

## FASULYEDE (*Phaseolus vulgaris* L.) YAPRAKTAN VE TOPRAKTAN UYGULANAN FARKLI BOR DOZLARININ VERİM VE VERİM UNSURLARINA ETKİSİ

Ali GÜLÜMSER Mehmet Serhat ODABAŞ Yeliz ÖZTURAN  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye  
Sorumlu yazarın E-posta adresi: gulumser@omu.edu.tr

### Özet

Bu araştırmada fasulyeye (*Phaseolus vulgaris* L.) yaprakтан ve topraktan uygulanan farklı bor dozlarının (0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 kg/ha) verim ve verim unsurlarına etkileri araştırılmıştır. Denemeler 2002–2003 yıllarında Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yürütülmüş, ana parselde uygulama şekli, alt parsellere bor dozları gelecek şekilde bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Bor olarak (% 66.14) solubor ve fasulye olarak Efsane çeşidi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda fasulyeye borun yaprakтан ve topraktan uygulama şekilleri etkili olmazken farklı dozdaki bor uygulamalarının etkisi önemli bulunmuştur. Varyans analizi sonucu bor dozlarının ilk bakla yüksekliğine, tanenin bor içeriğine, çimlenme oranına, 1000-tane ağırlığına ve tane verimine önemli düzeyde etkisi görülmüştür. Fasulyeye yaprakтан veya topraktan uygulanan 1.11 kg/ha bor, en fazla kuru tane verimi (247.88 kg/da) sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Fasulye, Bor, Gübreleme, Yapraktan Gübreleme

### The Effect of Soil and Foliar Applied Boron at Different Rates on Yield and Yield Components of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

#### Abstract

This research examined the effect of soil and foliar applied boron in different rates (0, 0.5, 1, 1.5 and 2 kg/ha) on yield and yield components of common bean in the experimental field of Black Sea Agricultural Research Institute during 2002–2003. Solubor (66.14 % B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) was used in this research. Experimental design was a split plot arrangement with three replications, utilizing application methods as main plot and boron rates as subplots. Results from both years indicated that increasing boron rates applied either to soil or foliar significantly improved common bean yields and affected some quality characters and morphological traits. The result of variance analysis of boron amount had a significant effect on the first pod height, boron content of grain, germination rate, 1000-seed weight and grain yield. 1.11 kg/ha boron applied to common bean through foliar or soil provided the highest yield (247.88 kg/da).

**Keywords:** Bean, Boron, Fertilization, Foliar Application

## 1. Giriş

Yemelik baklagillerden olan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) kuru ve taze olarak tüketilen, yüksek protein içeriğiyle insan beslenmesinde ve bitki artıklarıyla da yem sanayinde kullanılan önemli bir kültür bitkisidir (Smith ve Huyser, 1987).

İnsan beslenmesinde önemli yeri olan bu bitkinin dünyada ekiliş alanı 2003 yılı verilerine göre 26.871.166 ha, üretimi 19.363.217 ton ve verimi 720.6 kg/ha'dır. Buna bağlı olarak ülkemizde ekim alanı 171.000 ha, üretim 242.000 ton ve verimde 1415.2 kg/ha'dır (Anonim, 2003).

Bitkilerin mikro besin ihtiyaçları optimum üretimi kısıtlamaktadır. Bu gereksinimi karşılamak içinde makro besin

elementlerine ihtiyaç duyarlar. Bu gereksinim içerisinde mikro besin maddelerinden en fazla eksikliği görülen bordur (Gupta, 1993). Bu yüzden üzerinde durulması gereken en önemli mikro besin elementi bordur (Warington, 1923).

Bor, mikro besin elementi olmasına rağmen bitki yapısında çok önemli rolü vardır. Bor bitkide, hücre duvarlarının oluşmasında, şeker taşınmasında, hücre bölünmesinde, difüzyonda, membran fonksiyonlarında, kök uzamasında ve bitki hormon seviyelerinin düzenlenmesinde etkilidir (Romheld ve Marschner, 1991; Marschner, 1995). Bor eksikliği en yaygın olarak ülkemizde Karadeniz Bölgesi gibi

asit toprak koşullarında ve nemli yerlerde görülmektedir (Kim ve ark., 2000; Boyd, 2002). Bunun dışında tarımda en fazla mikro besin maddesi eksikliği olarak 80 ülkede 132 bitki çeşidinde borun noksanlığı rapor edilmiştir (Shorrocks, 1997). Bitki gelişmesinde önemli bir yeri olmasına rağmen borun gübre olarak fasulyede kullanımı, bölgemiz ve ülkemizde fazla yaygın değildir. Bu nedenle çalışmada beş farklı bor dozu ve iki farklı uygulama şeklinin fasulyede verim ve verim unsurlarına olan etkileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada Biotek Tohumculuk firmasına ait, çimlenme gücü % 98.7 olan Efsane fasulye çeşidi ile bor olarak ETİ Holdingden sağlanan solubor (% 66.14 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) kullanılmıştır. Denemeler 2002–2003 yıllarında Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yürütülmüştür. Denemelerin yapıldığı toprakların kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Toprağın bor içeriği birinci yıl 0.47 mg/kg, ikinci yıl ise 0.51 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Denemenin yürütüldüğü dönemde yıllara göre düşen yağış miktarı sırasıyla 744 mm ve 741 mm olarak gözlenmiştir.

### 2.2. Yöntem

Denemelerin ekimi birinci yıl 30 Nisan 2002, ikinci yılı 01 Mayıs 2003 tarihinde yapılmıştır. Araştırma, bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ana parselde uygulama şekli, alt parsellere bor dozları gelecek şekilde denemeler kurulmuştur. Yapraktan ve topraktan olmak üzere iki farklı uygulama şeklinde beş farklı bor dozu (0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 kg/ha solubor) uygulanmıştır. Toprakta uygulama işlemi ekimle birlikte, yaprakta

uygulama şekli ise çiçeklenme öncesi bitkiler üzerine solubor püskürtülerek yapılmıştır. Bor, topraktan ve yaprakta 94.5 l/ha olacak şekilde suda çözülmüş olarak bitkiye uygulanmıştır (Freeborn, 2000). Gerekli görüldüğünde sulama ve çapalama işlemleri yapılmıştır. Denemede her bir parselin boyu 4 m, sıra arası mesafesi 0.5 m ve sıra üzeri mesafede 0.15 m ve her parselde 5 sıra olacak şekilde kurulmuştur. Her parselde ilk ve son sıra kenar tesiri olarak belirlenmiş, gözlem ve ölçümler diğer üç sıradan şansa bağlı olarak seçilen 10 bitki üzerinden yapılmıştır. Verim unsurları olarak bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı ve 1000-tane ağırlığı ele alınmıştır.

Hasat, kenar tesirleri dışında kalan 3 sırada yapılmıştır. Hasat sonrası her bir bor dozunun uygulandığı parsellerden alınan tohumlarda çimlenme testi, kül, tohumda bor içeriği ve protein analizleri yapılmıştır. Kül analizi, Akyıldız (1984)'e göre yapılmıştır. Bor içeriği Azomethine-H Colorimeter kullanılarak kuru külden tespit edilmiştir (Ryan, 2001). Çimlenme testi 4 x 100 tohum kullanılarak petri kapları içinde laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Varyans analizi SPSS 10.0 paket programı kullanılarak, regresyon analizi Microsoft Excel programı kullanılarak yapılmış ve elde edilen sonuçlar bu analizlere göre yorumlanmıştır.

## 3. Bulgular

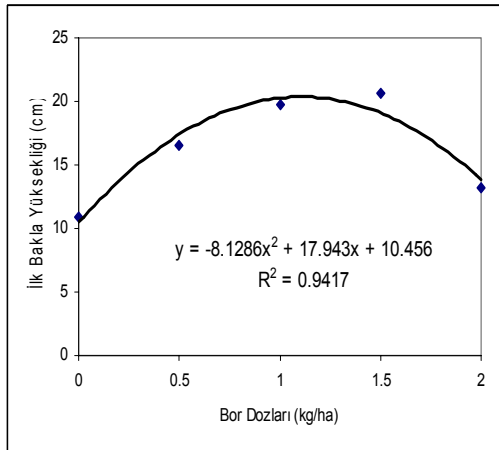
Farklı dozlarda borun topraktan ve yaprakta uygulamaları sonucu fasulyenin bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı ve tohumun bor içeriğine ait ortalama değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Bor'un doz ve uygulanış şekilleri bitki boyuna etkili olmamıştır. Bitki boyu 45.09 cm ile 51.15 cm arasında değişmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanı toprağının bazı kimyasal özellikleri (0–20 cm derinlik)

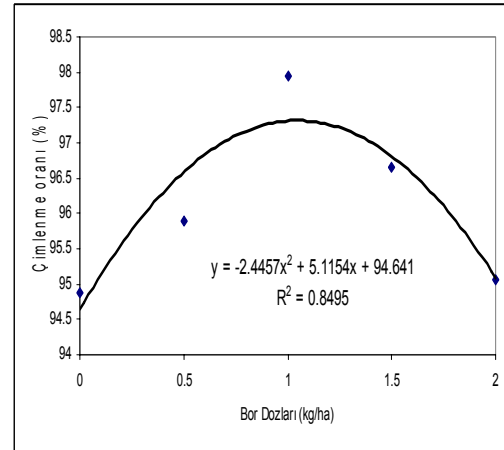
Yıllar	pH	Organik Madde (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	K <sub>2</sub> O (mg/kg)	Ca (mg/kg)	B (mg/kg)
2002	6.45	2.54	20.22	98.25	0.87	0.47
2003	6.32	2.72	19.41	89.61	0.80	0.54

Çizelge 2. Fasulyede bazı morfolojik karakterler üzerine topraktan ve yapraktan uygulanan farklı dozlardaki borun etkisine ait ortalamalar

Dozlar (kg/ha)	Uygulama Şekli	Bitki Boyu (cm)	İlk Bakla Yüksekliği (cm)	Bitkide Bakla Sayısı (adet)	Çimlenme Oranı (%)
0	Topraktan	45.09	10.32	6.70	94.84
	Yapraktan	48.11	11.58	7.10	94.92
	Ortalama	46.60	10.95c	6.90	94.88b
0.5	Topraktan	46.74	16.02	6.80	95.85
	Yapraktan	49.01	17.15	7.30	95.96
	Ortalama	47.88	16.59b	7.05	95.90ab
1	Topraktan	50.02	19.30	7.80	98.11
	Yapraktan	51.15	20.13	7.50	97.77
	Ortalama	50.59	19.72a	7.65	97.94a
1.5	Topraktan	50.11	19.10	7.50	96.87
	Yapraktan	49.69	22.13	7.10	96.44
	Ortalama	49.90	20.62a	7.30	96.66a
2	Topraktan	48.18	12.78	7.10	95.01
	Yapraktan	48.47	13.52	6.90	95.11
	Ortalama	48.33	13.15c	7.00	95.06b
Ortalama	Topraktan	48.02	15.50	7.20	96.14
	Yapraktan	49.29	16.90	7.20	96.03



Şekil 1. Farklı seviyede bor kullanılan fasulyede ilk bakla yüksekliği değişimi.



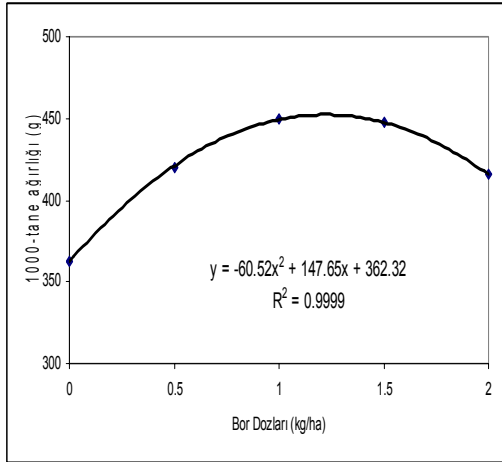
Şekil 2. Farklı seviyede bor kullanılan fasulyede çimlenme oranı değişimi.

İlk bakla yüksekliği üzerine uygulama şekli istatistik olarak etkili olmazken, bor dozları etkili olmuştur. Bitkide en yüksek ilk bakla, borun 1 kg/ha ve 1.5 kg/ha dozlarından (19.72 cm ve 20.62 cm) elde edilmiştir. Borun uygulanmadığı ve 2 kg/ha uygulandığı durumlarda ilk bakla yüksekliği sırasıyla 10.95 cm ve 13.15 cm de kalmıştır. Bununla ilgili olarak yapılan regresyon analiz sonucu ve çizilen grafik Şekil 1'de gösterilmiştir. Uygulanan bor miktarı ile ilk bakla yüksekliği arasında  $r^2$ : 0.942 gibi çok

yüksek bir ilişki bulunmuştur. İlk bakla yüksekliğinin en fazla olduğu bor dozu 1.103 kg/ha olarak hesaplanmıştır. Bitkide bakla sayısına borun doz ve uygulama şekilleri istatistik anlamda etkili olmamış ve bitki başına bakla sayısı 6.70-7.80 adet arasında değişmiştir. Elde edilen tohumlarda çimlenme testleri yapılmış ve borun uygulama şeklinin çimlenme üzerine etkisi önemsiz bulunurken, dozların etkisi önemli olmuştur. Hektara 1 kg ve 1.5 kg bor uygulamasından alınan tohumların çimlenme oranları sırasıyla % 97.94 ve %

Çizelge 3. Fasulyede bazı kalite özellikleri ile tane verimine topraktan ve yapraktan uygulanan farklı dozlardaki borun etkilerine ait ortalamalar

Dozlar (kg/ha)	Uygulama Şekil	1000 tane ağırlığı (g)	Tohumda Bor İçeriği (mg/kg)	Ham protein (%)	Ham kül (%)	Tane Verimi (kg/da)
0	Toprakdan	399.91	35.55	20.27	4.93	160.30
	Yapraktan	325.18	35.95	21.20	4.78	168.12
	Ortalama	362.54d	35.75c	20.74	4.86	164.21c
0.5	Toprakdan	420.01	40.17	23.10	4.96	174.00
	Yapraktan	420.95	40.25	21.66	4.98	174.82
	Ortalama	420.48b	40.21bc	22.38	4.97	174.41b
1	Toprakdan	449.33	45.66	23.06	5.01	245.62
	Yapraktan	450.21	46.22	23.15	4.96	250.14
	Ortalama	449.77a	45.94b	23.10	4.99	247.88a
1.5	Toprakdan	447.12	46.91	22.70	4.86	249.95
	Yapraktan	448.36	46.98	22.06	4.88	250.33
	Ortalama	447.74a	46.95b	22.38	4.87	250.14a
2	Toprakdan	411.54	48.61	21.35	5.02	161.11
	Yapraktan	419.32	48.92	20.79	4.88	173.29
	Ortalama	415.43c	48.77a	21.07	4.95	167.25c
Ort.	Toprakdan	425.58	43.38	22.10	4.96	198.19
	Yapraktan	412.80	43.66	21.77	4.90	201.68



Şekil 3. Farklı seviyede bor kullanılan fasulyede 1000-tane ağırlığındaki değişimi.

96.66 olmuştur. Borun uygulanmadığı veya 1.5 kg/ha'dan fazla uygulandığı durumlarda ise çimlenme oranı düşmüştür. Bunun grafikte gösterimi ise Şekil 2'de verilmiştir.

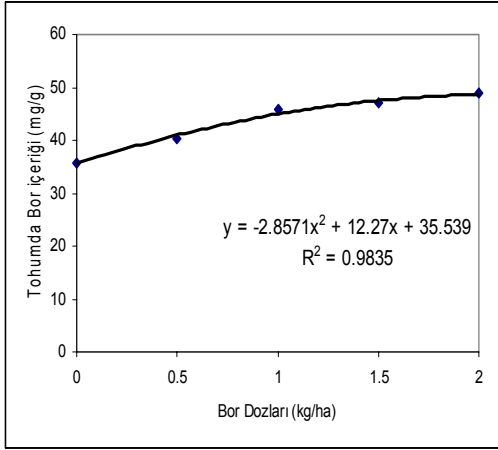
Tohumun çimlenmesi ile bitkiye verilen bor miktarı arasında  $r^2$ : 0.895 gibi yüksek bir ilişki bulunmuştur. Çimlenmenin en fazla olmasını sağlayacak bor dozu 1.046 kg/ha olarak hesaplanmıştır. Borun farklı doz ve uygulama şeklinin fasulyede 1000-tane ağırlığı, tanenin bor içeriği, ham protein ve ham kül oranı ile tane verimi üzerine etkisi Çizelge 3'te gösterilmiştir. Fasulyede 1000-tane ağırlığı üzerine borun

uygulama şekli önemsiz iken, farklı dozlarının etkisi önemli bulunmuştur. Hektara 1 ve 1.5 kg bor uygulaması sonucu 1000-tane ağırlığı sırasıyla 449.77 g ve 447.74 g olmuştur.

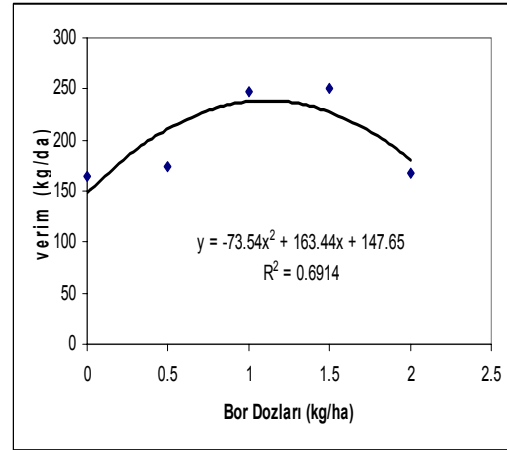
Borun fazla uygulanışı ve hiç uygulanmaması, tane ağırlığına olumsuz etki yapmıştır. Bu durum Şekil 3'te gösterilmiştir. Regresyon analizi sonucu uygulanan bor miktarı ile 1000-tane ağırlığı arasında ( $r^2$ : 0.999) bir ilişki saptanmıştır. En ağır taneyi elde etmek için verilmesi gereken bor miktarı 1.219 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

Tanenin bor içeriği üzerine uygulanan bor miktarı etkili olurken uygulama şekli önemsiz olmuştur. Hektara 2 kg bor verildiği şartlarda tohumlardaki bor miktarı 48.77 mg/kg olurken, bunun altındaki dozlarda tanenin bor miktarı giderek azalmıştır (Şekil 4). Bitkiye uygulanan bor ile tanenin içerdiği bor arasında da olumlu bir ilişki ( $r^2$ : 0.984) bulunmuştur.

Tanenin ham protein oranına bor miktarı ve uygulama şekli etkili olmamıştır. Tanedeki protein oranı % 20.27 ile % 23.15 arasında değişmiştir. Tanedeki ham kül oranı da ham protein oranında olduğu gibi borun miktar ve uygulama şekline etkilenmemiştir. Tanede ham kül oranı % 4.78 ile % 5.02 arasında değişmiştir.



Şekil 4. Farklı seviyede bor kullanılan fasulye tohumlarında bor içeriklerinin değişimi.



Şekil 5. Fasulyeye yapraktan ve topraktan uygulanan bor dozlarında verim-doza ilişkisi.

Fasulyede tane verimi, borun farklı dozda verilmesi ile etkilenirken, topraktan veya yapraktan bor uygulanması verime etkili olmamıştır. Nitekim hektara 1 kg ve 1.5 kg uygulanan borun etkisi ile tane verimi sırasıyla 247.88 kg/da ve 250.14 kg/da olmuştur. Bu sınırların altında ve üstünde verilen bor, tane verimini azaltmıştır. Bu durum Şekil 5 de gösterilmiştir. Regresyon analizinde bor dozu ile verim arasında  $r^2$ : 0.691 gibi olumlu ve önemli bir ilişki bulunmuştur. Tane verimi üzerine en yüksek verim için uygulanması gerekli bor miktarı 1.111 kg/ha olarak bulunmuştur.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Araştırma üzerinde durulan bitki boyu ve İlk bakla yüksekliği fasulyede mekanik hasat için en önemli ölçüttür (Odabaş ve Gülümser, 2001). Bitki gelişmesi için yeterli düzeyde bulunmayan bir besin elementinden ortama küçük miktarda bir ilave yapıldığında bu besin maddesinin absorpsiyonunda meydana gelen artışla orantılı olarak bitki gelişmesinde de bir artış görülür (Aktaş, 1991). Borun uygun dozda verilmesi, bitkide fizyolojik olayları olumlu yönde teşvik ettiğinden bitki boylanmasına da olumlu ve önemli etkide bulunmaktadır. Boylanma boğum aralarının uzaması ve sonuçta bitkinin uzaması şeklinde olur. İlk

bakla bağlayan boğuma kadar olan diğer boğum aralarının uzunluğu ilk baklanın yüksekte olmasını sağlar. Borun fazla uygulanışı büyüme noktalarında bozulmalar ve bitkide deformasyonlara neden olabilir. Nitekim, fasulyede 1.5 kg/ha dan fazla uygulanan doz az da olsa bitkide incelenen karakterler üzerine olumsuz etki yapmıştır. Bitkinin içerdiği bor miktarı ile dölleme, tohum bağlama ve çimlenme gibi olaylar yakın ilişkilidir. Çiçeklerde düşük seviyedeki borun polen tüpü gelişiminin ve mikrospor oluşumunun azalmasıyla birincil etkilerini döllemede gösterdiğini ve dölleme sonrası meydana gelen etkilerin ise tohum tutmama veya embriyoda boşlukluluk, hasarlı ve anormal meyve oluşumu ile sonuçlanan zayıf embriyo gelişimi görülmüştür (Dell ve Huang, 1997). Borun bitki türleri arasında üretim aşamasında farklı etki yaptığı da bilinmektedir. Aynı türün bireyleri arasında da yer ve mevsime göre değişiklik olabileceği saptanmıştır. Dolayısıyla tohumda bor içeriği hem verim hem de çimlenme üzerine etki etmektedir. Bitkinin tane kalitesi birçok faktörün etkisi altında oluşur.

Bitkilerdeki kritik bor konsantrasyonu türe göre değişmektedir. Buğday gibi tahıllarda kritik bor noksanlık düzeyi 5-10 mg/kg olduğu halde, üçgül gibi çift çenekli baklagillerde bu miktar 20-70 mg/kg düzeye çıkmaktadır (Bergmann, 1992). Araştırmada kullandığımız fasulye

de çift çenekli ve baklagillerden olup tanelerinde 48.77-35.75 mg/kg arasında bor tespit edilmiştir. Çift çenekli bitkilerin, tek çenekli bitkilere göre bor ihtiyaçlarının fazla olması bu bitkilerin hücre duvarı bileşenlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Loomis ve Durst, 1992). Fasulye gibi çift çenekliler dışında aynı bölgede ayçiçeği ve mısır gibi bitkiler üzerinde yapılmış çalışmalarda tane verimi

ve 1000-tane ağırlığında artışlar tespit edilmiştir (Korkmaz ve ark., 2001). Uygun dozda verilen borun fasulyede benzer etkileri görülmüştür.

Sonuç olarak makro bitki besin elementlerinin yanında önemli bir mikro besin elementi olan borun ister topraktan ister yapraktan olsun 1 kg/ha dozu, fasulyenin verim ve tane kalitesine olumlu etki yaptığı bu çalışmada tespit edilmiştir.

#### Kaynaklar

- Aktaş, M. 1991. Bitki besleme ve toprak verimliliği. Ankara Üni. Zir. Fak. Yayın No: 1202.
- Akyıldız, A. R. 1984. Yemler bilgisi laboratuvar kılavuzu. Agric. Faculty of Ankara Uni. Pres.
- Anonim, 2003. <http://www.fao.org>.
- Bergmann, W. 1992. Nutritional disorders of plants-development. Visual and analytical diagnosis. Fischer Verlag. Jena.
- Boyd, R. J. 2002. The partitioning behaviour of boron from tourmaline during ashing of coal. Int. J. Coal Geology, 53: 55-61.
- Dell, B. ve Huang, L. 1997. Physiological response of plants to low boron. Plant and Soil, 193: 103-120.
- Freeborn, J. R. 2000. Nitrogen and boron applications during reproductive stages for soybean yield enhancement. Master Thesis. Virginia State University, Virginia, USA.
- Gupta, U. C. 1993. Deficiency sufficiency and toxicity levels of boron in crops. CRC Press. Boca Raton. FL.
- Kim, T. H. J., Kim, K. S., Lee, Y. C. and Koo, J. K. 2000. Leaching characteristics of glassy waste forms containing two different incineration ashes. Waste Mng., 20: 43-54.
- Korkmaz, A., Özdemir, N., Kızılkaya, R., Gülser, C., Sürücü, A., Horuz, A., Aşkın, T., Yirmibeşoğlu, B. 2001. Fındık, ayçiçeği, şeker pancarı ve mısır bitkilerinde borlu gübre kullanımı üzerine araştırmalar. Sonuç raporu. Ondokuz Mayıs Üni. Zir. Fak. Toprak Böl. Samsun.
- Loomis, W. D. ve Durst, R. W. 1992. Boron and cell walls. Curr. Top. In Plant Biochem. Physiol., 10: 149-178.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. Acad. Press. San Diego. CA, USA.
- Odabaş, M. S. ve Gülümser, A. 2001. Fasulyede uygulanan farklı dozlardaki değişik azot kaynaklarının verim, verim unsurlarına ve yapraktaki klorofil miktarına etkisi. Ondokuz Mayıs Üni. Zir. Fak. Derg., 16: 42-47.
- Romheld, V. and Marschner, H. 1991. Function of micronutrients in plants. In Mortvelt, J. J. (Ed.) Micronutrients in Agriculture. 2nd ed. SSSA Book Ser. 4. SSSA. Madison. WI. pp. 297-328.
- Ryan, J., Estefan, G. and Rashid, A. 2001. Soil and plant analysis lab. Manual. In. El-Begaty. A. (Ed.). International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo. Syria. pp. 137-138.
- Shorrocks, V. M. 1997. The occurrence and correction of boron deficiency. Kluwer Academic Publ. Dordrecht the Netherlands.
- Smith, K. J. and Huyser, W. 1987. World distribution and significance of soybean. In. Ellis. R. H. (Ed.). Soybeans improvement production and Uses; Sec. Ed. Ed. J. R. Wilcox. Amer. Soc. of Agron. Madison. Wisconsin. pp. 1-22.
- Warington, K. 1923. The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants. Annals Botany, 37: 629-672.