



## The Effect of Boron Application in Increasing Doses on Shoot Boron Concentration and Uptake of Other Nutrients of Pistachio (*Pistacia vera* L.)

Ayfer Alkan Torun<sup>1,a,\*</sup>, Sadettin Bozgeyik<sup>1,b</sup>, Ebru Duymuş<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup>Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Çukurova University, 01330 Adana, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 06/11/2020 Accepted : 30/11/2020</p> <p><b>Keywords:</b> Boron deficiency Nutrition Pistachio Boron application Foliar application</p>	<p>Pistachio (<i>Pistacia vera</i> L.) is a plant species that has gradually started to be included in the plant pattern in the Mediterranean and Southeastern Anatolia regions in recent years. In these regions where boron (B) deficiency may be common in terms of soil and environmental factors, it is very important to determine the B nutritional level of the plants, especially the Pistachio which is sensitive to B deficiency. Based on this point, within the scope of this research, the shoot B concentration of the pistachio plant in increasing doses of B (0%; 0.2%; 0.4%; 0.6% and 0.8%) application from the leaf in two different periods when the bream explosion was 20% and the fruit was in the lentil size period and its effects on nutrients have been investigated. For this purpose, trial random blocks in the production areas where two pistachio varieties (Uzun and Kırmızı) were grown under garden conditions were carried out according to the trial plan. As a result of the research, it was determined that plant varieties and applied fertilizer doses had a significant effect on B concentration. Under all B applications according to plant varieties, it was determined that the B concentration was higher in the Kırmızı (21%) variety than in the Uzun variety (8.3%), the average B concentration was 200.3 mg kg<sup>-1</sup> in the Kırmızı variety and 176.3 mg kg<sup>-1</sup> in the Uzun variety. It was determined that the B concentration in the shoot of the plant increased with increasing doses of B application, and these increases (36.8%) were statistically significant at only 0.6% B dose application compared to the control. No statistically significant effect of boron application on the analyzed macro (N, K) and micro (Zn, Fe, Mn) element concentrations was found.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(5): 855-862, 2021

## Artan Dozlarda Bor Uygulamasının Antep Fıstığı (*Pistacia vera* L.) Çeşitlerinin Yeşil Aksam Bor Konsantrasyonu ve Diğer Besin Elementlerinin Alımı Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 06/11/2020 Kabul : 30/11/2020</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Bor noksanlığı Beslenme Antep fıstığı Bor uygulaması Yapraktan uygulama</p>	<p>Antep fıstığı (<i>Pistacia vera</i> L.) son yıllarda Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde giderek artan oranda bitki deseni içerisinde yer almaya başlayan bir bitki türüdür. Toprak ve çevre faktörleri bakımından bor (B) noksanlığının yaygın olabileceği bu bölgelerde bitkilerin özellikle B noksanlığına duyarlı Antep fıstığının B ile beslenme düzeyinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu noktadan hareketle bu araştırma kapsamında büyüme dönemi olarak karagöz patlamasının %20 ve meyvenin mercimek büyüklüğü döneminde olduğu iki farklı dönemde yapraktan artan dozlarda B (%0; %0,2; %0,4; %0,6 ve %0,8) uygulamasının Antep fıstığı bitkisinin yeşil aksam B konsantrasyonu ve besin elementleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, bahçe koşullarında iki Antep fıstığı çeşidinin (Uzun ve Kırmızı) yetiştirildiği üretim alanlarındaki deneme tesadüf blokları deneme planına göre yürütülmüştür. Araştırma sonucunda bitki çeşitlerinin ve uygulanan gübre dozlarının, B konsantrasyonuna önemli düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir. Bitki çeşitlerine göre tüm B uygulamaları altında B konsantrasyonunun Uzun çeşidine (%8,3) göre Kırmızı (%21) çeşidinde daha yüksek olduğu, ortalama B konsantrasyonunun Kırmızı çeşidinde 200,3 mg kg<sup>-1</sup> iken, Uzun çeşidinde ise 176,3 mg kg<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. Artan dozlarda B uygulaması ile bitkinin yeşil aksamındaki B konsantrasyonunun arttığı, bu artışların (%36,8) kontrole göre sadece %0,6 B doz uygulamasında istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bor uygulamasının analizi yapılan makro (N, K) ve mikro (Zn, Fe, Mn) element konsantrasyonları üzerinde ise istatistiksel olarak önemli sayılabilecek bir etkisi saptanmamıştır.</p>

<sup>a</sup> [atorun@cu.edu.tr](mailto:atorun@cu.edu.tr)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8493-5828>

<sup>c</sup> [ocx44@vollbio.de](mailto:ocx44@vollbio.de)

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5353-8224>

<sup>e</sup> [ebruduymus@yahoo.com](mailto:ebruduymus@yahoo.com)

<sup>f</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2213-2560>



## Giriş

Bor (B), sahip olduğu çok yönlü morfolojik ve fizyolojik fonksiyonlarıyla kültür bitkilerinin büyüme ve gelişmesi için mutlak gerekli olan bir mineral besin elementidir (Çakmak ve Römheld, 1997; Goldbach ve Wimmer, 2007; Marshner, 2012; Ceylan ve ark., 2016). Bitkisel üretimde B noksanlığının giderek artan bir yaygınlıkta ortaya çıktığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Gupta, 1993a; Shorrocks, 1997; Brown ve Shelp, 1997). Dünyanın farklı bölgelerinde bitki yetiştiriciliğinde ortaya çıkan B noksanlığının ülkemizde de önemli bir beslenme problemi olduğu gösterilmiştir. Türkiye’de yapılan bir çalışmada toplam 298 toprak örneğinin ortalama B konsantrasyonunun  $1,10 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğu ve yapılan denemelerde toprağa yapılan B uygulamasının da bitkilerde verim artışına neden olduğu saptanmıştır (Sillanpaa, 1990). Diğer bir çalışmada Türkiye’nin de içinde bulunduğu 85 ülkenin tarım topraklarında B noksanlığının olduğu bildirilmiştir (Taban, 2014). Yapılan sörvey çalışmalarında; ülkemizde bitkisel üretim altındaki toprakların, en az %25’inde B noksanlığı ( $<1 \text{ mg kg}^{-1}$ ) probleminin olduğu, bazı bölgelerimizde ise (özellikle Orta Anadolu Bölgesinin bazı kısımlarında) B’un toprakta aşırı (toksik) düzeylerde ( $>2 \text{ mg kg}^{-1}$ ) bulunduğu bildirilmiştir (Çakmak, 2016).

Ülkemizde; farklı bölgelerde yetiştiriciliği yapılan birçok bitki türünde; ayçiçeği (Kurşun ve ark., 2016; Torun ve ark., 2018), şekerpancarı (Harmankaya ve ark., 2016), buğday (Hamurcu ve ark., 2016), fındık (Özkutlu ve ark., 2016), mısır (Torun ve ark., 2016), domates (Arı ve ark., 2016) ve çay (Turan ve ark., 2016) bitkisine farklı B uygulama metodlarının bitkilerin verim ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu literatürlere göre; Orta Anadolu bölgesinde şeker pancarı ile yürütülen çalışmada B gübrelemesine bağlı olarak verimde %6 ile %15, Ordu ve Samsun yöresinde fındık bitkisi ile yürütülen çalışmada fındık veriminde %25, Doğu Karadeniz Bölgesinde çay bitkisiyle yürütülen çalışmada I. yılda %10 ile %22 ve II. yılda ise %8 ile %16, Nevşehir ve Niğde Bölgesinde patatesten yürütülen çalışmada %3 ile %26, Konya ve Karaman Bölgelerinde buğday yetiştirilen alanlarda verimi sulu koşullarda %12,5 oranında kuru koşullarda ise %21, Bursa, İzmir ve Manisa Bölgelerinde sanayi domatesinin yetiştirildiği alanlarda %20 ila %36, Antalya bölgesinde örtü altı domates yetiştiriciliği yapılan yerlerde %3 ile %19 artışlar olduğu belirlenmiştir. Farklı bitki desenlerinin B uygulamasına verdiği yanıtın değerlendirildiği yukarıdaki çalışmaların yanısıra bitki türleri arasında B noksanlığına karşı farklı duyarlılıkların olduğunu gösterir çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Shorrocks, 1997). Özellikle çift çenekli bitki türlerinin diğer türlere göre hücre duvarlarındaki hemiselüloz ve ligninin B ihtiyacının daha fazla olduğu bildirilmiştir (Lewis, 1980). Çift çenekli bitkilerin dokusundaki B gereksiniminin vejetatif ve generatif büyüme dönemlerinde tek çeneklilere göre daha fazla olduğu bildirilmiştir (Gupta, 1993b; Asad ve ark., 2002). Bell (1997) genel olarak çift çenekli bitkilerin yapraklarındaki B konsantrasyonunun  $<10 \text{ mg B kg}^{-1}$  olması durumunda B noksanlığının görüldüğünü, tek çenekli bitkilerde ise aynı değerin  $<1 \text{ mg B kg}^{-1}$  olması durumunda görüldüğünü belirlemiştir. Türler arasında Antep fıstığı bitkisinin ise B noksanlığına karşı oldukça duyarlı olduğu ve yaprak veya topraktan B uygulamasının bu bitki türlerinde

hem verim hem de kalite üzerine iyileştirici etkisi olduğu bildirilmektedir (Brown ve ark., 1993).

Yukarıda verilen literatür bilgilerinden Türkiye’de B noksanlığının önemli bir beslenme problemi olabileceği, bu problemin Antep fıstığı bitkisinde de sorun olabileceği anlaşılmaktadır. Bor noksanlığının bu denli yaygın olması ve Antep fıstığının da B’ya oldukça duyarlı olmasına (Shorrocks, 1997) rağmen ülkemizde bu konuda çok az çalışma mevcuttur. Oysa ülkemizde tarım alanında oldukça önemli yeri olan Antep fıstığının ülkemizdeki yaygınlığı ve ekonomiye olan katkısı yadsınamaz boyuttadır. Ülkemizde sert kabuklu meyve üretim değerlerine göre Antep fıstığının, fındık ve cevizden sonra 3. sırada yer aldığı görülmektedir. FAO verilerine göre, 2017 yılında dünyada 770861 ha alanda Antep fıstığı tarımı yapılmaktadır. Türkiye ise 68237 ha ekim alanı ile dünyada İran ve ABD’den sonra 3. sırada gelmektedir. Türkiye’nin toplam ekim alanı içerisindeki payı %8,85’tir (FAO, 2019). Aynı verilere göre, 2017 yılında dünyada toplam 1115066 ton Antep fıstığı üretimi yapılmış, tarım alanlarında olduğu gibi Türkiye 78000 ton ile dünyada 3. sırada yer almış ve Türkiye’nin toplam üretim miktarı içerisindeki payının ise %7 olduğu bildirilmiştir (FAO, 2019). Güneydoğu Anadolu Bölgesi toplam Antep fıstığı alanlarının %96’sına sahip olup, iller bazında dağılımında ise Gaziantep 1.301.072 dekar ile toplam Antep fıstığı alanların %45’ine sahiptir. Gaziantep’i sırasıyla Şanlıurfa, Adıyaman ve Siirt illeri takip etmektedir. Antep fıstığı üretiminin iller bazında dağılımında ise Gaziantep 56.233 ton üretim ile ilk sırada yer almakta, Şanlıurfa ise 49.236 ton üretim ile Gaziantep’i takip etmektedir (Şimşek, 2018). Çimrin ve ark. (2018) Gaziantep ili Antep fıstığı bahçe topraklarının alınabilir B içeriği bakımından 0-30 cm derinlikte %53,3’ünün çok az ( $<0,4 \text{ mg kg}^{-1}$ ), %46,7’sinin az ( $0,5-0,9 \text{ mg kg}^{-1}$ ) düzeyde, 30-60 cm derinlikte ise %73,3’ü çok az, %20,0’si az ve %6,7’si ise yeterli düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenler göz önünde bulundurulduğunda, toprak ve çevre faktörleri bakımından B noksanlığının yaygın olabileceği Antep fıstığı yetiştiriciliğinin olduğu bölgelerde bitkilerin B ile beslenme düzeyinin belirlenmesi önemlidir. Bu noktadan hareketle bu araştırma kapsamında yapraktan artan dozlarda B (%0; %0,2; %0,4; %0,6 ve %0,8 B) uygulamasının Antep fıstığı bitkisinin yeşil aksam B konsantrasyonu üzerine etkisi araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Araştırma Gaziantep/Oğuzeli ilçesine bağlı Aşağı Güneyse Köyü’nde çiftçi koşullarında aynı bahçe içerisinde yetiştiriciliği yapılan 2 farklı Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) çeşidi (Uzun ve Kırmızı) ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Deneme alanı topraklarından araziye temsil edecek şekilde yüzey (0-30 cm) ve yüzey altı (30-60 cm) olmak üzere iki derinlikten toprak alınmış ve analiz yapılmıştır. Deneme alanı topraklarının 0-30 ve 30-60 cm derinliklerine ait fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

### Yöntem

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. Denemede her Antep fıstığı çeşidi için (Kırmızı ve Uzun) ayrı ayrı, birbirine yakın yaş ve büyüklüğe sahip, her çeşit için 4'er ağaçtan (her bir ağaç bir tekerrür) oluşan 20 adet Uzun ve 20 adet Kırmızı Antep fıstığı seçilmiş ve uygulamalar toplam 40 adet ağaç üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yaprak B uygulamaları %0,0-kontrol, %0,2, %0,4, %0,6 ve %0,8 Saf B dozlarında ve borik asit ( $H_3BO_3$ ) formunda sırt pülverizatörü ile yapılmıştır. Artan dozlarda yaprak B uygulamalarının verim ve besin elementi konsantrasyonları üzerine etkisinin belirlenmesi hedeflenen bu çalışmada seçilen bahçelerde çiftçi koşulları altında geleneksel gübreleme gerçekleştirilmiştir. Taban gübresi olarak; ocak ayı sonunda ağaç taç iz düşüm çevresinde 20-30 cm derinlikte ve 25-30 cm genişliğinde açılan banda 1,5 kg ağaç<sup>-1</sup> TSP (Triple süper fosfat %42-44) ve 60 kg ağaç<sup>-1</sup> yanmış çiftlik gübresi uygulanmıştır. Üst gübre ise şubat ayı sonunda (ilk bahar yağışlarından önce) ağaç taç iz düşümüne 3,0 kg ağaç<sup>-1</sup> amonyum sülfat gübresi (%21 N) şeklinde serpilerek uygulama yapılmıştır. Yapraktan 5 farklı dozda B uygulamaları iki farklı dönemde (Çizelge 2) ve her bir dönemde uygulama dozunun yarısı olacak şekilde yapılmıştır.

Yaprak örnekleri, Antep fıstığında ben düşme zamanı olarak tanımlanan dönemde (Ağustos sonu- Eylül başı) alınmıştır (Tekin ve ark., 1990; Brito, 1971; Eryüce, 1979; Püskülcü, 1981). Çalışmada yaprak örnekleri Antep fıstığı bitkisinin aynı yıla ait güneş gören sürgünlerin ortasındaki büyümesini tamamlamış genç yapraklarından ve ağaçların dört bir tarafından örneklenerek yapılmıştır. Yaprak örnekleri, seyreltik asitli (%0,1 HCl) sudan geçirilmiş ve saf su ile iki kere yıkanarak, 48 saat süresince etüvde 70°C'de kurutulmuştur. Kurutulan bitkiler daha sonra agat değirmeninde öğütülmüş ve öğütülen örnekler porselen krozelerde 550°C'de kül fırınında kuru yakma yöntemine göre yakılmış, daha sonra bu örneklerde atomik absorpsiyon spektrofotometrede (Varian FS 220) K, Zn, Fe, Mn okumaları yapılmıştır. Fosfor okuması ise spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800) yapılmıştır. Yakılan bitki numunelerindeki B konsantrasyonları Bingham (1982) tarafından geliştirilen mikroanalitik Azomethin-H yöntemine göre yapılmıştır. Yeşil aksam örneklerinde N analizi ise Kjeldahl destilasyon yöntemine göre yapılmıştır (Bremner, 1965). Yaprak uygulaması sonucu yeşil aksam bitki numunelerinde belirlenen B, N, P, K, Fe, Zn ve Mn elementlerinin yeterlilik düzeylerinin değerlendirilmesi Çizelge 3'deki sınır değerlere göre yapılmıştır.

Çalışmada yüzey ve yüzey altı derinliklerinden alınan toprak örneklerinde pH ve EC McLean (1982), tekstür Bouyoucus (1951), kireç Çağlar (1949), organik madde Jackson (1962), alınabilir P Olsen ve ark. (1954), alınabilir K Carson (1980), DTPA'da ekstrakte edilebilir Fe, Zn, Mn, Cu Lindsay ve Norvell (1978), ve alınabilir B ise Bingham (1982) tarafından geliştirilen Azomethin-H yöntemine göre yapılmıştır.

### İstatistiksel Analiz

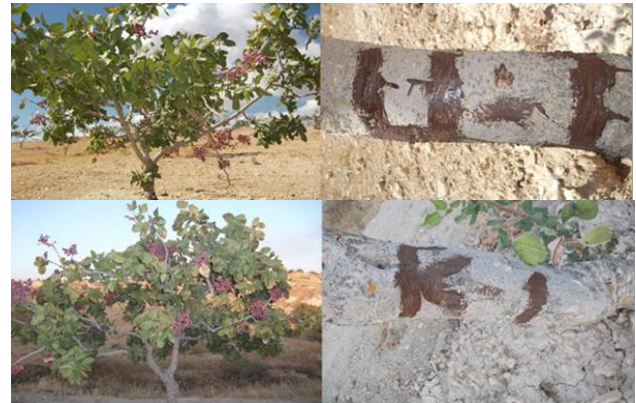
Araştırma sonucu elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçlara ait ortalamalar ise XLSTAT programı ile en küçük anlamlı fark testi (LSD) uygulanmıştır. Analizlerde önem seviyesi %5 olarak alınmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Yapraktan artan dozlarda B (%0; %0,2; %0,4; %0,6 ve %0,8) uygulamasının 2 farklı Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) çeşidinin (Uzun ve Kırmızı) yaprak B konsantrasyonuna etkisini belirlemek amacıyla B uygulanmış ve uygulama dozuna göre yaprak B konsantrasyonları belirlenmiştir.

Artan dozlarda yaprak B uygulamasının Uzun ve Kırmızı çeşitlerinin yaprak B konsantrasyonunda istatistiksel olarak önemli artışlara neden olduğu görülmüştür (Çizelge 4). Sözkonusu artışlar çeşitler arasında farklı olmuş ve artan dozlarda B uygulaması ile Kırmızı çeşidinin yaprağındaki artış Uzun çeşidine göre daha fazla olmuştur. Uzun çeşidinde B konsantrasyonu, en yüksek 189,8 mg kg<sup>-1</sup> (%0,6 B) ve en düşük 162,8 mg kg<sup>-1</sup> (kontrol) olarak ölçülmüş ve B uygulamasından kaynaklanan konsantrasyon artışı %16,6 şeklinde olmuştur. Kırmızı çeşidinde en yüksek B konsantrasyonu %0,6'lık B uygulamasında 259,5 mg kg<sup>-1</sup> olarak ve en düşük B konsantrasyonu ise kontrol (%0 B) uygulamasında 165,6 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiş ve B uygulamasından kaynaklanan konsantrasyon artışı %56,7 şeklinde hesaplanmıştır. Kontrolde göre artan dozlarda B uygulaması ile Uzun çeşidinin % B konsantrasyon artışı sırasıyla %3,3, %6,1, %16,6 ve %15,5, Kırmızı çeşidinde ise %14,6, %16,0, %56,7 ve %17,4 düzeylerinde olmuştur (Çizelge 4). Çeşitlere bakılmaksızın artan dozlarda B uygulamasına göre değerlendirildiğinde, en yüksek B konsantrasyonu %0,6 uygulamasında olup bu değer 224,7 mg kg<sup>-1</sup> olarak ölçülmüş (Çizelge 4) ve uygulamadan kaynaklanan artışın kontrole göre %36,8 olduğu görülmüştür.

Yapraktan yapılan artan dozlarda B gübrelemesi ile Antep fıstığı çeşitlerinin yaprak B konsantrasyonlarında artış meydana gelmiştir. Bu durum, temelde deneme alanı toprağının B konsantrasyonunun noksan ve yeter seviyenin alt sınırına yakın (Çizelge 1) olmasıyla ilişkilidir. Benzer şekilde Wojcik ve ark. (2008) tarafından yürütülen bir çalışmada topraktan B gübrelemesiyle elma yaprağının B konsantrasyonunun 21 mg kg<sup>-1</sup>'den 42 mg kg<sup>-1</sup>'a kadar artırdığı görülmüştür.



Şekil 1. Artan dozlarda B (%0,0, %0,2, %0,4 ve %0,8) uygulaması yapılan Uzun ve Kırmızı Antep fıstığı çeşitlerine ait ağaçlardan örnekler.

Figure 1. Examples of trees belonging to Long and Red Pistachio varieties that are treated with increasing doses of B (0.0%, 0.2%, 0.4% and 0.8%).

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Physical and chemical properties of the trial area soils

Derinlik	pH	EC (mmhos cm <sup>-1</sup> )	CaCO <sub>3</sub> (%)	Organik Madde (%)	Tekstür Sınıfı	K P B Zn Fe Mn Cu						
						(mg kg <sup>-1</sup> )						
0-30cm	8,1	0,2	28,2	1,6	C	258,1	9,26	0,64	0,49	3,20	10,94	1,09
30-60cm	8,4	0,1	28,0	0,9	C	204,6	3,74	0,49	0,20	3,96	6,70	1,19

Çizelge 2. Yapraktan artan dozlarda B uygulama zamanı ve uygulama miktarı

Table 2 Foliar application time and application amount of B in increasing doses

Ağaç	Uygulama	Uygulama zamanı	Uygulama Miktarı
Antep fıstığı	1	Karagöz patlaması %20 olduğu dönemde	Dozun yarısı
	2	Meyvenin mercimek büyüklüğü döneminde	Dozun yarısı

Çizelge 3. Antep fıstığı bitkisi yaprağındaki bazı besin elementlere ait sınır değerler

Table 3. Limit values of some nutrient elements in pistachio leaf

Element	Sınır değer	Önerilen değer	Kaynak
N (%)	1,8	2,2 - 2,5	Weinbaum ve ark., 1995
P (mg kg <sup>-1</sup> )	1400	1400 - 1700	
K (%)	1,6	1,8 - 2,0	Brown ve ark., 1999
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	30	30 - 80	
B (mg kg <sup>-1</sup> )	90	150 - 250	Brown ve ark., 1993a
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	7	10 - 15	Uriu ve Pearson, 1986

Çizelge 4. Artan dozlarda B uygulamasının Antep fıstığı bitkisinin Uzun ve Kırmızı çeşitlerinin yeşil aksamındaki B konsantrasyonu (mg kg<sup>-1</sup>) üzerine etkisi

Table 4. The effect of B application in increasing doses on the B concentration (mg kg<sup>-1</sup>) in the green part of the Long and Red varieties of the Pistachio plant

Genotip	Kontrol	% 0,2	% 0,4	% 0,6	% 0,8	Ortalama
Uzun	162,8	168,1	172,7	189,8	188,0	176,3 <sup>a</sup>
Kırmızı	165,6	189,8	192,1	259,5	194,4	200,3 <sup>b</sup>
Ortalama	164,2 <sup>b</sup>	178,9 <sup>b</sup>	182,4 <sup>b</sup>	224,7 <sup>a</sup>	191,2 <sup>ab</sup>	

Çizelge 5. Antep fıstığı bitkisinin yeşil aksam B konsantrasyonuna ait varyans analiz sonuçları

Table 5. Variance analysis results of green component B concentration of pistachio plant

Varyans kaynağı	KO	F	p
Bitki	8444,7	8,17**	0,006
Gübre	8072,1	7,81**	0
Bitki × Gübre	1643,6	1,59	0,199
Hata	1032,7		
Toplam			

\*\* P<0,01; KO: Kareler Ortalaması; F: F değeri; p: önemlilik düzeyi.

Brown ve ark. (1993) Antep fıstıklarında yapraktan ve topraktan B uygulaması yaparak gerçekleştirdikleri bir çalışmada yapraktan uygulanana B'un verimliliği olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Nyomura ve Brown (1997), Butte ve Mono badem çeşitlerinde sonbaharda 245-490-735 mg kg<sup>-1</sup> dozlarında yapraktan püskürtülen B'un meyve tutumu ve doku B konsantrasyonu üzerine etkisini 2 yıl süreyle incelemişlerdir. Araştırmacılar sonbahardaki B uygulamasının ertesi yılki çiçek tomurcuğu, çiçek ve meyvenin dış yeşil kabuğunun B konsantrasyonunu arttırdığını göstermiştir.

Artan dozlarda B uygulamasının Antep fıstığı çeşitlerinin yaprak B konsantrasyonlarına etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre bitki çeşitleri ve uygulanan gübre dozlarına göre B konsantrasyonundaki değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu (P<0,01, P<0,001) ancak bitki × gübre interaksyonuna göre B konsantrasyonundaki değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir (P>0,05) (Çizelge 5).

Yapraktan artan dozlarda B uygulamasının iki farklı Antep fıstığı çeşitlerinin (Uzun ve Kırmızı) yaprak makro (N, P, K) ve mikro (Zn, Fe, Mn) besin elementleri konsantrasyonları üzerine etkisi Çizelge 6'da verilmiştir.

Artan dozlarda B uygulamasının Antep fıstığı çeşitlerinin yaprak N konsantrasyonundaki değişimin istatistiksel olarak önemli (P>0,05) olmadığı, bitki çeşitleri ile gübre dozlarına göre ortalamalar arasındaki farkın da istatistiksel olarak önemli (P>0,05) olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 6 ve 7). Uzun ve Kırmızı Antep fıstığı çeşitlerinin yaprak N konsantrasyonu ortalamaları değerlendirildiğinde, Uzun çeşidi Antep fıstığında ortalama N konsantrasyonunun %1,61 olduğu, en yüksek %1,68 ve en düşük N konsantrasyonunun %1,56, Kırmızı çeşidinde ise aynı değerler sırasıyla, ortalama %1,62, en yüksek %1,64 ve en düşük %1,59 olarak ölçülmüştür (Çizelge 6). Bu değerlerin Weinbaum ve ark. (1995) tarafından verilen Antep fıstığı bitkisi için N konsantrasyon sınır değerinden (%1,8) düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3)

Çizelge 6. Artan dozlarda B uygulamasının Antep fıstığı bitkisinin Uzun ve Kırmızı çeşitlerinin yeşil aksamındaki N, K (%) P, Zn, Fe ve Mn (mg kg<sup>-1</sup>) konsantrasyonu üzerine etkisi

Table 6. The effect of B application in increasing doses on the concentration of N, K (%) P, Zn, Fe and Mn (mg kg<sup>-1</sup>) in the green part of Long and Red varieties of Pistachio plant.

Uygulamalar	N (%)	K (%)	P (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )
Uzun Çeşidi						
Kontrol	1,68	0,78	467,51	12,81	79,2	52,25
%0,2	1,56	0,77	451,38	14,16	75,98	47,55
%0,4	1,56	0,67	420,71	14,7	73,05	55,38
%0,6	1,6	0,79	455,13	15,41	72,18	55,88
%0,8	1,66	0,62	477,24	13,05	75,33	44,85
Kırmızı Çeşidi						
Kontrol	1,63	0,67	497,15	13,26	78,36	55,8
%0,2	1,64	0,72	611,84	10,61	63,65	42,85
%0,4	1,59	0,74	505,73	11,35	75,81	38,27
%0,6	1,63	0,78	512,75	12,29	65,3	51,95
%0,8	1,6	0,56	522,46	11,19	59,41	54,92
Ortalamalar						
Uzun	1,61 <sup>a</sup>	0,73 <sup>a</sup>	454,39 <sup>b</sup>	14,03 <sup>a</sup>	75,15 <sup>a</sup>	51,18 <sup>a</sup>
Kırmızı	1,62 <sup>a</sup>	0,69 <sup>a</sup>	529,99 <sup>a</sup>	11,74 <sup>a</sup>	68,51 <sup>a</sup>	48,76 <sup>a</sup>
Kontrol	1,66 <sup>a</sup>	0,73 <sup>a</sup>	482,33 <sup>ab</sup>	13,04 <sup>a</sup>	78,78 <sup>a</sup>	54,03 <sup>a</sup>
%0,2	1,60 <sup>a</sup>	0,75 <sup>a</sup>	531,61 <sup>a</sup>	12,39 <sup>a</sup>	69,82 <sup>a</sup>	45,20 <sup>a</sup>
%0,4	1,58 <sup>a</sup>	0,71 <sup>a</sup>	463,22 <sup>b</sup>	13,03 <sup>a</sup>	74,43 <sup>a</sup>	46,83 <sup>a</sup>
%0,6	1,62 <sup>a</sup>	0,79 <sup>a</sup>	483,94 <sup>ab</sup>	13,85 <sup>a</sup>	68,74 <sup>a</sup>	53,92 <sup>a</sup>
%0,8	1,63 <sup>a</sup>	0,59 <sup>a</sup>	499,85 <sup>ab</sup>	12,12 <sup>a</sup>	67,37 <sup>a</sup>	49,89 <sup>a</sup>

Çizelge 7. Artan dozlarda B (%0; %0,2; %0,4; %0,6 ve %0,8) uygulamasının Antep fıstığı çeşitlerinin yeşil aksamındaki besin elementleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları

Table 7. Correlation analysis results of B (0%; 0.2%; 0.4%; 0.6% and 0.8%) application in increasing doses between the nutrients in the green parts of the pistachio varieties.

BE	KK	G.D.	B	P	K	N	Mn	Fe
B	r	0,1						
	p	0,55						
P	r	-0,02	0,07					
	p	0,90	0,68					
K	r	-0,25	0,29	-0,09				
	p	0,11	0,07	0,59				
N	r	-0,04	0,027	0,09	0,28			
	p	0,82	0,86	0,59	0,08			
Mn	r	0,00	0,36*	0,23	0,14	0,10		
	p	0,98	0,02	0,15	0,41	0,56		
Fe	r	-0,24	0,18	0,24	0,00	0,32*	0,20	
	p	0,14	0,26	0,13	0,99	0,04	0,21	
Zn	r	-0,01	0,04	0,14	-0,07	0,20	0,08	0,36*
	p	0,93	0,79	0,41	0,68	0,21	0,61	0,02

BE: Besin Elementleri, KK: Korelasyon Katsayısı, \* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Gübre dozlarına göre, en yüksek ortalama N konsantrasyonu %1,65 olarak kontrol uygulamasında ölçülürken, en düşük ortalama N konsantrasyonu ise %1,58 olarak B'un %0,4 uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 6). Elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde pamuk veriminde N ve B gübrelemesinin etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, B uygulamasının lif verimi, koza ağırlığı ve yaprak ayası N düzeyinde önemli bir farklılık oluşturmadığı, N ve B interaksyonunun önemli olmadığı saptanmıştır (Oosterhuis ve Steger, 1998).

Artan dozlarda B uygulamasının Antep fıstığı çeşitlerinin (Uzun ve Kırmızı) yaprak K konsantrasyonu üzerine istatistiksel (P>0,05) olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 6). LSD analizine göre hem bitki çeşitleri hem de gübre dozlarına göre ortalamalar

arasındaki farkın istatistiksel (P>0,05) olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 7). Yapraktan artan dozlarda B uygulamaları ile Antep fıstığı çeşitlerinin yaprak K konsantrasyonu ortalamaları değerlendirildiğinde, Uzun çeşidinin K konsantrasyonu ortalaması %0,73, en yüksek K konsantrasyonu %079 ve en düşük K konsantrasyonu ise %0,62, Kırmızı çeşidinin ise ortalama K konsantrasyonu %0,69, en yüksek değer %0,78 ve en düşük değer ise %0,56 olarak ölçülmüştür (Çizelge 6). Elde edilen bu değerler Brown ve ark. (1999) tarafından verilen Antep fıstığı bitkisi için K konsantrasyon sınır değerinden (%1,6) düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Yapılan çeşitli araştırmalarda da B gübrelemesinin K konsantrasyonu üzerine etkileri genellikle önemli bulunmamıştır (Aydın ve ark., 2005; Razmjoo ve Henderlong, 1997). Denemelerden farklı

sonuçların ortaya çıkması araştırmada kullanılan bitkinin çeşidine bağlı olarak değişiklik gösterebilir ve çeşitlerin farklı özelliklerinden kaynaklanabilir.

Yapraktan artan dozlarda B uygulamasını iki farklı Antep fıstığı çeşitlerinin (Uzun ve Kırmızı) yaprak P konsantrasyonlarının ortalamaları değerlendirildiğinde, Uzun çeşidinin ortalama P konsantrasyonunun 454,39 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek P konsantrasyonunun 477,2 mg kg<sup>-1</sup> ve en düşük ise 420,7 mg kg<sup>-1</sup> olarak, aynı değer Kırmızı çeşidinde ise ortalama 529,9 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 611,8 mg kg<sup>-1</sup> ve en düşük P konsantrasyonu ise 497,2 mg kg<sup>-1</sup> olduğu görülmüştür (Çizelge 6). Bu değerlerin Brown ve ark. (1999) tarafından verilen Antep fıstığı bitkisi için P konsantrasyon sınır değerinden (1400 mg kg<sup>-1</sup>) oldukça düşük olduğu, bunun nedeninin ise deneme alını toprağının hem yarıyışlı P konsantrasyonunun düşük hemde çok fazla kireçli olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir (Çizelge 1). Elde edilen sonuçlar yapraktan B uygulama dozlarına göre değerlendirildiğinde, P'un en yüksek ortalama değer 531,61 mg kg<sup>-1</sup> ile %0,2 B uygulamasında ölçülürken, en düşük ortalama değer ise 463,22 mg kg<sup>-1</sup> ile %0,4'lük uygulamaya ait olduğu görülmüştür (Çizelge 6). Hem Antep fıstığı çeşitleri hem de gübre dozlarına göre istatistiksel olarak değerlendirme yapıldığında ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu (P<0,01) ancak kontrol, %0,6 ve %0,8 grupları ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını tespit edilmiştir (P>0,05) (Çizelge 6).

Yapraktan farklı dozlarda B uygulamasının Antep fıstığı çeşitlerinin yaprak Zn konsantrasyonu üzerine etkisi değerlendirildiğinde, Uzun çeşidinin ortalama Zn konsantrasyonunun 14,03 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek Zn konsantrasyonunun 15,41 mg kg<sup>-1</sup>, en düşük Zn konsantrasyonu ise 12,81 mg kg<sup>-1</sup> olduğu, Kırmızı çeşidinde ise ortalama Zn konsantrasyonu 11,74 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 13,26 mg kg<sup>-1</sup> ve en düşük 10,61 mg kg<sup>-1</sup> olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 6). Bu değerler Brown ve ark. (1999) tarafından verilen Antep fıstığı bitkisi için Zn konsantrasyon sınır değerinden (7 mg kg<sup>-1</sup>) "yüksek" ve "önerilen değerler" (10-15 mg kg<sup>-1</sup>) aralığında yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Sonuçlar gübre dozlarına göre değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama Zn konsantrasyonu 13,85 mg kg<sup>-1</sup> ile B'un %0,6 uygulamasında, en düşük ortalama değer ise 12,12 mg kg<sup>-1</sup> ile B'un %0,8 uygulamasında ölçülmüştür. LSD analizine göre hem bitki çeşitleri hem de gübre dozlarına göre ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel (P>0,05) olarak önemli olmadığını tespit edilmiştir (Çizelge 7).

Antep fıstığı çeşitlerinin yaprak Fe konsantrasyonu ortalamaları değerlendirildiğinde, Uzun çeşidinin ortalama Fe konsantrasyonu 75,15 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek Fe konsantrasyonu 79,2 mg kg<sup>-1</sup> ve en düşük ise 72,18 mg kg<sup>-1</sup>, Kırmızı çeşidinin ortalama yaprak Fe konsantrasyonu 68,51 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek Fe konsantrasyonu 78,36 mg kg<sup>-1</sup> ve en düşük Fe konsantrasyonu ise 59,41 mg kg<sup>-1</sup> olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 6). Gübre dozlarına göre değerlendirildiğinde en yüksek ortalama Fe konsantrasyonu 78,78 mg kg<sup>-1</sup> olarak kontrol (%0 B) uygulamasında ölçülürken, en düşük Fe konsantrasyonu ise 67,37 mg kg<sup>-1</sup> ile B'un %0,8 uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 6). Hem bitki çeşitleri hem de gübre dozlarına göre ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel (P>0,05) olarak önemli olmadığını tespit edilmiştir (Çizelge 7). Hamurcu ve ark. (2006), bitkiye artan dozlarda B uygulaması ile bitkide B konsantrasyonunun arttığını, Fe miktarı arttıkça Fe

konsantrasyonunun belli bir noktaya kadar artış gösterdiğini, belli bir seviyeden sonra düştüğünü bildirmişlerdir.

Artan dozlarda yapraktan B uygulamaları ile Antep fıstığı çeşitlerinin yaprak Mn konsantrasyonu ortalamaları değerlendirildiğinde, Uzun çeşidinin ortalama Mn konsantrasyonu 51,19 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek değer 55,88 mg kg<sup>-1</sup> ve en düşük değer ise 47,55 mg kg<sup>-1</sup> olduğu, Kırmızı çeşidinde ortalama Mn konsantrasyonu 48,76 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek değer 55,8 mg kg<sup>-1</sup> ve en düşük değer ise 38,27 mg kg<sup>-1</sup> olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 6). Bu değerler Brown ve ark. (1999) tarafından verilen Antep fıstığı bitkisi için Mn konsantrasyon sınır değerinden (30 mg kg<sup>-1</sup>) yüksek ve önerilen değerler (30-80 mg kg<sup>-1</sup>) aralığında yer aldığı görülmüştür (Çizelge 3). Artan dozlarda B uygulamasının Antep fıstığı çeşitlerinin yeşil aksamında bulunan Mn konsantrasyonundaki değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığını tespit edilmiştir (P>0,05). Uygulama dozlarına göre en yüksek ortalama Mn değeri 54,02 mg kg<sup>-1</sup> ile B'un uygulanmadığı kontrol uygulamasında ve en düşük ortalama değer ise 45,2 mg kg<sup>-1</sup> ile B'un %0,2 uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 6). Her iki bitki genotipinde de B uygulamasının Mn konsantrasyonuna istatistiksel (P<0,05) olarak önemli bir etkisi saptanmamıştır (Çizelge 7). Garate (1984), domates bitkisiyle su kültüründe yaptığı bir çalışmada B eksikliği durumunda bitki kökleri tarafından Mn alımının arttığını, B fazlalığı durumunda ise bitki köklerinde Mn nispi hareketliliğinin azaldığını belirlemiştir. Singh (1988) allüviyal kumlu bir toprakta, sera koşullarında bürülcede Mn konsantrasyonu üzerine yaptığı bir araştırmada B seviyesindeki artışla birlikte bürülce bitkisinin mangan konsantrasyonunun 120 mg kg<sup>-1</sup>'den 172,5 mg kg<sup>-1</sup>'a yükseldiğini bildirmiştir.

Artan dozlarda B uygulamasının Antep fıstığı çeşitlerinin yeşil aksamında başta B konsantrasyonu olmak üzere diğer element konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli bir korelasyon ilişkisi olup olmadığını belirlemeye yönelik korelasyon analizi yapılmış ve elde edilen bulgular Çizelge 7'de verilmiştir. Antep fıstığı çeşitleri yeşil aksamında bulunan B ile Mn (r= 0,36; P<0,05) arasında korelasyon ilişkisi belirlenmiş ve korelasyon ilişkisinin zayıf derecede olduğu görülmektedir. Buna göre korelasyon katsayılarının kareleri alındığında B ile Mn arasında (r<sup>2</sup>= 0,129) bir ilişki olduğu, Mn konsantrasyonunda meydana gelen değişikliğin yaklaşık %13'ünün B'dan kaynaklandığı ve ayrıca Fe ile N (r= 0,32; P<0,05) ve Zn ile Fe (r= 0,36; P<0,05) arasında da pozitif yönlü ve nispeten zayıf korelasyon ilişkisi tespit edilmiştir (Çizelge 7). Gökdemir (2016) yürüttüğü çalışmada benzer bir biçimde B uygulamasının asma bitkisinin yaprak besin konsantrasyonu üzerine etkisini olduğunu ve genel olarak N, P, Ca, Mg, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonunu artırdığını ancak Fe ve K konsantrasyonunu düşürdüğünü bildirmiştir.

## Sonuç

Bu araştırmanın temel amacı olan Antep fıstığı bitkisine yapraktan artan dozlarda B (kontrol, %0,2; %0,4; %0,6 ve %0,8) uygulamasının bitkinin yaprağında bulunan B konsantrasyonunu nasıl etkilediğinin tespit edilmesidir. Bu amaca yönelik olarak, bitki çeşitleri ve gübre dozlarına göre yapraktaki B konsantrasyonu belirlenmiş ve aralarındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olup olmadığı analiz

edilmiştir. Analiz sonucunda, bitki çeşitleri ve uygulanan gübre dozlarına göre B konsantrasyonundaki değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu ancak bitki × gübre interaksiyonuna göre B konsantrasyonundaki değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, bazı gübre dozlarına göre bitkilerdeki B konsantrasyonu ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Uygulanan tüm B dozları altında kontrole göre bitkinin B konsantrasyonu artmıştır. En yüksek B konsantrasyonu %0,6 doz uygulamasında gerçekleşmiş ve kontrol uygulamasına göre B konsantrasyonundaki artış %0,6 doz uygulaması ile istatistiksel olarak önemli düzeydeyken %0,2, %0,4 ve %0,8 dozlarında önemli düzeyde bir artış gerçekleşmemiştir.

Araştırmanın amaçlarından biri de artan dozlarda yaprakta B uygulamasının Antep fıstığı bitkisinin yaprağında bulunan bitkiye yararlı diğer element konsantrasyonunu nasıl etkilediğinin belirlenmesidir. Artan dozlarda B uygulamasının Antep fıstığı bitkisi yaprağında bulunan bitkiye yararlı elementlerin konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak önemli sayılabilecek bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bunun yanında araştırmada kullanılan Uzun ve Kırmızı Antep fıstığı çeşitlerinin yaprağında bulunan P ve N konsantrasyonlarının bitki çeşitlerine göre istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Yapraktan B uygulaması ile Antep fıstığı çeşitlerinin yaprağında başta B konsantrasyonu olmak üzere diğer bitki besin element konsantrasyonları açısından elementler arasında Mn hariç istatistiksel olarak önemli bir korelasyon belirlenmemiştir.

Bu çalışmanın temel amacı B uygulamalarının ilgili alanda Antep fıstığı bitkisinin yeşil aksam ve/veya yaprağındaki etkisinin araştırılmasını kapsamakla beraber, B uygulamasının özellikle generatif aşamadaki verim ve özellikle kalite parametreleri üzerine etkisinin daha önemli olduğu bilinmektedir. Bu nedenle sözkonusu bitkilerde bundan sonra yapılacak çalışmalarda B'un generatif aşamadaki bitki ve kalite parametreleri üzerine etkisini içeren çalışmalara yönelmesi önerilebilir.

## Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (ZF2010YL73) tarafından desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Arı N, Özkan CF, Demirtaş EI, Güven D, Öktüren Asri F. 2016. Örtüaltı Domates Yetiştiriciliğinde Bor Uygulamalarının Bitkinin Beslenme Durumu ve Verim Üzerine Etkileri. Uluslararası Tarımda Bor Sempozyumu. Bildiri Kitabı, s:37.
- Asad A, Blamey FPC, Edwards, DG. 2002. Dry matter production and boron concentrations of vegetative and reproductive tissues of canola and sunflower plants grown in nutrient solution. *Plant and Soil*, 243: 243-252.
- Aydın A, Kant C, Ataoğlu N. 2005. Erzurum ve Rize Yöresi Toprak Örneklerine Uygulanan Farklı Dozlardaki Bor ve Fosforun Mısır (*Zea mays*)'ın Kuru Madde Miktarı ve Mineral İçeriğine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36 (2): 125-129.
- Bell RW. 1997. Diagnosis and prediction of boron deficiency for plant production. In *Plant and Soil. Proceedings*. Eds. R.W. Bell and B. Rerkasem. Pp. 193: 149-168. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. The Netherlands.

- Bingham FT. 1982. Boron. In: Page. A.L., Miller. R.H., Keeney. D.R. (eds.) "Methods of Soil Analysis." Part 2. Madison. pp. 431-447.
- Bouyoucus GJ. 1951. Arecalibration of hidrome analysis of soils. *Agron. J.* 43: 434-438.
- Bremner JM. 1965. Total Nitrogen (Methods of Soil Analysis Part 11, C.A. Black et al). American Soc. of Agr. Inc. Pub. Madison. p. 1149-1176, Wisconsin, USA.
- Brito FMV. 1971. Contribution Pour un-Mode D'echantillonnage Adapte Aux Oliveraies du Portugal Cito. III. *Agr.*, 38:1-20.
- Brown PH, Ferguson L, Picchioni O. 1993. Boron nutrition of pistachio if air dyer report Annual report of California Pictachio Industry. Crop year 1992-1993. 60-63.
- Brown PH, Zhang Q, Beede B. 1993a. Effect of foliar fertilization on zinc nutritional status of pistachio trees. In: *Calif. Pistachio Ind. Ann. Rpt.* pp. 77-80.
- Brown PH, Zhang Q, Huang Z, Holtz B, Hornung C. 1999. Agronomic and economic responses of mature 'Kerman' pistachio trees to potassium applications in California. In: *Calif. Pistachio Ind. Ann. Rpt.* 1999. pp. 84-85.
- Brown PH, Shelp BJ. 1997. Boron mobility in plants. In *Plant and Soil. Proceedings*. Eds. R.W. Bell and B. Rerkasem. Pp. 193: 85-101. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. the Netherlands.
- Çağlar KÖ. 1949. Toprak Bilgisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 10. Ankara.
- Çakmak I, Römhald V. 1997. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. *Plant Soil*. 193: 71-83.
- Çakmak İ. 2016. Uluslararası Tarımda Bor Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. IV, 16-18 Kasım, Ankara.
- Carson PL. 1980. Recommended potassium test. P. 20-21. In: *Recommended chemical soil test procedures for the North Central Region*. Rev. Ed. North Central. Regional Publication no. 221. North Dakota Agric. Exp. Stn. North Dakota State University. FArgo USA.
- Ceylan SY, Yazıcı A, Tutus T, Cakmak I. 2016. Borun Kök Büyümesi ve Besin Elementi Alımı Üzerine Etkileri. *Proceedings of International Symposium on Boron in Agriculture*. Ankara, 16-18 November.
- Çimrin KM, Yalçın M, Bozgeyik T. 2018. Gaziantep İli Antep fıstığı Bahçeleri Topraklarının Bor Durumunun Belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2): 18-26.
- Eryüce N. 1979. Ayvalık Bölgesi Yağlık Zeytin Çeşidi Yapraklarında Bazı Besin Elementlerinin Bir Vegetasyon Periyodu İçindeki Değişimleri. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi*. Bornova. İzmir. 114s.
- FAO. 2019. [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Garate A. 1984. Effect of Boron on Manganese and Other Nutrients in Fluids of Vascular Tissues. *An. Edafal. Agrobiol.* 43, 1467-1477.
- Gökdemir N. 2016. Isabella (V. labrusca L.) Üzüm Çeşidinde Farklı Dozdaki Bor Uygulamasının Verim, Kalite ve Yaprak Besin Maddesi İçeriği Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Goldbach HE, Wimmer M. 2007. Boron in plants and animals: is there a role beyond cell-wall structure? *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 170: 39-48.
- Gupta UC. 1993a. Introduction. In *Boron and its Role in Crop Production*. Ed. U.C. Gupta. P: 1. CRC Press. Boca Raton. FL. USA.
- Gupta UC. 1993b. Factors affecting boron uptake by plants. In *Boron and its Role in Crop Production*. Ed. U.C. Gupta. Pp. 87-104. CRC Press. Inc., Boca Raton. FL. USA.
- Hamurcu M, Işık Y, Hakkı EE, Harmankaya M, Yılmaz FG, Topal A, Gökso N, Dericci N, Akgün N, Dursun N, Dündar MA, Gezgin S. 2016. Konya ve Karaman İllerinde Farklı Bor Uygulamalarının Buğdayın Verimine Etkisi. *Proceedings of International Symposium on Boron in Agriculture*. Ankara, 16-18 November.

- Harmankaya M, Işık Y, Yılmaz FG, Dursun N, Gökse N, Demirci N, Yalçın G, Taşpınar K, Ateş Ö, Alveroğlu V, Gezgin S. 2016. Farklı Lokasyonlarda Bor Uygulamalarının Şeker Pancarının Verimine Etkisi. Proceedings of International Symposium on Boron in Agriculture. Ankara, 16-18 November.
- Jackson ML. 1962. Soil Chemical Analysis. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Kurşun İ, Gürbüz M, Günay E, Kaya Y, Evci G, Süzer S, Pekcan V. 2016. Bor gübrelemesinin Trakya yöresinde ayçiçeği verimi üzerine etkisi/Effect of boron fertilizing on sunflower yield in Thrace region. Journal of Boron. 1(2): 74-85.
- Lewis DH. 1980. Boron. lignification and the origin of vascular plants a unified hypothesis. New Phytol. 84: 209- 229.
- Lindsay WL, Norvell WA. 1978. Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.
- Marschner H. 2012. Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd ed. Academic Press. USA. pp. 233-242. ISBN: 978-0-12-384905-2
- McLean EO. 1982. Soil PH and Lime Requirement in Methods of Soil Analysis (A.L. Page et al. Ed.). Part II. 2nd. American Society of Agronomy Inc. Publisher, Madison Wisconsin, USA, 199-224p.
- Nyomura AMS, Brown PH. 1997. Fall Foliar-Applied Boron Increase Tissue Boron Concentration and Nut set of Almond. Journal of the American Society for Horticultural Science, 122(3): 405-410.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ., 939. U.S. Gov. Print Office. Washington D.C.
- Oosterhuis DM, Steger A. 1998. The influence of nitrogen and boron on the physiology and production of cotton. NewsViews. In a regional newsletter published by the Potash Phosphate Institute (PPI) and the Potash Phosphate Ins. of Canada.
- Özkutlu F, Korkmaz K, Şahin Ö, Özenç N, Taşkın B, Akgün M, Ete Ö, Aygün A. 2016. Ordu ve Samsun Yörelerinde Fındığın Bor Beslenme Durumunun İncelenmesi ve Toprak ve Yapıktan Yapılan Bor Gübrelemesinin Verime Etkisinin Belirlenmesi. Proceedings of International Symposium on Boron in Agriculture. Ankara.
- Püskülcü G. 1981. Memecik Zeytin Çeşidinde Makro ve Mikro Besin Elementlerinin Mevsimsel Değişimlerinin İncelenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Uzmanlık Tezi. Bornova. İzmir.
- Razmjoo K, Henderlong PR. 1997. Effect of potassium, sulfur, boron and molybdenum fer-tilization on alfalfa production and herbage macronutrient contents. Journal of Plant Nutrition, 20:1681-1696.
- Shorrocks VM. 1997. The occurrence and correction of boron deficiency. Plant Soil. 193: 121-148.
- Silanpaa M. 1990. Micronutrient assessment at country level: An international study. In: FAO Soils Bulletin. N.63. Rome.
- Şimşek M. 2018. Güneydoğu Anadolu'da Yetiştirilen Antepfıstığının (*Pistacia vera* L.) Üretim Potansiyeli ve Geliştirme Olanakları. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(1): 19-22.
- Singh DP. 1988. Effect of gypsum on boron tolerance in cowpea. New Botanist, 15: 145-148.
- Taban S. 2014. Boron Fertilization in Boron Deficient Soils and Crops. Argus FMB Europe Fertilizer, Dubrovnik-Hırvatistan.
- Tekin H, Arpacı S, Yukceken Y, Cakir I. 1997. Pistachio nut iron deficiencies on calcareous soils. In II International Symposium on Pistachios and Almonds 470 p. 421-428.
- Tekin H, Çağlar G, Kuru C, Akkök F. 1990. Antepfıstığı Besin Kapsamlarının Belirlenmesi ve En Uygun Yaprak Örneği Alım Zamanının Tespiti. Türkiye 1. Antepfıstığı Sempozyumu 11-12 Eylül, s.120-138.
- Torun A, Toklu F, İbrikçi H, Cerit İ, Duymuş E. Sağır H. 2016. Adana ve Osmaniye Bölgesinde Mısır Üretim Alanlarında Bitkilerin Bor'la Beslenme Düzeyi ile Bor Gübrelemesinin Mısırın Dane Verimi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN). Sonuç raporu.
- Torun A., Duymuş E., Erdem H., Tolay İ., Cenkseven Ş., Gülüt KY, Torun B. 2018. Ayçiçeğinde tuz zararı üzerine bor uygulamalarının etkisinin belirlenmesi, Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(12): 1781-1788.
- Turan MA, Kaya EC, Soba MR, Balcı M, Taşkın, MB, Taban S. 2016. Kolemanit Uygulamasının Çay Bitkisinin Yaş Yaprak Verimi ve Bor Konsantrasyonu Üzerine Etkisi. Proceedings of International Symposium on Boron in Agriculture. Ankara.
- Uriu K, Pearson J. 1986. Zinc deficiency in pistachio-diagnosis and correction. In: Calif. Pistachio Ind. Ann. Rpt. 1986. pp. 71-72.
- Weinbaum S, Brown PH. Rosecrance S. 1995. Assessment of nitrogen and potassium uptake capacity during the alternate bearing cycle. In: Calif. Pistachio Ind. Ann. Rpt. pp. 56-60.
- Wojcik PP, Wojcik MM, Klankowski KK. 2008. Response of Apple Trees to Boron Fertilization under Conditions of Low Soil Boron Availability. Scientia Horticulturae, 116(1): 58-64.