketliliği immobil sınıfta olması nedeniyle bor miktarı, yaşlı yaprak dokularında genç yapraklara kıyasla daha fazladır. Çift çenekli bitkilerin B içerikleri genellikle tek çenekli bitkilere göre daha yüksektir. Haşhaş ve benzeri bitkilerin bor içerikleri ise en yüksektir. Bor noksanlığı için kritik düzeyler kuru maddede mg B kg⁻¹ olarak graminea' larda (örneğin buğday, arpa vb.) 5-10 mg B kg⁻¹ iken, çiftçenekli bitkilerde (üçgül vb.) 20-70 mg B kg⁻¹ ve haşhaş ve benzeri (papaver) bitkilerde ise 80-100 mg B kg⁻¹ şeklinde rapor edilmiştir (Bergmann 1992).

Bitki gelişmesi için mutlak gerekli bir besin elementi olarak 1923 yılında belirlenmiştir. O zamandan, günümüze kadar geçen zaman içerisinde borun bitkiler üzerindeki fizyolojik ve biyokimyasal fonksiyonları hakkında pek çok araştırma yapılmıştır (Çakmak ve Römheld 1997). Ancak, açıklığa kavuşturulmamış birçok husus bulunması nedeniyle bor hakkındaki araştırmalar günümüzde de yoğun olarak devam etmektedir. Borun bitki metabolizması ve bitki fizyolojisindeki işlevlerine dair bilgiler bor noksanlığında ve uygulanması durumunda bitkilerdeki değişimlere bakılarak tespit edilmeye çalışılmaktadır. Parr ve Loughman' a (1983) göre “ bor bitkilerde: şekerlerin bitki organları arasında taşınmasında, hücre duvarının sentezinde, lignifikasyon olgusunda, hücre duvarı strüktürünün oluşumunda, karbonhidrat metabolizmasında, RNA (ribonükleik asit) metabolizmasında, solunumda, İAA (indolasetik asit) metabolizmasında, fenol metabolizmasında ve biyolojik membranların yapısal ve fonksiyonel özellikleri üzerinde önemli işlevlere sahiptir”. Son yapılan araştırmalarla askorbat metabolizmasında da borun önemli bir işleve sahip olduğu saptanmıştır (Lukaszewski ve Blevins 1996). Tüm bunlara karşın borun enzimlerin yapılarında yer aldığına ya da enzimlerin aktivasyonlarında doğrudan görev yaptığına ilişkin bir bulguya henüz rastlanamamıştır. Bor, hücre çeperi bileşenleri ile etkileşime girer ve polihidroksil bileşikleri oluşturmak suretiyle hücre çeperlerinin ince yapılı ve güçlü sentezlenmesinde görev alır. Bor elementini yeterli düzeyde içermeyen bitkilerde hücre duvarlarında belirgin şekil bozuklukları meydana gelir. Bitkilerin gövdelerinde çatlaklar (cracked stem) ve mantarlaşmış gövde (stem corkiness) bu nedenle oluşur (Shelp 1988). Buna paralel olarak hücre duvarı boyutu ile hücre duvarı materyalinin toplam ağırlıktaki oranı artar. Örneğin yeterli bor noksanlığı durumunda kereviz bitkisinde hücre duvarı kalınlığı normalden 4 kat daha kalın olur. Kesilmelerinden hemen sonra kahverengine dönüşmeleri nedeniyle patates, ticari değerini büyük ölçüde yitirir.

Meristematik dokuların hızlı şekilde gelişmesinde, bitkinin generatif organları olan polen tüplerinin sağlıklı büyümesinde, polenlerin normal ve sağlıklı olarak gelişme ve çimlenmelerini sağlamasında bor önemli etkinliğe sahiptir. Sayılan bu sebeplerden dolayı bor noksanlığı, bitkilerde vejetatif gelişmeye kıyasla generatif gelişme bakımından daha büyük önem arz etmektedir. Öte yandan kök ortamında yeterli düzeyde bor bulunmadığı takdirde köklerin uzamasının yavaşladığı yahut tamamen durduğu ve kök sisteminin

bodurlaşmış ve çalılışmış bir form aldığı gözlenir. Kök uzaması, hücre bölünmesi başta olmak üzere hücre duvarı sentezi ile de doğrudan ilişkilidir. Bor noksanlığında indol asetik asit (İAA), deoksiribonükleik asit (DNA) sentezi azaldığı gibi, ribonükleik asit (RNA) miktarı yanında hücre bölünmesi ve kök uzaması da önemli düzeyde azalmaktadır (Moore ve Hirsch 1983).

Borat-şeker kompleksi oluşturmak suretiyle, yüksek bitkilerde şekerlerin kısa ve uzun aralıklarda taşınmaları üzerine borun olumlu etki yaptığı şeklindeki sav günümüzde geçerliliğini yitirmiştir. Floem içerisinde taşınan şeker bileşiği sakkaroz ile bor arasında çok zayıf kompleks oluşması nedeniyle şekerlerin taşınmasında borun rolü olmadığı saptanmıştır. Buna karşın borun bitki kök dokularının karbonhidrat içeriklerinin artmasına ve dolayısıyla daha fazla karbonhidrat salgılanarak kök yöresinde mikoriza kolonilerinin bağlanıp çoğalmalarına destek olduğu tespit edilmiştir (Atalay ve ark. 1988, Dixon ve ark. 1989).

Kültür bitkilerin beslenmesinde organik ve/veya kimyasal kökenli gübreler bor kaynağı olarak kullanılabilir. Ahır gübresi, kuru madde ilkesine göre yaklaşık 17.4 mg B kg⁻¹ içerir (Kacar 1997). Ahır gübresi yanında çeşitli bitkisel ve hayvansal kaynaklı organik materyallerden kompost yapılabilmektedir. Kent atıkları ile kanalizasyon atıklarından (sewage sludge) da bor kaynağı olarak faydalanılabilir. Ancak kullanılacak materyalin kökeni ne olursa olsun, bor kaynağı olarak değerlendirildiğinde materyalin toksik etki oluşturacak düzeylerden kaçınılması gerekmektedir.

Boraks ve sodyum tetraborat kimyasal bor kaynakları arasında en çok bilinen ve kullanılan bor kaynağı gübrelerdir. Kullanım yoğunluğu bakımından bu gübreleri sodyum pentaborat ve solubor takip eder. Solubor haricinde öteki sodyum borat içerikli gübreler yüksek çözünme yetenekleri sebebiyle toprağa doğrudan uygulandığı gibi bitkilere püskürtülmek suretiyle de verimli bir şekilde uygulanabilir. Borik asidin kullanımı diğerlerine göre daha kısıtlıdır. Bir çeşit kalsiyum borat bileşiği olan ve doğal olarak oluşan kolemanit az ve yavaş çözünme özelliği sebebiyle çoğunlukla kumlu topraklarda uygulanmaktadır. Kolemanit topraktan sodyum borat türevlerine kıyasla daha az yıkanarak yitmektedir. Suda çözünmesi daha zor olan bor frits bileşiği ise genellikle ince

parçacıklar halinde öğütülerek uygulandığı takdirde yapılan uygulamadan fayda sağlanabildiği rapor edilmiştir. Toprağa yapılacak uygulamalarda uygulanacak bor içerikli gübre miktarı gübrelenecek bitkinin çeşidine ve türüne, gübrenin verilme yöntemine, bölgenin yağış rejimine, toprağın kalsiyum karbonat ve organik madde içeriği gibi faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Genelde toprağa uygulanan optimum B düzeyleri 7 kg B da⁻¹ ile 22 kg B da⁻¹ arasında değişmektedir. Borlu gübreler yaygın olarak ekimden önce toprak yüzeyine serpilerek verilir ve toprakla karıştırılır. Banda uygulamalarda gübre miktarı toprak yüzeyine uygulanan miktara göre daha az olmalı ve toksik etki edebileceğinden tohuma yakın bir yere uygulama yapılmamalıdır.

Bitki yapraklarına püskürtülerek uygulanan bor içerikli gübrelerin, meyve ağaçları, fındık ve asma gibi çok yıllık bitkilerde başarılı sonuçlar vermektedir. Yapraktan yapılacak gübrelemelerde tercih edilecek B miktarı, toprağa verilen B miktarının % 10' u ile %50' si civarındadır. Ancak B immobil olduğu için uygulamalar 3- 4 kez tekrarlanmalıdır. Toksik etkisi nedeniyle bor uygulama miktarı büyük önem taşır. Hanson ve Breen (1985) ve Shrestha ve ark. (1987) ilkbahar döneminde fındık (*Corylus americana* Marshall) ve erik (*Prunus domestica*) ağaçlarına yapraktan uyguladıkları 300 - 600 mg B L⁻¹ ile ağaçlarda meyve tutumu ve bitki dokularının B içeriklerinin artırılması bağlamında başarılı sonuçlara ulaşıldığını bildirmişlerdir.

Siltli ve killi topraklarda bor içerikli gübrelerin sonraki etkileri kumlu topraklara göre daha uzun sürmektedir. Bor içerikli gübreler arasında çözünürlüğü az olanlar daha uzun süreli sonraki etkiye sahiptir. Yıllık bitkilere püskürtülerek B uygulamasının sonraki etkisi izleyen yılda genelde görülmemektedir. Toprağa saçılarak Borat- 65 şeklinde uygulanan 2 kg B ha⁻¹ tınlı bir toprakta yonca (*Medicago sativa* L.) bitkisi ve çayır üçgülü (*Trifolium pratense* L.) bitkilerinin bor gereksinimlerini 2 yıl süre ile karşılamaya yeterli olduğu belirlenmiştir (Gupta 1985).

Dışarıdan uygulanan B konsantrasyonları yüksek veya yeterli olduğunda, B' un bitkilerdeki alımı ve dağılımı büyük ölçüde su alımı ve bitki içindeki hareketi ile açıklanabilmektedir. Bununla birlikte, B konsantrasyonlarının düşük ve yetersiz olması durumunda, kanallar ve taşıyıcılar B'nin bitki içindeki alımını ve dağılımını önemli

ölçüde kontrol altına alırlar. Köklerdeki kanallar ve taşıyıcılar, borun ksilem içine alınmasını ve yüklenmesini destekler. Düşük terleme oranlarına sahip çiçekler, polen ve tohumlar için, kanallar ve taşıyıcılar muhtemelen noksanlık durumlarında B alımlarına katılırlar. Floemdeki borun hareketliliği türler arasında değişkenlik gösterebilir. Birçok bitkide, B floem içinde hareketsizdir ve büyüyen dokular büyük ölçüde ksilem veya ksilem- floem transferi yoluyla sağlanan bora dayanır. Bununla birlikte, floemde mevcutsa, B- kompleksleştirici bileşikler, özellikle şeker alkollerini B' nin serbest dolaşımına izin verir. (Bell, 2017)

Bor, kumlu ve organik maddece fakir topraklarda hızlıca yıkanabilen bir elementtir. Bu sebeple kumlu topraklarda ve düşük pH değerine sahip (asit karakterli) topraklarda, ayrıca fazla yağış alan bölgelerde ve çok sık sulamanın yapıldığı yetiştiricilik sistemlerinde borun önemli bir kısmının topraktan yıkanması olasıdır. Yağış rejimi ve miktarı yüksek olan bölgelerde bor topraktan kolayca yıkanabilmektedir. Yapraktan yapılan uygulamalar açısından da aşırı yağış alan bölgelerde bitki yapraklardan da önemli miktarlarda borun yıkandığını işaret eden çalışmalar bulunmaktadır (Reid ve Fitzpatrick 2009)

Türkiye' de önemli sanayi domatesi üretim alanları arasında yer alan İzmir, Manisa, Balıkesir ve Bursa, şehirlerinde yürütülmüş bir çalışmada domates bahçelerinin bor besin elementi düzeylerinin belirlenebilmesi amacıyla toprak ve yaprak numuneleri toplanmıştır. Toprak numunelerinin alınabilir bor içerikleri, yaprakların ise toplam bor kapsamı tespit edilip, domates için bildirilen sınır değerleri ile karşılaştırılarak domateslerin bor ile beslenme durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Ulaşılan sonuçlar, incelenen toprakların % 27' sinin alınabilir bor miktarı bakımından yetersiz ($< 0,5 \text{ mg B kg}^{-1}$) sınıfta olduğunu göstermiştir. Yaprakların B içerikleri sınır değerlerle karşılaştırıldığında % 2' sinin 30 mg B kg^{-1} ' dan daha az , % 11' inin ise 100 mg B kg^{-1} ' dan yüksek olduğu ve fazla olarak sınıflandırıldığı sonucuna varılmıştır. Önemli domates üretim alanlarından olan Kemalpaşa ve Karacabey ovaları ayrıca Balıkesir' e bağlı bazı köylerde domates yetiştirilen alanlardan alınan toprak ve yapraklarda bor içeriklerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Toprakların alınabilir bor içeriği ile toprak kil oranı, toprak organik madde miktarı, alınabilir fosfor, değişebilir magnezyum miktarları ve ayrıca yaprak toplam fosfor içerikleri arasında, istatistiksel olarak önemli pozitif ilişkiler

tespit edilmiştir. Ayrıca yaprak demir içeriği ve yaprak bor içeriği arasında ise negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. (Uysal ve ark. 2017).

Bitkilerin bor içeriklerinin tespit edilmesinde genç yaprakların örneklenmesi ve analizi önemlidir. Yaprak örneklemede gelişimini tamamlamış yaşlı yaprakların örnek olarak alınması, analiz sonuçlarında bitkilerin gerçek bor içeriğinin tespit edilememesine neden olabilir. Bu yaprak örneklerinden elde edilen sonuçlar yanlış yorumlamalara neden olabilir. Bor ihtiyacı fazla olan bitkilerin bor ile beslenmesi yeterli düzeylerde olduğunda bitki yapraklarında 25 ile 75 mg B kg⁻¹ arasında bor bulunur. Tahıl gurubu bitkilerde ise, bor gübrelemesinin yeterli seviyede olması halinde yaprakların bor içerikleri genelde 5 mg B kg⁻¹ ile 25 mg B kg⁻¹ arasında değişmektedir. Örnek olarak, aynı şartlarda yetiştirilen buğday yapraklarında bulunan bor miktarı 5-10 mg B kg⁻¹ arasındayken, şeker pancarı gibi bor ihtiyacı fazla olan bitkilerde ise bu değer 100 mg B kg⁻¹ e yükselebilmektedir (Gupta 1979, Marschner 2012).

Bitkilerin bor noksanlığına maruz kalmasını engellemek amacıyla kullanılacak çok sayıda bor içerikli gübre bulunmaktadır. Bunların en önemlileri: ETİDOT- 67 (disodyum oktaborat tetrahidrat; Na₂B₈O₁₃. 4H₂O; % 20,9 B), boraks (Na₂B₄O₇.10H₂O; % 11 B), solubor (Na₂B₈O₁₃.4H₂O, % 20 B), sodyum tetraborat (Na₂B₄O₇.5H₂O; % 14 B), borik asit (H₃BO₃ % 17 B), üleksit (NaCaB₅O₉.8H₂O, % 13,3 B) ve kolemanittir (Ca₂B₆O₁₁.5H₂O; % 15,8 B). Bor gübrelemelerinde; kil içeriği ve pH değeri yüksek topraklarda çözünürlüğü daha fazla olan gübrelerin; buna karşılık su ile yıkanmanın fazla olduğu, pH değeri düşük ve kumlu topraklarda ise çözünürlüğü daha az olan gübrelerin tercih edilmesinde fayda vardır. Bor toksisitesinden oluşabilecek zararını minimum seviyelere indirmek için asit karakterli topraklarda kolemanit ya da üleksit kullanımı tavsiye edilebilir (Salem ve ark. 2011, Abat ve ark. 2015; Brennan ve ark. 2015).

Horuz ve Özcan (2017) yaptıkları çalışmada kireçli toprakta 0,25 kg B ha⁻¹ uygulamasının patlak mısırının (*Zea mays everta*) dekara dane verimi, 1000 tane ağırlığını, yaprak ve tane B kapsamını önemli ölçüde etkilediğini bildirmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde dekara 1000 dane ağırlığı, optimum dane verimi ve dane B kapsamı 2,5 kg B da⁻¹ dozunda gerçekleşmiştir.

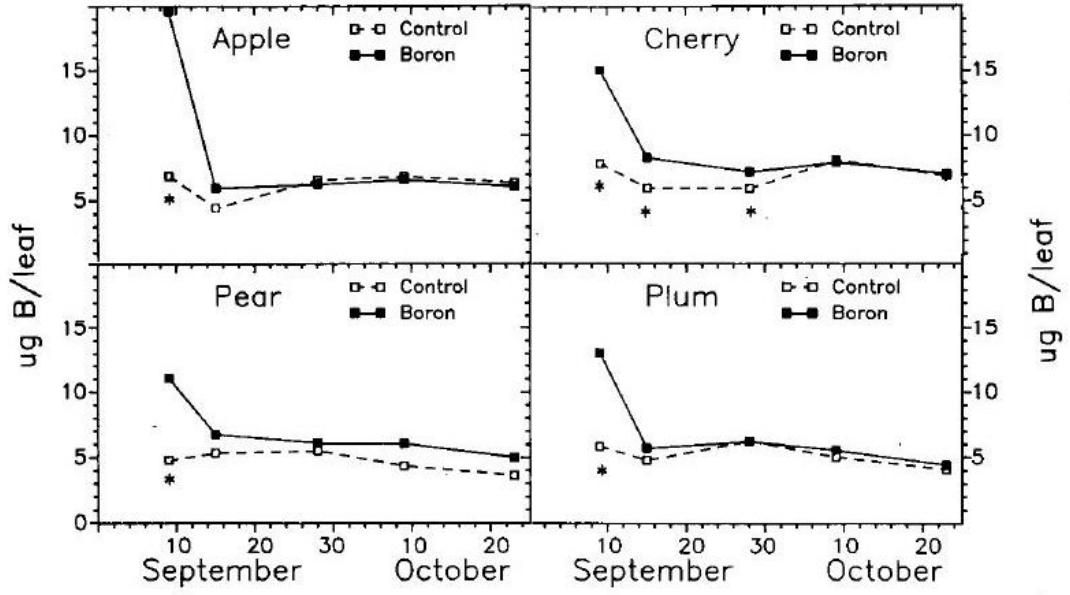
Topraktan B gübrelemesi yüzeye serpme şeklinde yapılmalıdır ve toprakla hafifçe karıştırılmalıdır. Bantlara uygulama yapılması durumunda uygulama dozu daha düşük seviyelerde olmalı ve çözünürlüğü daha az olan bor içerikli gübreler kullanılmalıdır. Aksi halde çimlenme aşamasındaki tohumlar, yeni oluşan kökler ve genç fideler ortama verilen bor içerikli gübre ile temas edebilir ve zarar görebilir. Bitkiler için yapraktan bor gübrelemesi de önem taşımaktadır. ETİDOT- 67, borik asit ve solubor en yaygın kullanılan borlu yaprak gübreleridir. Yaprğa püskürtülerek yapılan bor uygulamaları için en ideal zaman bitkilerin çiçek açmasından 10-15 gün önce ve tane, meyve veya yumru oluşum dönemleri başı olarak bildirilmiştir. Yapraktan yapılacak bor uygulamasında gün içerisindeki en iyi zaman akşamüzeri güneşin batmasına yakın olan saatlerdir (Güneş ve ark. 2017).

Toprağa uygulanan B içerikli gübrenin iki farklı elma çeşidinin (Braeburn ve Mondial Gala) bor içerikleriyle diğer besin elementlerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; artan miktarlarda (0, 0,1, 0,3 ve 0,5 kg B da⁻¹) elma ağaçlarına topraktan bor gübrelemesi yapılmıştır. Deneme tamamlandığında, artan miktarlardaki B içerikli gübre uygulamalarına bağlı olarak yaprak B içerikleri her iki elma çeşidinde de yükselmiştir. Kontrol uygulamalarında 24,6 mg B kg⁻¹ olan Mondial Gala elma çeşidinin yaprak B içeriği, 36,1 6 mg B kg⁻¹ e kadar çıkmıştır. Bereaburn elma çeşidinde ise yaprak B içeriği 28,5 6 mg B kg⁻¹ den uygulamalar sonucunda 44,7 6 mg B kg⁻¹ e kadar yükseldiği gözlenmiştir. Elma ağaçlarının yapraklarında bor uygulamaları sonucunda elde edilen bor ve diğer bazı besin elementi içeriklerindeki değişim, çeşitler arasında farklılık göstermiştir. B' lu gübre uygulamaları ile denemeye konu olan iki çeşide ait yaprakların da B içerikleri artmış ancak çeşitlerin uygulama dozlarına verdikleri tepkileri farklı seviyelerde olmuştur. Bor haricindeki besin elementleri bakımından incelendiğinde de çeşitlerin B dozlarından etkilenme seviyeleri çoğunlukla farklı seviyelerde bulunmuştur (Baysalı ve Erdal 2015).

Eskişehir koşullarında Granny Smith ve Red Chief elma çeşitlerinde sonbaharda hasattan sonra (30 Eylül) veya ilkbaharda çiçek tomurcukları farekulağı döneminde (3 Nisan) iken yapraktan bor uygulaması yapılmıştır. Uygulamaların polen canlılığı, polen çimlenmesi, meyve ağırlığı, meyve tutum oranı, verim, SÇKM, pH, titre edilebilir asitlik, meyve uzunluğu, meyve çapı ve sürgün uzunlukları üzerine etkileri incelenmiştir. Red Chief

elma çeşidinde polen canlılığı, kontrol grubunda % 93 ilkbahar uygulamasında % 98,03 ve sonbahar uygulamasında % 98 olarak bulunmuştur. Polen çimlenme oranı, kontrol grubunda % 28,3 ilkbahar uygulamasında % 55,3 ve sonbahar uygulamasında % 47 olmuştur. Verim, kontrol grubunda 30,13 kg/ ağaç, ilkbahar uygulamasında 34,87 kg/ ağaç ve sonbahar uygulamasında 38 kg/ ağaç olarak tespit edilmiştir. Granny Smith elma çeşidinde ise polen canlılığı, kontrolde % 82,8, ilkbahar uygulamasında % 94,03 ve sonbahar uygulamasında % 92,3 olmuştur. Polen çimlenme oranı, kontrolde % 32,7 ilkbahar uygulamasında % 61,8 ve sonbahar uygulamasında % 41 olarak bulunmuştur. Elma ağaçlarında sonbahar ve ilkbaharda yapraktan bor uygulamasında meyve tutum, verim ve kalitede artış olmuştur. Bu uygulamalardan sonbahar uygulamasında verim ve kalite artışı, ilkbahar uygulamasına göre daha fazladır. Elmalarda yapraktan B uygulamasının hasattan sonra sonbaharda yapılması tavsiye edilebilir (Çilekar ve Eşitken, 2019).

Borun meyve ağaçlarında hareketliliği konusunda potansiyel tür farklılıklarının araştırıldığı bir çalışmada; Bartlett armutlarına (5 yaşında), Starking Delicious elma (30 yaşında), Montmorency vişne (7 yaşında) ve Stanley erik (10 yaşında) ağaçlarına yapraktan 500 mg B L⁻¹ uygulanarak incelenmiştir. Uygulamadan 3, 9, 22, 33 ve 47 gün sonra her bir deneme ünitesinden (dal başına iki ila üç) on yaprak toplanarak bor içerikleri tespit edilmiştir. Bulunan sonuçlar erik ağaçlarında emilen B' un yapraklardan taşındığını ve en hızlı taşınımın uygulamadan hemen sonra gerçekleştiğini göstermektedir. Bor uygulamalarından 3 gün sonra yaprakların B içeriği % 90 (vişne) ile % 185'e kadar (elma) artmıştır. Bor uygulanmış elma, armut ve erik yapraklarının B içeriği daha sonra hızla düştü ve uygulamalardan 9 gün sonra kontrol yapraklarındaki seviyelere yaklaşmıştır. Bulgular bor uygulamasından sonra yapraklardaki bor un bitki içerisinde taşındığını ve 26 gün sonra kontrol grubuna yakın seviyelere indiğini göstermektedir. Şekil 2.1' de yapılan uygulamanın zamana bağlı olarak kontrol grubuna oranla değişimleri görülmektedir (Hanson 1991).



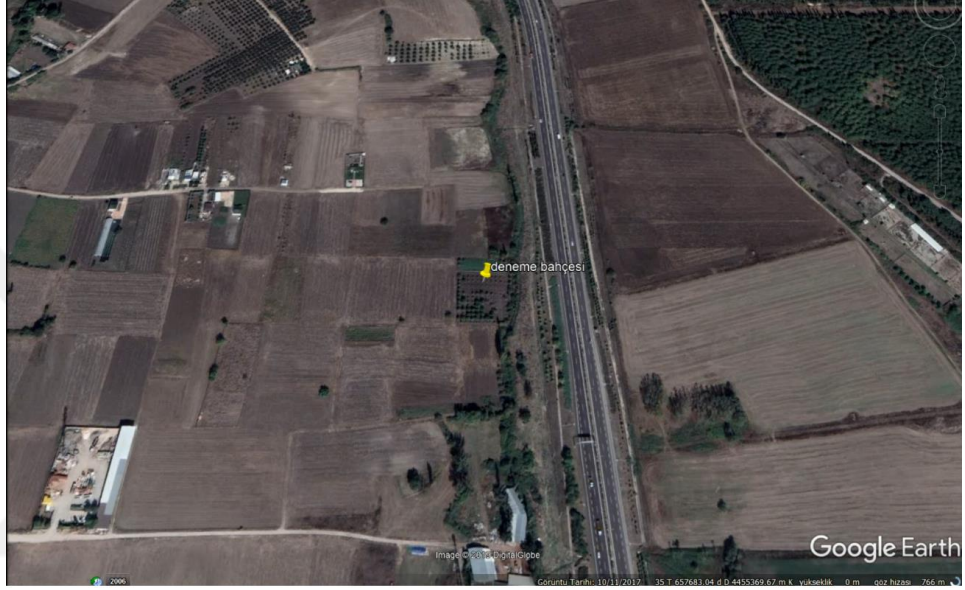
Şekil 2.1. Bazı meyve ağaçlarının yapraktan bor uygulamasından sonra uygulama yapılan dalın bor içeriğindeki değişim (Hanson 1991).

Nyomora ve ark. (1997) badem ağaçlarına yapraktan bor uygulaması yaptıkları çalışmada, erken sonbahar döneminde hasat sonrası uyguladıkları solubor gübresinin 245 ve 490 mg B L⁻¹ dozunun meyve tutumunu ve meyve verimini arttırdığını bildirmişlerdir. Çalışmada 2 ayrı badem çeşidini kullanan araştırmacılar, iki çeşidinde meyve veriminin arttığını ancak çeşitler arasında verim artışında farklılıklar gözlemlendiğini 735 mg B L⁻¹ dozunun daha düşük dozlardan daha az etki gösterdiğini rapor etmişlerdir. Nyomora ve ark. (2000) badem ağaçlarında yaptıkları başka bir çalışma ile yapraktan bor uygulamalarının çiçek döneminde, polen çimlenmesini arttırdığını rapor etmişlerdir.

Perica ve ark. (2001) zeytin ağaçlarına yapraktan püskürtme yöntemiyle çiçeklenmeden artan miktarlarda uyguladıkları (0, 246, 491 ve 737 mg B L⁻¹) soluborun hem kusursuz çiçek oluşumu hemde meyve seti oluşumunu arttırdığını bildirmişlerdir. Seçilen ağaçların bor noksanlık belirtisi göstermeyen ağaçlar olması, ağaçlarda noksanlık belirtisi görülmesi dahi verim döneminde meyve ağaçlarının bor ihtiyacının yapılan uygulamalar ile giderilmesi gerektiğini işaret etmektedir. Yapraktan yapılan bor uygulamasının faydalı etkileri yıllar arasında değişmekle birlikte meyve miktarının düşük olduğu yıllarda daha belirgin olarak görülmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma kapsamında yürütülen deneme, tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olacak şekilde Bursa ili Nilüfer ilçesi Görükle mevkiindeki yaşları 5- 6 arasında değişen *Prunus domestica* cv. Stanley tipi ağaçlardan oluşan erik bahçesinde sürdürülmüştür (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2)



Şekil 3.1. Deneme kurulan bahçenin uydu görüntüsü (Google Earth, 2019).



Şekil 3.2. Deneme kurulan bahçenin genel görünüşü görüntüleri.

3.1. Denemedin kurulduğu bahçenin toprak özellikleri

Yürütölen deneme Bursa ili Nilüfer ilçesi Görökle mevkiindeki yaşları 5-6 arasında değişen ağaçlardan oluşın erik bahçesinde sürdürölmüştür. Denemenin sürdüröldüğü bahçenin toprağı, kil bünyeli, kalsiyum karbonat (CaCO₃) içeriği % 0,4, organik madde kapsamı % 0,98, toprak reaksiyonu 7,51 ve elektriksel iletkenliği 778 µS cm⁻¹ (1:2,5 toprak:su ekstraktı) olarak belirlenmiştir. Amonyum asetat (NH₄OAc) ile ekstrakte edilebilir potasyum (K) 492 mg kg⁻¹, kalsiyum (Ca) 8006 mg kg⁻¹ ve magnezyum (Mg) 1740 mg kg⁻¹ olarak, sodyum bikarbonat (NaHCO₃) ile ekstrakte edilen fosfor (P) miktarı ise 50 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Toprak örneğinin DTPA ile ekstrakte edilen demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn) içeriği ise sırasıyla 10,27, 4,95, 2,87 ve 20,09 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Toprak örneğinin sodyum asetat (NaOAc) ile ekstrakte edilebilir bor (B) konsantrasyonu 1,82 mg B kg⁻¹ bulunmuştur.

Deneme bahçesinin toprak özellikleri Çizelge 3.1'de sunulan sınır değerler göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

3.2.Yöntem

Araştırma kapsamında yürütölen deneme Bursa ili Nilüfer ilçesi Görökle mevkiindeki yaşları 5-6 arasında değişen ağaçlardan oluşın erik bahçesinde sürdürölmüştür. Verim çağındaki erik bahçesinden yaşları ve gelişim durumları birbirleri ile uyumlu 18 ağaç belirlenerek her bir ağaçtan 5 yeni sürgün seçilmiştir. Sürgün üzerinde o sene gelişimini yeni tamamlamış yapraklara seperatör (Şekil 3.5) yardımı ile uygulama yapılmıştır. Böylelikle dal üzerinde saptan uca doğru 3 ayrı bölge oluşturulmuştur. Deneme planında her deneme ünitesi 1 ağaçtan seçilen 5 sürgünden oluşmuştur. Deneme 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır.

Çizelge 3.1. Toprak analiz sonuçlarının 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



Şekil 3.3. uygulama için seçilen erik dalının görünüşü.



Şekil 3.4. Sürgün üzerinde bor uygulamalarının yapıldığı kısım.



Şekil 3.5. Gübre uygulamalarında kullanılan separatör.

Bu bölgeler daha sonrada sıkça adından bahsedilecek olan; 1- yaşlı, 2- uygulama yapılan kısım ve 3- genç kısımdır. 1 ve 3 numaralı yaşlı ve genç kısma hiçbir surette uygulama yapılmamıştır. Uygulama yapılan kısımlara ise bor uygulamaları 7 gün arayla 3 defa tekrarlanmıştır. Sıfır dozlarında ise saf su uygulaması yapılmıştır. Son uygulamadan 15 gün sonra deneme sonlandırılmıştır. Bütün uygulamalara ticari reçetesine göre bor içermeyen yayıcı yapıştırıcı eklenmiştir. Deneme sonunda her ağaçtan seçilen sürgünlerden uygulama bölgesi, bir önceki sene süren ve uygulama bölgesinden sonra gelişim gösteren sürgünlerden dal ve yaprak örnekleri alınmıştır. Aynı ağaç üzerinde seçilen dallar ilgili kısımlarına ayırarak gruplandırılmıştır ve her grup homojenize edilerek örnekleri oluşturmuştur.



Şekil 3.6. Seçilen dallın seperatörle ayrılan kısmına uygulama yapılması 1

Faktöriyel düzende üç tekerrürlü olarak yürütülmüş olan deneme konuları çizelge 3.1' de sunulmuştur. Faktörlerden birini bor uygulaması yapılan konular oluştururken diğer faktör örnekleme yapılan noktalardan meydana gelmiştir. Böylelikle bor dozlarının uygulama yapılan kısma ve uygulama yapılmayan diğer kısımlara (daha yaşlı ve daha genç) etkisi karşılaştırılabilmektedir.

Örnekleme yaprak ve dal örneği olarak 2 ayrı grupta toplanmış ve ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yaprak örnekleri yaşlı kısım, uygulama yapılan kısım ve genç kısım olarak, ayrıca dal örnekleri yaşlı kısım, uygulama yapılan kısım ve genç kısım olarak üçer örnekleme alanını kapsamaktadır.



Şekil 3.7. Seçilen dallın seperatörle ayrılan kısmına uygulama yapılışı 2

Çizelge 3.2. Deneme Konuları

Bor uygulamaları (mg kg ⁻¹)	Örnekleme yerleri
Borik Asit 0	3-Gübre uygulanmayan genç kısım
Borik Asit 500	
Borik Asit 1000	
Etidot- 67 0	2-Gübre uygulaması yapılan kısım
Etidot- 67 500	
Etidot- 67 1000	1-Gübre uygulanmayan yaşlı kısım

Bor kaynağı olarak Borik asit ve Etidot-67' nin 0, 500 ve 1000 mg B kg⁻¹ dozları uygulanmıştır. Deneme kapsamında ağaçlara bor içerikli başka bir gübre verilmemiştir, rutin bakım, ilaç, sulama ve gübrelemeleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarının istatistiki analizlerinde JMP 7.0 programı kullanılmıştır.

3.3. Toprak Analizlerinde Kullanılan Analiz Metotları

Toprak Bünyesi (Tekstür): Toprak örneklerinin kum, silt ve kil parçacıklarının yüzde dağılımları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği gibi hidrometre yöntemi ile tespit

edilmiştir. Bulunan sonuçlara göre bünye sınıfları Soil Survey Staff (1951)' in bildirdiği şekilde belirlenmiştir.

Toprak Reaksiyonu (pH): Mc Lean (1982) tarafından bildirildiği üzere “Toprak reaksiyon (pH) toprak - su (1:2,5 hacim) süspansiyonunda” WTW 7110 model pH/iyonometresiyle belirlenmiştir.

Toprak Tuzluluğu (EC): Rhoades (1982) tarafından bildirildiği üzere “Toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik (EC) değerleri toprak-su (1:2,5 hacim) süspansiyonunda” WTW Cond 7110 model kondaktivitimetre ile ölçülerek belirlenmiştir.

Toprak Kireç Kapsamı (%CaCO₃): Toprak örneklerinin kireç miktarı Nelson (1982) tarafından bildirdiği şekilde “Scheibler kalsimetresi kullanılarak” belirlenmiştir.

Toprak Organik Madde Kapsamı: Deneme alanının organik madde miktarı Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde “modifiye Walkley-Black yöntemine göre” belirlenmiştir.

Toprağın Toplam Azot Kapsamı (N): Bremmer (1965) tarafından bildirdiği şekilde “Kjeldahl yöntemiyle” Gerhardt Vapodest 450 model distilasyon cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

Toprağın Alınabilir Fosfor Kapsamı(P): Toprakların alınabilir fosfor içerikleri Olsen ve Dean (1965) tarafından aktarıldığı şekilde, “toprak örneklerinin 0,5 M sodyum bikarbonat (pH 8,5) ile ekstrakte edilmesi ile elde edilen süzükte askorbik asit yöntemi ile” Shimadzu BioSpec-mini model spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir.

Toprakta Bulunan Değişebilir Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve Sodyum (Na) Miktarları: Toprak örneklerinin 1 N amonyum asetat (pH 7) çözeltisi ile ekstrakte edilmesi sonucu elde edilen süzüklerde, değişebilir potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve sodyum (Na), ve magnezyum (Mg) ICP-OES ile tespit edilmiştir.

Toprağın Alınabilir Demir (Fe), Bakır(Cu), Çinko(Zn), Mangan(Mn) Miktarları: Toprak örneklerinin DTPA çözeltileri ile ekstrakte edilmesiyle elde edilen süzüklerde ICP-OES ile belirlenmiştir. (Lindsey ve Norwell 1978).

Toprağın Alınabilir Bor (B) Miktarı: Wolf (1971) tarafında bildirdiği şekilde, Azomethin-H metodu ile renklendirilerek spektrofotometrik yöntemle göre Shimadzu BioSpec-mini model spektrofotometresiyle belirlenmiştir.

3.4. Bitki Analizlerinde Uygulanan Yöntemler

Usulüne uygun olarak toplanan yaprak ve dal örnekleri en kısa sürede laboratuvara ulaştırıldıktan sonra, çeşme suyu, yıkama asidi ve saf su ile yıkanmıştır. Havalı kurutma dolabında 65 °C’ de örnekler ağırlıkları sabit olana dek kurutularak nemleri uçurulmuştur. Daha sonra öğütülerek analize hazırlanan bitki örnekleri, Kacar (1972)’ ye göre 550 °C’ de kül haline getirilen bitki örneklerinde 3 N HCl ile ekstraksiyonu ile B analizi için gerekli olan süzük hazırlanmıştır.



Şekil 3.8. Yaprak ve dal örneklerinin kurutmaya hazırlanışı.



Şekil 3.9. Yaprak ve dal örneklerinin kurutması.



Şekil 3.10. Bitki örneklerinin analize hazırlanmasındaki kimi evreler.



Şekil 3.11. Bor analizi için bitki örneklerinin kuru yakmaya hazırlanışı.

Toplam Bor (B): Bitki örneklerinin bor içerikleri, kül haline getirilen örneklerin Wolf (1971) tarafında bildirdiği şekilde, Azomethin-H metodu ile renklendirilerek spektrofotometrik yöntemle Shimadzu BioSpec-mini model spektrofotometresiyle belirlenmiştir.



Şekil 3.12. Bitki örneklerinde bor analizinden görüntüler.



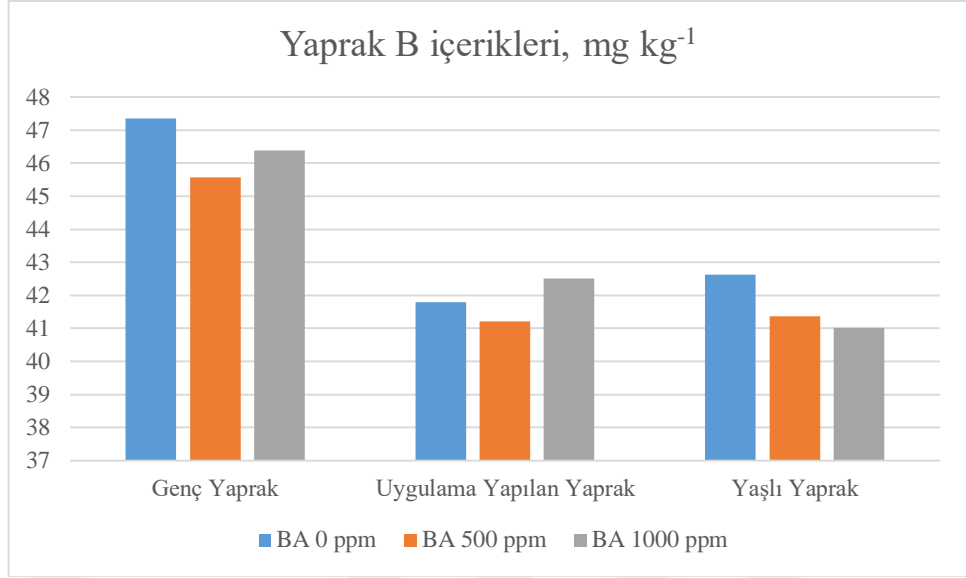
Şekil 3.13. Örneklerin Bor analizinden renklendirme görüntüleri.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan çalışmada bor kaynak ve dozlarına göre 3 bölüme ayrılan bitki örneklerinde bor analizi yapılmıştır. Bu nedenle değerler yaprak ve dal olarak sırasıyla verilmiştir. Bor içeriklerine göre yapraklarda ve dallardaki değişim çizelge 4.1 ve 4.2' de gösterilmiştir.

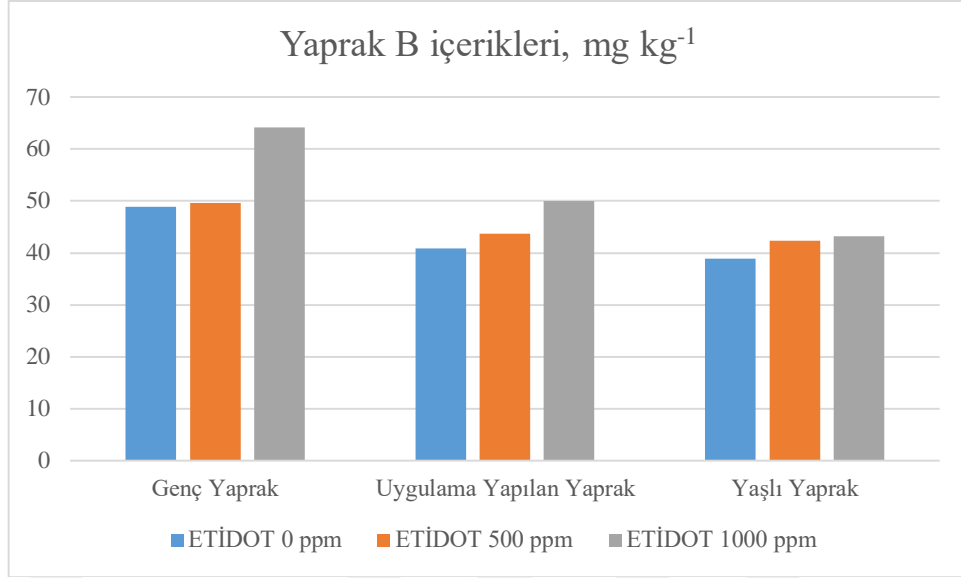
Her iki bor kaynağında da bor içermeyen kontrol uygulamalarında yaprak bor içerikleri sürgünün yaşlı kısmından geç kısmına doğru bir artış göstermiştir. Dışarıdan bor uygulaması yapılmaması durumunda erik ağacı topraktan aldığı boru genç organlarına iletme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Brown ve Shelp (1997) bor un yapraklarda ve özellikle bitkilerin uç kısımlarında daha fazla biriktiğini bildirmişlerdir. Bu bağlamda yapılan çalışma ile paralel olarak erik ağaçlarının uç yapraklarında ve dallarında bor birikiminin fazla olması beklenen bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yaprak bor içerikleri sürgünlerin uygulama yapılmayan genç yapraklarında daha yüksek bulunmuştur. Yapılan uygulamalardan en yüksek etki Etidot-67'nin 1000 mg B kg⁻¹'lik dozunda gözlenmiştir. Bu durum borun genç yapraklara taşınması ile açıklanmaktadır. Borik asit uygulamaları ise yaprakların bor içerikleri üzerine istatistiki açıdan önemli herhangi bir etkide bulunmamıştır. Şekil 4.1 ve 4.2' den de anlaşılacağı üzere bor genç yapraklarda birikmektedir. Bor elementinin bitki içerisinde taşınmasını destekleyen Bell (2017) dışarıdan uygulanan bor konsantrasyonları yüksek veya yeterli olduğunda bor un bitki içerisindeki dağılımını bitkinin su alımı ve bitki içindeki hareketi ile açıklamıştır. Suyun bitkinin kök bölgesinden sürgün ve yaprak ucuna doğru olan hareketi sırasında bor un da bitki içerisinde hareket etmesi yaptığımız çalışmada sürgünün uç kısmında bulunan yaprakların yüksek bor içeriğini açıklamaktadır.



Şekil 4.1. Yapraktan uygulanan Borik Asit' in yaprakların bor içeriğine etkisi.

Borik asit uygulamalarının 0 mg B kg⁻¹ dozunda yaprak bor içerikleri uygulama yapılan bölgeye (41,80 mg B kg⁻¹) göre, genç yapraklarda % 13,30 artış gösterirken yaşlı yapraklarda % 1,99 artmıştır. Bell (2017)' in de belirttiği üzere bitkilerde noksanlık olmaması durumunda bor bitkinin uç noktalarına doğru taşınma eğilimindedir. Bu nedenle hiç bor uygulanmamış dallara ait yapraklarda kendisinden daha aşağıda ya da bağlı olduğu sürgünün gövdeye daha yakın kısmında bulunan yapraklara kıyasla daha yüksek bor içeriğine sahip olması beklenen bir sonuçtur. 500 mg B kg⁻¹ dozunda ise genç yaprakların bor içeriği (45,57 mg B kg⁻¹), uygulama yapılan yapraklara (41,20 mg B kg⁻¹) göre % 10,61 artarak 45,57 mg B kg⁻¹, yaşlı yaprakların bor içeriği ise, % 0,41 artarak 41,37 mg B kg⁻¹ olarak gözlenmiştir. 1000 mg B kg⁻¹ dozunda yaprak bor içerikleri uygulama yapılan yapraklara göre genç yapraklarda (46,38 mg B kg⁻¹)% 9,08 artmış ancak yaşlı yapraklarda (41,02 mg B kg⁻¹) ise %3,53 azalmıştır.



Şekil 4.2. Yapraktan uygulanan Etidot-67'nin yaprakların bor içeriğine etkisi.

Çizelge 4.1. Yapraktan uygulanan bor içerikli gübrelerin yaprakların bor içeriğine etkisi.

Bor Kaynakları	Genç Yaprak	Uygulama Yapılan Yaprak	Yaşlı Yaprak	Ortalama
BA 0 mg B kg ⁻¹	47,36	41,80	42,63	43,93 B
BA 500 mg B kg ⁻¹	45,57	41,20	41,37	42,71 B
BA 1000 mg B kg ⁻¹	46,38	42,52	41,02	43,31 B
ETİDOT 0 mg B kg ⁻¹	48,94	40,89	38,9	42,91 B
ETİDOT 500 mg B kg ⁻¹	49,61	43,70	42,33	45,22 B
ETİDOT 1000 mg B kg ⁻¹	64,16	49,98	43,21	52,45A
Ortalama	50,34 A	43,35 B	41,58 B	45,09

CV: 7,33 - LSD_(örnek yeri): 2,79 - LSD_(Bor): 3,64 - Blok: önemli – LSD_(INT): Ö.D.

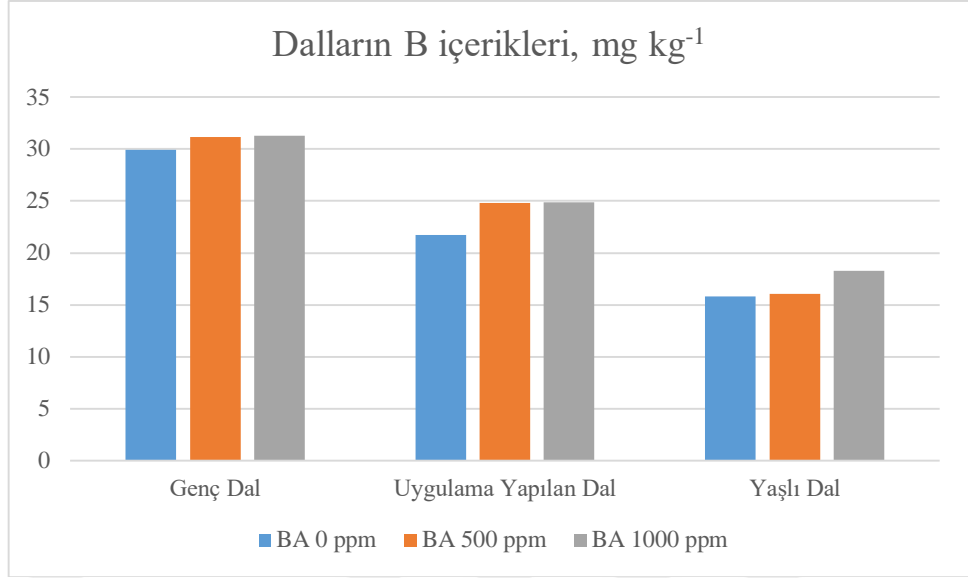
Etidot-67 uygulamalarının 0 mg B kg⁻¹ dozunda yaprak bor içerikleri uygulama yapılan bölgeye (40,89 mg B kg⁻¹) göre, genç yapraklarda % 19,69 artış gösterirken yaşlı yapraklarda % 4,87 azalmıştır. 500 mg B kg⁻¹ dozunda ise genç yaprakların bor içeriği (49,61 mg B kg⁻¹), uygulama yapılan yapraklara (43,70 mg B kg⁻¹) göre % 13,52 artarak 49,61 mg B kg⁻¹, yaşlı yaprakların bor içeriği ise, % 3,13 azalarak 42,33 mg B kg⁻¹ olarak gözlenmiştir. 1000 mg B kg⁻¹ dozunda yaprak bor içerikleri uygulama yapılan yapraklara göre genç yapraklarda (64,16 mg B kg⁻¹) % 28,37 artmış ancak yaşlı yapraklarda (43,21 mg B kg⁻¹) ise % 13,54 azalmıştır. Meyve ağaçlarının bor ile beslenme durumlarının tespitinde genç yaprakların örneklenmesinin önemi yaptığımız çalışma ile de ortaya

konmuştur buna paralel olarak Gupta (1979) bitkilerin genç yapraklarının bor içeriklerinin yaşlı yapraklarına oranla daha fazla olduğunu bildirmiştir.

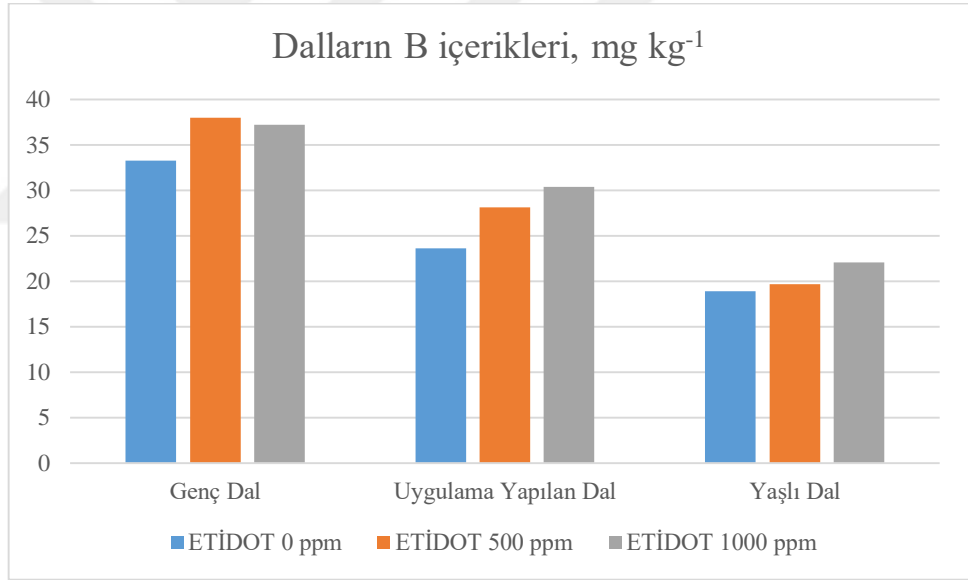
Çizelge 4.2. Yaprak bor içerikleri varyans analiz tablosu ve efekt testi

Varyans Analizi						
Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri		
Model	19	1027,4848	54,0781	5,1722		
Hata	28	292,756	10,4554	Prob>F		
Toplam	47	132,2373		<,0001		
Efekt Tests						
Kaynak	Nparm	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Prob > F
Bor Kaynağı	5	5	398,69826	79,7397	7,6266	0,0001*
Örnek Yeri	2	2	441,59968	220,7998	21,1182	<,0001*
Tekerür	2	2	87,92308	43,9615	4,2047	0,0253*
Bor Kaynağı*Örnek Yeri	10	10	182,50168	18,2502	1,7455	0,1193

Çalışma kapsamında uygulama yapılan yapraklara ait dal örnekleri de analiz edilmiş ve bor içerikleri belirlenmiştir. Dalların uygulama yapılmayan yaşlı kısımlarından alınan örneklerde bor içerikleri uygulamalardan bağımsız olarak düşük kalmıştır. Açıkça görülmektedir ki bor birikimi dalların uç kısımlarına gidildikçe artmaktadır. Genç dallarda biriken bor miktarı artışı istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Borik asit uygulamaları dalların bor içerikleri üzerine istatistiksel olarak önemli bir etki yapmaz iken Etidot-67 uygulamaları yapılan dallarda bor miktarı yükselmiştir. Artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.3. Yapraktan uygulanan Borik Asit' in dalların bor içeriğine etkisi.



Şekil 4.4. Yapraktan uygulanan Etidot-67'nin dalların bor içeriğine etkisi.

Borik asit uygulamalarının 0 mg B kg⁻¹ dozunda dal bor içerikleri uygulama yapılan bölgeye (21,72 mg B kg⁻¹) göre, genç dallarda % 37,70 artış gösterirken yaşlı dallarda % 27,25 azalmıştır. 500 mg B kg⁻¹ dozunda ise genç dalların bor içeriği, uygulama yapılan dallara (24,83 mg B kg⁻¹) göre % 25,41 artarak 31,14 mg B kg⁻¹, yaşlı dalların bor içeriği ise, % 35,32 azalarak 16,06 mg B kg⁻¹ olarak gözlenmiştir. 1000 mg B kg⁻¹ dozunda dal

bor içerikleri uygulama yapılan dallara göre genç dallarda (31,28 mg B kg⁻¹) % 25,82 artmış ancak yaşlı dallarda (18,29 mg B kg⁻¹) ise % 26,73 azalmıştır.

Çizelge 4.3. Yapraktan uygulanan bor içerikli gübrelerin dalların bor içeriğine etkisi.

Bor Kaynakları	Genç Dal	Uygulama Yapılan Dal	Yaşlı Dal	Ortalama
BA 0 mg B kg ⁻¹	29,91	21,72	15,80	22,48 C
BA 500 mg B kg ⁻¹	31,14	24,83	16,06	24,01 C
BA 1000 mg B kg ⁻¹	31,28	24,86	18,29	24,81 C
ETİDOT 0 mg B kg ⁻¹	33,27	23,63	18,93	25,28 BC
ETİDOT 500 mg B kg ⁻¹	38,04	28,12	19,7	28,62 AB
ETİDOT 1000 mg B kg ⁻¹	37,24	30,38	22,10	29,91 A
Ortalama	33,48 A	25,59 B	18,48 C	
CV: 14,36 - LSD _(Örnek yeri) 2,52 - LSD _(BOR) 3,56 - BLOK 2,52 - LSD _(INT) Öd				

Etidot-67 uygulamalarının 0 mg B kg⁻¹ dozunda dal bor içerikleri uygulama yapılan bölgeye (23,63 mg B kg⁻¹) göre, genç dallarda % 40,80 artış gösterirken yaşlı dallarda % 19,89 artmıştır. 500 mg B kg⁻¹ dozunda ise genç dalların bor içeriği, uygulama yapılan dallara (28,12 mg B kg⁻¹) göre % 35,28 artarak 38,04 mg B kg⁻¹, yaşlı dalların bor içeriği ise, % 29,94 azalarak 19,7 mg B kg⁻¹ olarak gözlenmiştir. 1000 mg B kg⁻¹ dozunda dal bor içerikleri uygulama yapılan dallara göre genç dallarda (37,24 mg B kg⁻¹) % 22,58 artmış ancak yaşlı dallarda (22,10 mg B kg⁻¹) ise % 27,25 azalmıştır. Brown ve Shep (1997) bitki organları arasında bor içeriği bakımından farklılığı açıklarken yapraklarda dallara kıyasla daha fazla oransal bor birikimi olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada aynı doğrultuda sonuçlar elde edilmiştir. Erik dalların bor içerikleri yaprakların bor içeriklerinin yaprakların bor içeriklerinden daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.4. Dal bor içerikleri varyans analiz tablosu ve effect testi

Varyans Analizi						
Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Prob > F	
Model	19	2560,8602	134,782	9,7760		
Hata	34	468,7594	13,787		Prob > F	
Toplam	53	3029,6197			<,0001*	

EfektTests						
Kaynak	Nparm	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Prob > F
Bor Kaynağı	5	5	362,6091	5,2601	0,0011*	362,6091
Örnek Yeri	2	2	2027,0586	73,5132	<,0001*	2027,0586
Tekerür	2	2	128,3889	4,6561	0,0163*	128,3889
Bor Kaynağı*Örnek Yeri	10	10	42,8036	0,3105	0,9732	42,8036

Bor bitkide transpirasyon akışı ile taşınarak bitkide genç dokulara kadar ulaşır (Micheal ve ark. 1969). Ancak tekrar bu dokulara taşınımı birçok bitki türünde göz ardı edilecek düzeydedir ve bor taşındığı dokularda birikme eğilimindedir (Marschner 1995). Güneş ve ark. (2017) bor gereksinimi yüksek olan bitkilerin yapraklarındaki yeterli bor seviyesinin 25-75 mg B kg⁻¹ arasında olduğunu, Alpaslan ve ark. (2013) erik ağaçlarında meyve tutumu öncesinde yeterli bor konsantrasyonunun 25-60 mg B kg⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir. Turan ve ark. (2016), çay bitkisi ile yaptıkları çalışmalarında 300 mg B kg⁻¹ dozunda (Etidot-67: Na₂B₈O₁₃.4H₂O) yapraklardan uygulanan borun çay bitkisinde sürgün uzamasında etkili olduğunu ve yaprakların bor içeriklerini önemli derecede arttığını bildirmişlerdir. Söz konusu araştırmada da görüldüğü gibi şeftali, elma ve erik gibi kimi bitkilerde genç yapraklardaki bor konsantrasyonları olgun yaprakların bor konsantrasyonlarından daha yüksek olmaktadır. Bu durum diğer araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Brown ve Shelp, 1997; Brown ve Hu, 1998). Borun bu şekildeki hareketliliği diğer birçok bitkinin aksine erikte borun floemde şeker alkollerini ile organik kompleksler oluşturarak taşınması ile açıklanmıştır (Tanaka ve Fujiwara, 2008). Jones Jr. ve ark (1991) bitkilerin bor içerikleri hakkında yaptıkları sınıflandırmada erik ağacı yapraklarında 60 mg B kg⁻¹' den yüksek bor konsantrasyonları fazla olarak değerlendirmiştir. Yapılan çalışmada ise 1000 mg B L⁻¹ dozlarında yapraktan yapılan ardışık üç uygulamada dahi yaprak bor içerikleri bu sınır değerlerini aşmamıştır. Bu durum da diğer araştırmacılar tarafından tavsiye edilenin aksine 1000 mg B L⁻¹ dozları erik

gibi meyve ağaçlarının gübrenmesinde kullanılabilir görülmektedir. Bor uygulama dozu ve zamanı ileriki dönemde de araştırılması faydalı olacak konular olacaktır.

Aynı bor konsantrasyonuna sahip borik asit ve Etidot-67 uygulamalarının yaprak ve dal bor içeriklerine etkileri arasındaki fark; aynı miktarda B içerse bile gübrelerin etkinlikleri ve yaprak tarafından alınmalarının farklı hız ve seviyelerde olduğunu göstermektedir. Bu durum borik asit ve sodyum tetraboratın(Etidot-67) molekül yapısındaki farklılık ile de açıklanabilir. Bu durum eğer bor kaynağı olan gübre değiştirilemiyorsa uygulama sıklığı ve sayısını arttırmayı gerektirebilir.

Bu uygulamalar arasında oluşabilecek yağışların yapılan gübre uygulamalarının etkinliğini azaltmaması için gübrelemeler yağışsız havalarda yapılmalı eğer beklenmeyen yağışlar gerçekleşir ise uygulama tekrarlanmalıdır.

Yayıcı-yapıştırıcı bileşiklerin kullanılması yapraktan uygulanan besin elementlerinin etkinliğini arttırdığı bilinen bir gerçektir. Yapraktan gübrelemenin etkinliğinin artırılması amacıyla yayıcı yapıştırıcı kullanımı tavsiye edilir.

Araştırma sonuçları incelendiğinde de görüldüğü gibi erik ağaçlarında yapraklardan uygulanan bor uygulandığı yaprağa ve daha sonra gelişim gösterecek olan sürgün üzerindeki yapraklara taşınması söz konusudur. Araştırmada erik ağaçlarında borun çift yönlü bir taşınması belirlenememiştir. İkincil olarak özellikle borun yapraktan uygulanması gerektiğinde bitkilerin vejetatif aksamalarının geliştiği, olabildiğince bol yaprak olan dönemlerin seçilmesi bitkinin uygulanan gübreden en etkin şekilde yararlanmasına katkıda bulunacaktır.

5. SONUÇ

Bulunan sonuçlar doğrultusunda, yapraktan uygulanan borun erik dallarında daha genç olan bölgelere doğru hareket ettiği söylenebilir. Aynı şekilde sürgün uçlarına gidildikçe yaprak bor içeriklerinin de arttığı tespit edilmiştir. Uygulama yapılmayan yaşlı dallar ve bunlara ait yaprakların bor içerikleri değerlendirildiğinde azda olsa bir artış gözlenmiş ancak bu artışlar istatistiki olarak önemsiz kalmıştır.

Yapılan çalışma göstermiştir ki yapraktan bor uygulamalarında, eşit miktarda bor içeren Etidot-67 konuları, Borik Asit konularına göre dal ve yaprak bor içeriklerini daha fazla etkilemiştir. Buradan Etidot-67' nin borik aside görece olarak bitki yaprakları tarafından daha kolay alındığı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Abat M., Degryse F., Baird R., McLaughlin M. J. 2015.** Slow-release boron fertilizers: Co-granulation of boron sources with mono-ammonium phosphate (MAP). *Soil Res.*, 53: 505-511.
- Ali, A.H.N., Jarvis, B.C. 1988.** Effects of auxin and boron on nucleic acid metabolism and cell division during adventitious root regeneration. *New Phytol.*, 108: 383-391.
- Alpaslan, M., Taban, S., İnal, A., Kütük, A.C., Erdal, İ. 1996.** Besin Çözeltisinde Yetiştirilen Buğday Bitkisinde Bor- Azot İlişkisi. *Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimi Dergisi*, 2: 85-87.
- Atalay, A., H.E. Garrett, T.P. Mawhinney, Mitchell, R.J. 1988.** Boron fertilization and carbohydrate relations in mycorrhizal and nonmycorrhizal short-leaf pine. *Tree Physiol.*, 4: 275-280.
- Baley, T. 1971.** Manganese and boron deficiency. p. 137-149. In: Trace Elements in Soils and Crops. (J. Webber, ed.) United Kingdom Ministry Agriculture, Fisheries and Food Technology. Bull. 21. Her Majesty's Stationery Office, London.
- Bartleta, R.J., Picarelli, C.J. 1973.** Availability of Boron and Phosphorus as Affected by Liming on Acid Potata Soil. *Soil Sci.*, 116: 77-83.
- BAYSALI, G., ERDAL, İ. 2015.** Topraktan Bor Gübrelemesinin Mondial Gala ve Braeburn Elma Çeşitlerinin Bor ve Diğer Besin Elementi Konsantrasyonlarına Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (3): 312- 318. DOI: 10.29133/yyutbd.236418.
- Bell, R . 2017.** Mobility and distribution of boron in plants and effects on reproductive growth and yield. *Journal of Boron*, 2 (3): 175-183.
- Bergmann, W. 1992.** Nutritional Disorders of Plants. p. 1-741. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart. Germany.
- Bingham, F.T. 1982.** "Boron". In Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties. Edited by: Page, A.L. 431 -448. Madison, WI: American Society of Agronomy.
- Blevins, D.G., Lukaszewski, K.M., 1998.** Boron in Plant Structure and Function. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molekular Biology*, 49: 481-500.
- Boss, C.B., Fredeen, K.J. 2004.** Concept instrumentation and techniques in inductively coupled plasma optical emission spectroscopy. Perkin-Elmer, Bridgeport Avenue Shelton., p. 3/28-3/31.

Bouyoucos, G. J. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *1. Agronomy journal*, 43(9): 434-438.

Bowen, J. E., Gauch, H.G. 1965. Essentiality of Boron for *Dryopteris dentata* and *Selaginella apoda*. *American Fern Journal*, 55: 67-73.

Bremner, J.M. 1965. Nitrogen, ed: C,A,Black, In: Method of Soil Analysis Part II, Chemical and Microbiological Properties Agronomy Series, No: 9, Agron, Inc., Madison, Wisconsin, USA, p.1149-1178.

Brennan R. F., Bell, R. W., Frost K. 2015. Risks of boron toxicity in canola and lupin by forms of boron application in acid sands of south-western. *Aust. J. Plant Nutr.*, 38: 920-937.

Brown P.H., Hu, H. 1998. Boron mobility and consequent management in different crops. *Better Crops*, 82: 28-31.

Brown, P. H., Shelp, B. J. 1997. Boron mobility in plants. *Plant and Soil*, 193: 85-101.

Çakmak, İ., Kurz, H., Marschner, H. 1995. Short-term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower. *Physiologia Plantarum*, 95: 11-18.

Çakmak, İ., Römheld, V. 1997. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. *Plant and Soil* 193:71-83.

ÇİLEKAR, S., Eşitken, A. 2019. Sonbahar ve İlkbaharda Yapraktan Bor Uygulamasının Elma Ağaçlarında Etkileri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 8 (2): 315- 321.

Dell, B., Huang, L. 1997. Physiological response of plants to low boron. *Plant and Soil*, 193: 103- 120.

Demirtaş, A. 2005. "Bitkide Bor ve Etkileri". *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 36 (2): 217-225, 2005 ISSN:1300 9036.

Dixon, R.K., Garrett, H.E., Cox, G.S. 1989. Boron fertilization, vesicular arbuscular mycorrhizal colonization and growth of *Citrus jambhiri* Lush. *J. Plant Nutr.*, 12: 687-700.

Evans, C.M., Sparks, D.L. 1983. On the chemistry and mineralogy of boron in pure and in mixed systems. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 14: 827-846.

FAO. 1990. Management of Gypsiferous Soils. Soils Bulletin 62. Rome, Italy.

FAO. 1990. Micronutrient. Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Mikko Sillanpaa. Rome.

Flannery, R. L. 1985. Influence of management inputs on maximum research yields of com. p. 181-183. In: R. D. Munson, ed., *Physiology, Biochemistry, and Chemistry Associated with Maximum Yield Corn. Proceedings of a Research Roundtable for Maximum Yield Research for the Future.* Potash & Phosphate Institute and Foundation for Agronomic Research. Atlanta, GA.

Follet, R.H. 1969. Zn. Fe. Mn and Cu in Colorado Soils. *PhD. Dissertation.* Colorado State University.

Gezgin, S., Hamurcu, M., Apaydın, M. 2001. Bor Uygulamasının Şeker Pancarı Verim ve Kalitesine Etkisi. *Türk J Agric For.*, 25: 89-95.

Goldbach, H.E., Yu, Q., Wingender, R., Schulz, M., Wimmer, M., Findekle, P., Baluka, F. 2001. Rapid response reactions of roots to boron deprivation. *J Plant Nut Soil Sci*, 164: 173–181.

Gökmen, F., Gezgin, S. 2010. Konya Ovası Topraklarında Bitkiye Elverişli Bor Durumunun Belirlenmesinde Kullanılacak En Uygun Kimyasal Ekstraksiyon Yöntem veya Yöntemlerin Seçimi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(3): 79-86.

Gupta, U. C. 1979. Boron nutrition of crops: *Adv Agron. Am. Soc. Agron.*, 31, 273-307.

Gupta, U.C. 2007. Boron. In Allen V. Barker & David J. Pilbeam Ed. "Handbook of Plant Nutrition. CRC Taylor & Francis Group.

Güneş, A., Alpaslan, M., Çıkılı, Y., Özcan H. 2000. The Effect of Zinc on Alleviation of Boron Toxicity in Tomato Plants (*Lycopersicon esculentum* L.). *Turk J Agric For.*, 24: 505–509.

Güneş, A., Gezgin, S., Kalinbacak, K., Ozcan, H., Cakmak, İ. 2017. The importance of boron for plants. *Journal of Boron*, 2 (3): 168-174.

Hanson, E.J., Breen, P.J. 1985. Effects of fall boron sprays and environmental factors on fruit set and boron accumulation in "Italian" prune flowers. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 110: 389-392.

Hanson, E. J. 1991. Movement of Boron Out of Tree Fruit Leaves Hortscience 26(3):271-273.

Helvacı, C. 2004. Türkiye Borat Yatakları: Jeolojik Konumu, Ekonomik Önemi ve Bor Politikası. 5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 13-14 Mayıs 2004, İzmir, Türkiye 11 Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35100 Bornova-İzmir.

Hızalan, E., Ünal, H. 1966. Topraklarda önemli kimyasal analizler. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, 278.

Horuz, A., Özcan, C. 2017. Effects of boron application to corn plant (*Zea mays everta*) on yield and boron content in the calcerous soil. *Journal of Boron*, 2(1):37-42.

Jackson, M. L. 1962. Soil Chemical Analysis, Prentice-Hall Inc, Englewood, Cliffs- NJ,

Jones, J. B. Jr., Wolf, B., Mills, H. A. (1991). Plant Analysis Handbook. P:1-213. Micro-Macro Publishing, Inc., USA

Kacar, B. 1997. Gübre Bilgisi. 5. Baskı. s. 1-439. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No. 1490. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın Ünitesi, Ankara.

Kacar, B., Katkat, A. V. 2010. Bitki Besleme. Vipaş Yayınları 3. s: 417-427

Lindsay, W. L., Norvell, W. A. 1969. Equilibrium Relationships of Zn^{2+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , and H^{+} with EDTA and DTPA in Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 33(1):62-68.

Lindsay, W. L., Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 42: 421 – 428,

Lukaszewski, K.M., Blevins, D.G. 1996. Root growth inhibition in boron deficient or aluminium stressed squash may be a result of impaired ascorbate metabolism. *Plant Physiol.*, 112:1135-1140.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edn. New York: Academic Press, 379-396.

Marschner, P. 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd Edn. Elsevier, Academic Press, USA.

McInnes, C.B., Albert, L.S. 1969. Effect of light intensity and plant size on rate of development of early boron deficiency symptoms in tomato roottips. *Plant Physiol.*, 44:965-976.

Moore, H.M., Hirsch, A.M. (1983). Effects of boron deficiency on mitosis and incorporation of tritiated thymidine into nuclei of sunflower root tips. *Am. J. Bot.*, 70:165-172.

McQuarrie, J., Sackston, W.E., Coulman, B.E. 1983. Suspected boron deficiency in birdsfoot trefoil in field plots. *Can. Plant Dis. Survey*, 63:23-27.

Nelson, R.E. 1982. Carbonate and Gypsum. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed: A.L. Page. American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA. Pp: 539-579.

Nyomora, A.M.S., Brown, P.H., Freeman, M. 1997. Fall Foliar-applied Boron Increases Tissue Boron Concentration and Nut Set of Almond. *American Society for Horticultural Science*,122(3):405-410

Nyomora, A.M.S., Brown, P.H., Pinney, K., Polito, V.S. 2000. Foliar Application of Boron to Almond Trees Affects Pollen Quality. *American Society for Horticultural Science*,125 (2):265-270

Oertli, J.J. 1994. Non-homogeneity of boron distribution in plants and consequences for foliar diagnosis. Communications in Soil Science and Plant Analysis Volume 25, 1994 - Issue 7-8: 1993 International Symposium on Soil Testing and Plant Analysis: Precision Nutrient Management Part I.

Olsen, S. R., Dean, L. A. 1965. Phosphorus, ed: C,A,Black, Methods of Soil Analysis Part II, American Society of Agronomy Inc, Publisher, Madison, Wisconsin, USA, Pp: 1035 – 1049.

Özkurt, Ş. 2000. Çatören ve Kunduzlar (Kırka-Eskişehir) Baraj Göletlerindeki Sazanların (*Cyprinus carpio* L. 1758) Dokularında Bor Birikimi. *Turk J Biol*, 24:663–676.

Parr, A. J., Loughman, B. C. 1983. Boron in membrane functions in plants. In Metals and Micronutrients: Uptake and Utilization by Plants, ed. DA Robb, WS Pierpoint, pp. 87–107. Annual Proceedings of Phytochemistry Society of Europe. London: Academic.

Peker, R.M., Erdal, İ. 2006. ‘‘Isparta Yöresi Elma ve Kiraz Bahçelerinin Bor Beslenme Durumlarının Toprak ve Yaprak Analizleriyle Değerlendirilmesi’’. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1):33-40. ISSN 1304-998.

Perica, S., Patrick, P.H., Connell, J.H., Nyomora, A.M.S., Dordas, C., Hu, H., Stangoulis, J. 2001. Foliar Boron Application Improves Flower Fertility and Fruit Set of Olive. *American Society for Horticultural Science* vol:36 iss: 4 pp: 714-716

Reid, R. J. , Hayes, J.E., Post, A., Stangoulis, J.C.R., Graham, R. D. 2004. A critical analysis of the causes of boron toxicity in plants *Plant. Cell and Environment*, 25: 1405 – 1414.

Reid, R., Fitzpatrick, K. 2009. Influence of leaf tolerance mechanisms and rain on boron toxicity in barley and wheat. *Plant Physiol.*, 151: 413–420.

Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA. Agriculture Handbook, No:60.

Rhoades, J.D. 1982. Soluble Salts. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. A.L. Page. American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA. pp: 167-178.

Saleem, M., Yusop M. K., Ishak, F., Samsuri, A. W., Hafeez, B. 2011. Boron fertilizers borax and colemanite application on rice and their residual effect on the following crop cycle. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 57: 403-410.

Shelp, B.J. 1988. Boron mobility and nutrition in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Ann. Bot.*, 61:83-91.

Sherrell, C.G., Toxopeus, M.R.J. 1978. Effects of boron applications on yield and boron concentration of lucerne (*Medicago sativa* L.) grown on yellow-brown pumice soils. *N.Z.J. Exp. Agric.*, 6:145-150.

Shorrocks, V. M. 1992. Boron- a Global Appraisal of The Occurrence, Diagnosis and Correction of Boron Deficiency. in Proc. Int. Symposium on The Role of Sulfur Magnesium and Micronutrients in Balanced Plant Nutrition. Eds. Portc. Pp 3953. Potash And Phosphate Institute, Hong Kong.

Shrestha, G.K., Thompson M.M., Rigetti, T.L. 1987. Foliar-applied boron increases fruit set in “Barcelona” hazelnut. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 112:412-416.

Taban, S., Erdal, İ. 2000. Bor uygulamasının değişik buğday çeşitlerinde gelişme ve toprak üstü aksamda bor dağılımı üzerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 255-262.

Tanaka, M., Fujiwara, T. 2008. Physiological roles and transport mechanisms of boron: perspectives from plants. *European Journal of Physiology*, 456, (4): 671–677

Uysal, E., Şen, O., Daş Kılıç, Ö.B., Candan, N., Uzun, N., Üner, K., Albayrak, B., Bıyıklı, M.,

Üğlü, G., Rahmanoğlu, N. 2017. Determination of soil plant available boron and boron nutritional status of tomato plants in major industrial tomato cultivated areas of Turkey. *Journal of Boron*, 2(3): 161-167.

Ülgen, N., Yurtsever, N. 1974. Guide of Turkey Fertilizer and Fertilizing. Ministry of Village Works and Cooperatives, Research Inst. of Soil Fertilizer Publ., No: 28, Ankara.

Warington, K. 1923. The effect of boric acid and borax on the board bean and certain other plants. *Annals Botany*, 37: 629-672.

Wolf, B. 1971. The Determination of Boron in Soil Extracts, Plant Materials, Manures, Waters and Nutrient Solution. *Soil Science and Plant Analysis*, 2 (5):363-374.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selma DEMİR BIYIKLI
Doğum Yeri ve Tarihi : Mannheim 01/07/1988
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Samsun 100. Yıl Lisesi
Lisans : Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Yüksek Lisans :

Çalıştığı Kurum/Kurumlar :

İletişim (e-posta) : selmademirbiyikli@hotmail.com

Yayımları :

Demir Biyıklı, S., Turan, M. A. 2019. Erik Ağaçlarında (Prunus domestica L.) Bor Hareketliliği. International Symposium on Boron, 17-19 Nisan Nevşehir, Türkiye