

Farklı Düzeyde Bor İçeren Sulama Sularının Zeytin Fidanlarının Gelişme ve Besin Maddesi İçeriklerine Etkisi

Saime Seferoğlu¹, Emre Dalgıç¹

¹Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Aydın

Özet :

Bor, bitki besin maddesi olarak bitkilerin gelişiminde küçümsenmeyecek derecede önemlidir. Zeytin bitkisi için bor mikro besin elementi olmasına rağmen bitkide noksan ve toksik seviyede olduğunda zeytinin gelişmesini olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle, noksanlığında mutlaka zeytin ağaçları borlu gübrelere gübrelenmeli, fazlalığında ise kontrol edilmesi gerekmektedir. En fazla bor toksitesi genellikle sulama sularındaki bor içeriğinden kaynaklanmaktadır. Jeotermal kaynakların sıcak sularında bol miktarda borun çözünebilmesi ve bu suların doğaya bilinçsizce bırakılması sonucu bitki gelişiminde olumsuzluklar yaratmaktadır. Bu sebeple A.DÜ. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasındaki 2 yaşındaki Gemlik zeytin çeşidi fidanlarına 2 yıl boyunca farklı bor konsantrasyonlarındaki sulama suları uygulanmıştır. Dozlar 0-1-2-4-6-8 ppm'lik olup, 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Fidanlar içerisinde kum, toprak ve sıgır gübresi 1:1:1 oranında bulunan 12 kg'lık saksılarda yetiştirilmiştir. Fidanların boy ölçümü yapılmış, toprak ve yaprak örnekleri alınıp, örneklerde bor analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak, yaprakların bor konsantrasyonunun artan dozlarla paralel olarak arttığı saptanmış ve istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Gelişimin ilerleyen dönemlerinde 4-6-8 ppm bor uygulanan bitkilerde yaşlı yapraklarda klorozlar ve uç kısımlarında yanmalar belirlenmiştir. Gemlik çeşidi için sulama suyunda en uygun bor dozunun 2 ppm olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gemlik zeytin, bor, sulama suyu, toksite, dayanıklılık

The Effects of Different Level Boron Contents in the Irrigation Waters on Mineral Substance Contents and Developments of Olive Samplings

Abstract

Boron is the significant mineral substance for plant development. Although a little amount of boron is sufficient for olive plants, deficient or toxic level of boron causes the negative effect on olive plant development. Boron deficiency should be prevented by applying boron fertilizers. In the case of excessive boron content in the plant tissues, the reasons of excessive boron should be searched. Generally, the most boron toxicity arises from boron contents of irrigation waters. Boron is solution the geothermal hot spring waters easily. Dispersing of the boron contaminated waters to nature without control results in negative effects on plant development. The aim of this research is to determine the toxic level of the boron on olive samplings. Two years old samplings of Gemlik cv. of olive were exposed to irrigation waters contained different boron levels during one year period in greenhouse of Soil Science and Mineral Uptake Department in Adnan Menderes University. 0, 1, 2, 4, 6, 8 ppm boron doses were applied with three replications. Seedlings were planted in 12 kg pots included soil; sand; farm manure in 1;1;1 ratios respectively. Sampling height was measured, leaf and soil samples were collected and samples were analyses for boron. As the result it was observed that leaf boron concentration was increased significantly with increasing boron doses. In the advanced term of sampling development, 4-6 and 8 ppm doses caused the chlorosis in old leaves and burnings on the top sides of plants. The most suitable dose was found 2ppm in irrigation water for Gemlik variety.

Key Words: Gemlik cv., olive, boron, irrigation water, toxicity, resistance

GİRİŞ

Türkiye, dünyadaki başlıca zeytin ve zeytinyağı üreticisi ülkeler arasındadır. Türkiye dünya zeytin ağaç varlığında dördüncü, zeytinyağı üretiminde beşinci sırada yer almaktadır. Bütün bitkilerde az veya çok miktarlarda bulunan ve bitkilerin yaşamasını sağlayan elementlere ilave olarak minimal miktarlarda bazı diğer elementlere de ihtiyaç vardır. Bunlar; Bor, demir, bakır, manganez, çinko, molibden, cobalt, vanadyum, Wolfram gibi iz elementlerdir. Bu elementlerin çok yüksek bir katsayıları vardır ve çok az miktarlarda dahi optimum tesiri sağlamak için yeterlidirler (Güner, 1961). Bor elementinin fazlalığı da eksikliği gibi, bitki için tehlikeli olmaktadır. Bu elementin ve bileşiklerinin sularda ve toprakta belirli bir konsantrasyonun üzerinde bulunmasının insan, hayvan ve bitkilere zararlı etkileri bulunduğu tespit edilmiştir (Göncü, 1982). Borun bitkiler için optimum ve toksik düzeyleri arasındaki fark oldukça düşük olduğundan bitkilerin bor toksitesini ve etkinliğini ayarlamak oldukça güçtür. Bu nedenle bitkilerde noksanlık ve toksite belirtileri en yaygın görülen mikro elementlerin başında bor gelmektedir (Keren ve Bingham, 1985; Sakal ve Singh, 1985; Goldberg, 1997).

Kültür bitkileri B içerikleri yönünden önemli ayrımlılık gösterir. Genellikle tahıl bitkilerinin bor gereksinimleri göreceli olarak azdır. Yonca gibi baklagil bitkileri ile pancar, lahanalar ve benzeri bitkilerin bor gereksinimleri ise göreceli olarak fazladır. Pamuk, zeytin, tütün, marul, domates ve kimi bitkilerin bor gereksinimleri orta düzeydedir. Borun bitkiler için gerekli miktarı ile zehirli miktarı arasında çok dar bir sınır vardır ve bu sınır bitki türlerine göre değişmektedir. Bitki çeşitleri arasında dahi farklar görülür. Toprakta veya sulama sularında fazlaca bor bulunması halinde bazı bitkilerin zarar görmelerine karşılık bazıları etkilenmezler. Bor fazlalığında büyüme noktaları uzun zaman sağlıklı kaldıkları halde yaşlı yapraklar zarar görür. Kökler ise zarar görür ve ölürlür. Bitkiler bor isteklerine göre farklı şekilde sınıflandırılabilirler. Bitkilerde bor noksanlığı belirtileri görülmeye başladığı noktaya göre gruplandırılırlar. Örneğin; yonca için bu kritik seviye 20 ppm, elma ve şeker pancarı için 14 ppm, tütün için 10 ppm'dir. Marul noksanlık belirtilerini bitkinin bor kapsamı 30 ppm'e düştüğünde gösterir (Berger, 1949).

Bor bitkilerde genellikle su ile taşındığından sulama suyunun bor içeriğine göre, hem sular hem de bitkiler gruplandırılabilir. Eaton, (1940)'a göre 0,3-1,0 ppm bor seviyesinde bor hassas bitkiler, 1,0-2,0 ppm bor seviyesinde bora orta hassas bitkiler, 0-4,0 ppm bor

seviyesinde bora toleranslı bitkiler yetişir. Sulama suyunda veya toprakta yüksek düzeyde bor bulunması bor toksitesini nedeniyle ürün kayıplarına neden olmaktadır. Bu durum özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde ortaya çıkmaktadır (Staiger ve Machelet, 1984). Toprak çözeltisinde bor etkili olmakta ve özellikle tuzlu topraklarda bor fazlalığı görülmektedir. Toprakların saturasyon ekstraktında 0,7 ppm bor içeriği ve daha aşağısı hassas bitkiler için normal kabul edilebilir sınır olarak kabul edilebilir (Sezen, 1988).

Bor'un bitkiler tarafından alınımını etkileyen en önemli toprak özelliği toprak pH'sıdır. Toprak pH'sındaki artışa ve gereğinden fazla kireçlemeye bağlı olarak bitkilerde bor alımı azalmaktadır (Bartlett ve Picarelli, 1973; Bennett ve Mathias, 1973).

(Fernandez-Escobar vd. 2006) Mineral gübrelemenin zeytin verimine ve yağ kalitesini etkilediğini bildirmişlerdir. (Ateyyeh ve Sahat, 2006) Borun bir mikro besin elementi olduğunu ve yeterli bor beslenmesinin sadece yüksek kaliteli ürün ve verim için ölçüt olduğunu bildirmiştir. (Nyomora vd., 1997)'de yaptığı çalışmada B noksanlığı sonucunda düşük polen oluşumu, polen çimlenmesinin zayıf ve gelişen tüpte polenin azaldığını bildirmiştir. Pek çok araştırmacı bor uygulamalarının çiçek taslağının ve meyve verimi ve fındıkta arttığını bildirmişlerdir (Baron, 1973; Chaplin, vd. 1977; Hanson, 1991; Nyomora, vd. 1977). (Perica, vd. 2001b) tarafından yapraktan bor uygulamalarından sonra zeytinlerde meyve tutumunun arttığını bildirmişlerdir. Yapraktan 300mg L-1 dozunda sulu borun 2 yıl uygulamada yaprakların bor seviyelerini arttırdığını, meyve kalitesini, ürün miktarını ve yağ kalitesi üzerine etkisinin önemsiz olduğunu belirlemişlerdir (Larbi, vd. 2011)

Bitkilerde bor alınımını etkileyen çevre etmenlerinin başında toprakların nem içerikleri gelir. Kuraklık stresi öteki mikro elementlere göre bor alınımını göreceli olarak daha fazla etkiler ve bitkilerde bor alımı önemli derecede azalır (Sherrell ve Toxopus, 1978, Mcquarrie vd., 1983). Ege bölgesi koşullarında, Büyük Menderes nehrinin ve yer altı sularının B seviyesi çevredeki jeotermal kaynaklardan dolayı gün geçtikçe artmakta ve toprakların kalitesi bor yüzünden bozulduğunu bildirmişlerdir (Aydın ve Seferoğlu 2000).

Araştırmanın amacı; artan oranlarda bor içeren sulama suları ile sulanan zeytin fidanlarının bora karşı dayanıklılığının belirlenmesidir. Bu çalışmayla bor toksitesine karşı toprak kalitesinin nasıl ve ne ölçüde artırılabilirliği ortaya çıkarılacaktır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma, ADÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü serasında 2012-2013 yıllarında 12 kg'lık saksılarda 2 yaşında Gemlik zeytin çeşidi fidanlarında 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Saksılar; (1/3) Kum, (1/3) Toprak, (1/3) Organik gübre karışımından oluşturuldu. Sulama suyu bor dozları 0-1-2-4-6-8 ppm olup, bor dozları Sodyum Oktaborat ($\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13}$)'la oluşturulmuştur. Sulama işlemi kış aylarında 15-20 günde bir, yaz aylarında ise haftada 2 kez yapılmıştır. Daha sonra her iki yılda da kış dinlenme döneminde (Aralık) 25 g/saksı 15:15:15 kompoze gübresi, nisan ayında 20 g/saksı % 33 lük amonyum nitrat gübresi uygulanmıştır.

Zeytin fidanlarının yetiştirildiği saksı topraklarından deneme öncesi alınan örneklerde bazı fiziksel ve kimyasal analizleri (Kacar, 2009)'e göre ve bor analizi Azomethin-H yöntemi ile yapılmıştır (Wolf, 1971). Bitkilerden 2012 ve 2013 yıllarında mart-mayıs aylarında olmak üzere 4 kez ve 5. örnekleme ise kasım ayında olmak üzere 5 örnekleme yapılarak yaprakların bor içerikleri Azomethin-H yöntemi ile (Wolf, 1971) belirlenmiştir. Deneme öncesi alınan toprağın bazı analiz sonuçları Çizelge 1'de, sulama da suyun bazı analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı dozlarda sulama suyu olarak uygulanan bor, saksıların içerisindeki toprakların bor konsantrasyonunu etkilemiştir (Çizelge 3). Kontrolde itibaren artan bor konsantrasyonuna paralel olarak toprakların bor konsantrasyonu her iki yılda da doğrusal olarak arttığı belirlenmiştir. Toprakların bor içerikleri 2011 yılında 1,03-8,59 ppm, 2012 yılında 0,42-12,11 ppm arasında iken, 2012 yılında 6 ppm'den 2013 yılında ise, 4 ppm'den sonraki bor uygulanan topraklarda borun toksik seviyede olduğu belirlenmiştir. Reisenauer vd. 1973'de sulama suyunda bulunan 1 mg B L⁻¹'un duyarlı bitkilerde gözle görülebilen toksik belirtilere yol açtığını bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Deneme öncesi toprağın analiz sonuçları

pH	Toplam Tuz %	Bünye	CaCO ₃ %	Organik Madde %	Bor (ppm)
7,56	0,015	Tınlı	7,95	3,42	1,0
Hafif Alkali	Tuzsuz		Orta Kireçli	Yeterli	Yeterli

Çizelge 2. Denemede kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları

pH	EC (µS/cm)	K (me/l)	Ca (me/l)	Mg (me/l)	Na (me/l)	SAR	B (ppm)	Sulama Suyu Sınıfı
7,43	637	6,28	85,64	0,83	38,5	1,05	0,03	C2S1

Çizelge 3. 2012-2013 yıllarında yaprak örneklerinin alındığı dönemde (mayıs) toprağın bor içeriği

YIL	Kontrol	1 ppm	2 ppm	4 ppm	6 ppm	8 ppm	Ort
2012 Mayıs	1,03	1,92	2,72	4,05	5,85	8,59	4,026
2013 Mayıs	0,42	1,62	3,76	6,93	8,34	12,11	5,53

Artan bor dozlarının zeytin fidanlarının boy uzunluklarını 3 boy ölçümü zamanında da etkisinin negatif yönde olduğu ve boylarının kontrole göre gelişimlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir Çizelge 4. Bu da bor besin elementinin bitkinin büyüme noktalarını etkilediği ve bitkinin boyuna büyümesini özellikle 3. örnekleme döneminde olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Yadav vd. (1989) tuzluluk ve B'un nohut bitkisinin çimlenme, büyüme ve mineral bileşimi üzerine etkisini araştırmışlar ve borca zengin tuzlu toprakların çimlenme ve büyüme üzerine etkili olduğunu diğer topraklara göre zararlı etkisinin meydana geldiğini bildirmişlerdir.

(Zabunoğlu vd. 1977)'in Gemlik zeytin çeşidi için yaprakların besin maddesi yeterlilik sınır değerleri Çizelge 5'de verilmiştir. Yaprakların bor yeterlik sınırının gemlik çeşidi için 11-23 ppm olarak belirlenmiştir. Bor için yeterlilik değeri göz önüne alındığında yaprakların bor içerikleri 2012 yılında artan bor konsantrasyonuna paralel olarak artış sağlamış, ancak bu artış istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Artışlar mart ayı örneklemesine göre mayıs ayındaki örnekleme her iki yılda da daha fazla olmuştur. 2013 yılı mayıs ayında ise en yüksek bor değeri 8 ppm uygulamasında 45,19 ppm olarak elde edilmiştir (Çizelge 5-6). Ortalama değerleri göz önüne aldığımızda artan bor konsantrasyonuna paralel olarak kontrole göre yaprakların bor içeriklerinde artış sağlanmış, en yüksek bor içeriği 8 ppm bor uygulamasından elde edilmiş ve istatistiki açıdan $p \geq 0,01$ önemli olduğu belirlenmiştir. (Chatzissavvidis vd. 2004) yaptıkları çalışmada yüksek seviyede borlu ($3,6 \text{ mg L}^{-1}$) sularla sulanan 2 farklı zeytin çeşidinin yapraklarındaki besin elementlerin mevsimsel değişimi konulu çalışmada yapraklarda en yüksek bor içeriğini 175 mg kg^{-1} , en düşük bor içeriğini ise 70 mg kg^{-1} olarak belirlemişlerdir.

Her iki yılda da Mart ayına göre mayıs ayı yaprak örneklerinin bor içeriğinin daha yüksek olmasının

Çizelge 4. Zeytin fidanlarının boy ölçümleri (cm)

Dozlar/ Boy (cm)	Boy 1	Boy 2	Boy 3
Tarih	22.12.2011	09.05.2012	08.05.2013
Kontrol	80,8	87,3	99,2
1 ppm	80,7	83,4	91,8
2 ppm	79,3	85,3	91,7
4 ppm	81,8	84,2	91,7
6 ppm	81,5	86,5	88,2
8 ppm	81,5	86,6	88,1

Çizelge 5. Gemlik çeşidi yapraklarının yeterli besin maddesi içerikleri (Zabunoğlu vd. 1977)

N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	B
		%					ppm		
1,59-2,13	0,09-0,17	0,30-1,26	0,91-2,15	0,15-0,30	40-138	13-22	28-195	6-80	11-23

Çizelge 6. Farklı bor içerikli sularla sulanan, zeytin fidanlarının farklı dönemlerdeki yapraklarının bor analiz sonuçları.

Dönem (Yaprakların bor içerikleri (ppm))						
Dozlar (ppm)	Mart 2012 (1)	Mayıs 2012 (2)	Mart 2013 (3)	Mayıs 2013 (4)	Kasım 2012 (5)	Ort
Kontrol	13,73	10,93	9,25	11,01	11,12	11,20 f
1	16,78	12,85	10,75	16,68	15,20	14,45 e
2	19,16	19,60	12,79	21,64	18,80	18,39 d
4	20,74	25,36	18,12	28,11	23,23	23,11 c
6	28,22	29,36	25,71	32,48	28,34	28,81 b
8	31,40	39,61	34,70	45,19	33,88	36,95 a
Ort	21,67 c	22,55 b	18,55 d	25,85 a	21,76 c	22,16

nedeni, sıcaklığın artmasıyla transpirasyonla bor taşınımının da artış olması ve buna bağlı olarak bor birikiminde artış göstermesidir. Hava sıcaklığının ve güneşlenmenin artmasından dolayı (transpirasyon) mart ayına göre mayıs ayının Bor değerleri daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bu durumda ışık intensitesi ve sıcaklığın da bor alımı üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Işık intensitesine bağlı olarak fotosentez süresinin uzaması ve transpirasyon oranının artması, bitkilerde bor alınımını olumlu ve önemli bir etki yapmaktadır (McInnes ve Albert, 1969, Çakmak vd. 1995).

(Boncukçuoğlu vd. 2003), toprakta veya sulama suyundaki bor derişimin belirli sınırları aşması durumunda bitki yaprağında sararma, yanma ve yarılmalara, olgunlaşmış yapraklarda dökülme ve büyüme hızının yavaşladığını bildirmişlerdir.

Bununla birlikte 2012 yılında özellikle 6 ppm bor uygulanmış fidanların yaşlı yapraklarının (alt) uçlarında kurumalar meydana gelmiştir. 8 ppm uygulamasında ise 1 yıllık borlu sularla sulama sonucunda fidanların kurumalarına ve çalı olmasına neden olduğu belirlenmiştir. 2013 yılında ise 4-6 ve 8 ppm bor uygulanan bitkilerde nekroz şeklinde yanmalar gözlemlenmiş olup, bu değerlerde Zabunoğlu vd. (1977)'in belirlediği 23 ppm bor değerinden yüksektir. Her iki yılın mart ve mayıs aylarının bor içeriklerindeki değişim Şekil 1-2-3-4'de regresyon grafikleri halinde

verilmiştir. Yaprakların bor içerikleri her iki yılda da 8 ppm uygulamasında ve mayıs ayındaki örneklemede en yüksek seviyededir. 5. örnekleme (kasım) değerleri ise ikisinin arasında bir değerdedir. Bu değerlendirmeler istatistiki açıdan $p \geq 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. (Seferoğlu vd. 2000) iki farklı zamanda ve iki farklı dozda yapraklardan uyguladığı borik asitin (% 0,25–0,40) 5 farklı zeytin çeşidinde bitkilerin mevsimsel değişimine ve yaprakların bor içeriklerini arttırdığını belirlemiştir. İki yıl boyunca yapraklarda ve meyvelerde bor içeriğini yapraklarda (12-28 ppm) meyvelerde (31-41 ppm) olarak belirlemiştir. Uygulanan borik asitin her iki dozda da yaprakların ve meyvelerin bor içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir. Daha önceden yapılmış olan çalışmalarda belirtildiği üzere, zeytin bitkisi 1 ve 2 ppm bor'a dayanıklı bir bitki olduğu görülmüştür (Gupta vd. 1985; Demirtaş, 2005; Lardi, 2011;) Yaptığımız çalışmada kontrol, 1 ppm, 2 ppm ve 4 ppm bor uygulanan bitkilerde herhangi bir toksite belirtisi gözlemlenmemiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Zeytin ağaçlarında, yüksek ve kaliteli bir verim artışı sağlanabilmesi için bitki besin elementlerinin bitkide ihtiyaç duyulduğu kadar bulunması gerekmektedir. Aksi halde bu besin elementlerinin birbirlerine antagonistik etki oluşturması sonucu bitki bu besinlerden yararlanamaz ve noksanlık çeker. Bazen

de besin elementinin çok fazla olması bor'da görüldüğü gibi zehir etkisi oluşturarak yapraklarda meydana gelen kloroz ve nekrozlar nedeniyle fotosentez ve solunumu olumsuz yönde etkileyerek bitki gelişimini engellemektedir. Bunun sonucunda da verim ve kalitede olumsuzlukların oluşmasına neden olmaktadır.

Bu durumların oluşmaması için bitkileri sulamada kullandığımız sulardaki kalite parametreleri ve özellikle bor içeriği göz önünde bulundurularak yetiştiricilik yapılmalıdır. Çalışmanın sonucunda; zeytin bitkisi için sularda ilk yıl 6 ppm'de toksite oluşurken 2. yıl 4 ppm'de toksite belirtileri belirlenmiştir. İkinci yılda ise 4-6-8 ppm uygulamalarda bor toksitesine gerek yaprakların 23 ppm'den yüksek olması ile ve gerekse yapraklardaki toksite belirtilerinden dolayı uygun olmadığı belirlenmiştir. Böylece literatür de belirtilen zeytin için 2 ppm'den sonra bora karşı duyarlılığın doğru olduğu bir kez daha kanıtlanmış olmaktadır. Gemlik zeytin fidanlarının sulanmasında kullanılacak olan sulama suyunun bor içeriğinin 2 ppm'den fazla olmaması gerektiği ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

Ateyyeh A F, Shatat F A (2006). Effect of foliar boron application on fruit set of olive (*Olea europaea* L.) cultivar 'Rasie'. *Olivbioteq* 1: 223-229.

Aydın G, Seferoğlu S (2000). Investigation of Boron Concentration of some Irrigation Waters Used In Aydın Region for Plant Nutrient and Soil Pollution. *Proceedings of International Symposium on Desertification* .13-17 June 2000 Konya Turkey. p,109-115 ,*Proceedings of International Symposium on Desertification* .

Baron LC (1973). The value of boron spray on filberts. *Nut Growers Society, Oregon-Washington* 58: 22-28.

Bartleta R J, Picarelli C J (1973). Availability of boron and phosphorus as affected by liming on acid potato soil. *Soil Sci.* 116:77-83.

Bennett O L, Mathias E L (1973). Growth and chemical composition of crown vetch as affected by lime, boron, soil source and temperature regime. *Agron. J.* 65: 587-593.

Berger K C (1949). Has compiled tables of the boron content and requirements of various Crops. *Avdan. Argon.*, 1,321.

Boncukçuoğlu R, Kocakerim M M, Yılmaz E A, Yılmaz T M (2003). Bor Elementinin çevresel Açından Değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü, 25240, Erzurum.

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

Chaplin M H, Stebbins R L, Westwood M N (1977). Effects of fall-applied boron sprays on fruit set and yield of "Italian" prune. *Hort. Science* 12: 500-501.

Chatissavvidis C A, Therios L N, Antonopoulou C (2004). Seasonal variation of nutrient Concentration in two olive (*Olea europaea* L.) cultivars irrigated with high boron water. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 79, (5); 683-688.

Demirtaş A (2005). Bitkide Bor ve Etkileri. AÜ. Ziraat Fak. *Dergisi* 36(2) 217-225.

Eaton F M (1940). Interrelations in the effects o boron and indoleacetic acid in plant, growth. *Botanical Gazete*, 101. 700-705.

Fernández-Escobar R, Beltrán G, Sánchez-Zamora M A, García-Novelo J, Aguilera M P, Uceda M (2006). Olive oil quality decrease with nitrogen over fertilization. *Hort. Science* 41: 215-219.

Goldberg S (1997). Reaction of Boron with soils. *Plant and Soil* 193s.35-48. Kluwer Academic Publisher. Printed in the Netherlands.

Göncü N (1982). Dünya ve Türkiye'de Metal ve Mineral Kaynaklarının Potansiyeli, Ticareti, Beklenen Gelişmeler, 10. Bor Mineralleri, M.T.A. Enst. Yayınları, 187, Ankara.

Gupta U C, Jame Y W, Campbell C A, Leyshon A J, Nocholarvuk W (1985). Boron Toxicity and Deficiency : A Review. *Canadian Journal of Soil Science.* 65(3), 381-409.

Güner H (1961). Gübreleme Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 40, İzmir.

Hanson E J (1991). Sour cherry trees respond to foliar boron applications. *Hort, Science* 26: 1142-1145

Kacar B, Katkat V (1998). Bitki Besleme Kitabı, Nobel Yayınları, Şubat 2007, Ankara.

Keren R, Bingham F T (1985). Boron in Water. Soils and Plants. In *Adv. In Soil Sci. (Ed. By B.A. Stewart) Vol.1: 229-276.* Springer-Verlag.

Larbi A, Gargouri K, Ayadi M, Dhiab AB, Msallem M (2011). Effect of Foliar Boron Application on Growth, Reproduction, and oil Quality of Olive Trees Conducted under a High Density Planting System. *Journal of Plant Nutrition* 34:2083-2094.

McInnes CB, 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.

McQuarrie I G (1983). Role of the axonal cytoskeleton in the regenerating nervous system. In *Nerve, Organ, and Tissue Regeneration: Research Perspectives*, F. J. Seil, ed., pp. 5 1-88, Academic, New York.

Nyomora A M S, Brown P H, Freeman M (1997). Fall foliar-applied boron increase tissue boron concentration and nut set almond. *Journal of American society for Horticultural Science* 122: 405-410.

Perica S, Brown P H, Connell J H, Nyomora A M S, Christos D, Hu H (2001). Foliar boron application improves flower fertility and fruit set of olive. *Hort. Science* 36: 714-716.

Reisenauer H M, Walsh L M, Hoelt R G (1973). Testing Soils for Sulphur, Boron, Molybdenum and Chlorine 173-200 In: *Walsh, L.M., Beaton, J.D., Ed. Soil Testing and Plant Analysis.* Soil Science Soc. Of Amer., Madison, Wisconsin.

Sakal R, Singb A P (1995). Boron re search and agricultural production. In micro nutrientres. Agric. Prod. (Ed. Tondon, Hıs) p: 1-31. Fert Dev. And Cons. argo New Delhi. India.

Seferoğlu S, Sarıfakıoğlu C, olakođlu H (2000). Türkiye’de Yetiřtirilen Altı Zeytin eřidinin Yaprak ve Meyvelerindeki Mikro Besin Maddelerinin Mevsimsel Değişimi. Türkiye I. Zeytincilik Sempozyumu, Uludađ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri ve Gıda Mühendisliği Bölümleri, 302-309s.

Sezen Y (1988). Suların Genel zellikleri ve Kalitesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.

Sherrell C G, Toxopeus M R J (1978). Effect of boron application on yield and boron concentration of lucerne (Medicago sativa L.) grown on yellow-brown pumice soils. New Zealand journal of experimental agriculture 6: 145-150.

Staiger K, Machelet B (1984). Grenzwerte fr Schwer metalle und Bor im Bewasserungswasser. Proc. Mengen. u. Spurenelemente Arbeitst., Karl-Marx Univ. Leipzig. 236-239,

Wolf B (1971). The Determination of Boron in Soil Extractes, Plant Materials, Composts, Manures, Waters and Nutrient Solutions. Soil Science and Plant Analyses. 2(5):363-374.

Yadav H D, Yadav O P, Dahankar O P, Oslaw M C (1989). Effect of Chloride Salinity and Boron on Germination, Growth and Mineral Composition of Chickpea (Cicerarientinum L.,)Annals of Arid Zone, 28(1-2):63-67.

Zabunoğlu S, Hatibođlu F, Yenicesu D (1977). Bursa ilinde yetiştirilen sofralık Gemlik eřidi zeytin ağalarının makro ve mikro besin maddeleri durumu. Tubitak VI. Bil. Kong. Ankara.