

Araştırma Makalesi/Research Article (Orjinal Paper)

Topraktan Bor Gübrelemesinin Mondial Gala ve Braeburn Elma Çeşitlerinin Bor ve Diğer Besin Elementi Konsantrasyonlarına Etkisi

Gürcan Duygu BAYSAL, İbrahim ERDAL*

Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
*e-mail: ibrahimerdal@sdu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada, topraktan B uygulamasının farklı elma çeşitlerinin (Mondial Gala ve Braeburn) Bor konsantrasyonu ile diğer besin elementlerine etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaçla; 0, 0.1, 0.3 ve 0.5 kg B/da olacak şekilde topraktan bor gübrelemesi yapılmıştır. Deneme sonunda, artan B uygulamalarına bağlı olarak yaprak B konsantrasyonları her iki çeşitte de artmıştır. Kontrol koşullarında 24.6 mg/kg olan Mondial Gala çeşidinin yaprak B konsantrasyonu, 36.1 mg/kg'e kadar yükselmiştir. Braeburn çeşidinde ise yaprak B konsantrasyonunun 28.5 mg/kg den 44.7 mg/kg'e kadar yükseldiği görülmüştür. Elmanın bor uygulamalarına bağlı olarak elde edilen B ve diğer besin elementi konsantrasyonlarındaki değişim, çeşitlere göre farklılıklar göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Bor, Bitki besin maddesi, Çeşit, Elma

Effect of Soil Boron Application on Boron and Other Nutrient Concentration of Mondial Gala and Braeburn Apple Varieties

Abstract: In this study, it was aimed to determine the effect of soil Boron (B) application on B and other nutrient concentration of different apple varieties (Mondial Gala and Braeburn). For this reason; 0, 1, 3 and 5 kg B ha⁻¹ were applied to soil. At the end of the experiment, it was seen that leaf B concentration of both varieties increased with B applications. While leaf B concentration at control treatment was 24.6 mg kg⁻¹ in Mondial Gala cultivar, it reached up to 36.1 mg kg⁻¹. Also in Braeburn cultivar, leaf B concentration increased from 28.5 mg kg⁻¹ to 44.7 mg kg⁻¹. Variations in B and other nutrient concentrations depending on different B applications varied with varieties.

Key words: Boron, Plant nutrients, Variety, Apple

Giriş

Boron bitkideki işlevlerinin tam olarak anlaşılması üzerine yönelik araştırmalar yoğun bir şekilde sürdürülmekle birlikte, bitkilerde şekerlerin taşınmasında, hücre duvarı sentezinde, lignifikasyon olgusunda, hücre duvarı strüktürünün oluşumunda, karbonhidrat metabolizmasında, RNA metabolizmasında, solunumda, indol asetik asit metabolizmasında, fenol metabolizmasında, polen gelişimi ve meyve tutumunda, biyolojik membranların yapısal ve fonksiyonel özellikleri üzerinde önemli ve belirgin işlevlere sahip olduğu uzun zamandan beri bilinmektedir (Stanley ve Lichtenberg 1963; Marschner 1995; Kacar ve Katkat 2009). Bitkilerin bor alım kapasitesi oldukça değişiklik gösterir. Türler arasında olduğu gibi, aynı türün çeşitleri arasında bile bora duyarlılıkta farklılıklar olduğu belirtilmektedir (El-Sheik ve ark. 1971; Paull ve ark. 1988; 1991). Elma ağaçlarının bor ihtiyaçları çoğu bitkiye göre daha fazladır (Shorrocks, 1997). Bor noksanlığında elma ağaçlarında çiçekler aniden solar ve dökülür. Büyüme uçları ölür, meyveler küçülür, bazen çatlaklar görülür, meyve renginde solgunluk ve zayıf kızarma meydana gelir, suda çözünür kuru madde miktarı düşer, meyve etinde mantarlaşma görülür (Shear ve Faust 1980; Loomis ve Durst 1992; Peryea 1994). Bitkilerin topraktaki bordan yararlanabilme kapasiteleri, toprağın bitkiye yarayışlı B kapsamı, toprak pH'sı, topraktaki değişebilir iyonların tipi, topraktaki minerallerin miktarı ve tipi, toprağın organik madde kapsamı, toprağın ıslanması ve kuruması vb gibi özelliklere bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu faktörlerden toprak pH'sı en önemli toprak özelliklerinden olup toprak pH'sındaki artışa bağlı olarak bitkilerin bor alımı azalmaktadır (Goldberg 1997). Bu tür topraklarda B gübrelemesi, elma gibi B ihtiyacı fazla olan bitkilerin B konsantrasyonunu artırmak suretiyle verim ve kalite özellikleri üzerine olumlu etki yapabilir. Bu durum özellikle B

konsantrasyonu düşük alanlarda daha da önem taşımaktadır. Nitekim elma üretiminin oldukça yoğun olduğu Isparta yöresinde, elma bahçelerinin toprak B konsantrasyonlarının 0-20 ve 20-40 cm deki toprak örneklerinin sırasıyla %31 ve % 46'sının yetersiz düzeyde yararlı B içerdiğini belirlemiştir (Peker ve Erdal 2006) .

Bu çalışmada, topraktan B uygulamasının, B beslenmesi açısından olumsuz bazı özellikler taşıyan bir toprakta yetiştirilen değişik elma çeşitlerinin yaprak B konsantrasyonları ile mineral beslenmelerine etkisini incelemek ve bu etkileri karşılaştırmak amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada, aynı bahçede M9 anacı üzerine aşılanmış Mondial Gala ve Braeburn olmak üzere 6 yaşında, 2 elma çeşidi kullanılmıştır. Çizelge 1 de görüldüğü üzere, deneme alanı toprağı killi tın bünyeli, organik madde içeriğı orta, fazla kireçli ve hafif alkali karakterlidir. Toprağın elverişli besin elementlerinden P, K, Mg ve Ca konsantrasyonları yeter ve fazla, Zn ve Cu konsantrasyonları yeterli, Fe konsantrasyonu orta, Mn konsantrasyonu az, B konsantrasyonu ise çok azdır (Lindsay ve Norvell 1969; Wolf 1971; FAO 1990; TOVEP 1991; Eyüpoğlu 2000). Denemede B kaynağı olarak ETİBOR işletmelerinden sağlanan Etidot-67 (% 20.8 B) kullanılmıştır. Dört bor dozunun [Kontrol (B0), 0.1 kg B da⁻¹ (B1), 0.3 kg B da⁻¹ (B2) ve 0.5 kg B da⁻¹ (B3)] uygulandığı araştırma, 3 paralelli (her paralelde 3 ağaç yer almıştır) olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Denemede temel gübreleme amacıyla dekara 6 şar kg N (nitrik asit) ve P (fosforik asit) ile dekara 5 kg K (potasyum sülfat) uygulanmıştır. Bor, P, K'nın tamamı ile N'nin 1/3'ü mart ayında, azotun kalan kısmı sezona yayılarak fertigasyon tekniğıyle uygulanmıştır. Elde edilen veriler faktöriyel düzende varyans analizi tekniğı ile analiz edilmiş olup, ortalamalar arasındaki farkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır. Bor uygulamalarının etkilerini incelemek amacıyla temmuz ayının ortalarında o yıla ait sürgünlerin ortasındaki yapraklar alınarak çeşme suyu, seyreltik asit (0.2 N HCl) ve saf su ile yıkandıktan sonra 65±5 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulup öğütülmüştür (Kacar ve İnal 2008). Öğütülmüş yaprak örneklerinden 0.4 g tartılarak özel teflon kaplara konulmuş ve mikrodalga yakma sisteminde yaş yakılmıştır (Kacar ve İnal 2008). Besin maddesi konsantrasyonlarının belirlenmesi için Kacar ve İnal, (2008) de belirtilen yöntemlerle N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu analizleri yapılmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Özellikleri	Miktar
pH (1/2.5 toprak/su süspansiyonu)	7.88
EC (1/2.5 toprak/su süspansiyonu)	0.28
OM (%)	2.4
Kireç (%)	20
Yararlı besin elementleri (mg kg ⁻¹)	
B	0.46
Fe	3.51
Cu	2.41
Zn	0.89
Mn	3.38
Ca	7813
Mg	243
K	626
P	21.6

Bulgular

Bor Gübrelemesinin Elma Çeşitlerinin B Konsantrasyonuna Etkisi

Bor gübrelemesi ve çeşit farklılığı elmanın B konsantrasyonları üzerine önemli etki yapmıştır ($P<0.05$). Her iki çeşitte de B gübrelemesiyle yaprak B konsantrasyonları önemli derecede artış göstermiştir (Çizelge 2). Mondial Gala çeşidinde yaprak B konsantrasyonları son doza (B3) kadar lineer bir artış gösterirken Braeburn çeşidinde en yüksek B düzeyine B2 dozunda ulaşılmıştır.

Topraktan B gübrelemesiyle Mondial Gala ve Braeburn çeşitlerinin yaprak B konsantrasyonları sırasıyla % 46 ve % 57 oranlarında artmıştır. Çeşit farklılığının elmanın B konsantrasyonuna etkisi açıkça görülmektedir. Çizelge 2'nin incelenmesinden de görüleceği üzere, her koşulda Braeburn çeşidi Mondial Gala'ya oranla daha fazla B içermektedir.

Çizelge 2. Bor gübrelemesinin elma çeşitlerinin B konsantrasyonlarına etkisi

Uygulamalar	B (mg kg ⁻¹)	
	Mondial Gala	Braeburn
B0	24.6 D*b**	28.5 Da
B1	29.6 Ca	30.0 Ca
B2	33.8 Bb	44.7 Aa
B3	36.1 Ab	41.2 Ba

*Büyük harfler dozlar, **küçük harfler ise çeşitler arası farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Bor gübrelemesinin elma çeşitlerinin makro element konsantrasyonlarına etkisi

Çeşitlerin N konsantrasyonları B uygulamalarından farklı şekillerde etkilenmişlerdir. Mondial Gala çeşidinin yaprak N konsantrasyonuna B uygulamalarının etkisi ya olmamış, ya da olumsuz olmuştur (B2). Buna karşılık, B uygulamaları, Braeburn çeşidinin yaprak N konsantrasyonunu artırmış ve B3 uygulamasıyla yaprak N konsantrasyonu kontrol'e oranla % 11 civarında artış göstermiştir. Üç B dozunda N konsantrasyonları açısından çeşitler arasında bir fark belirlenmezken B2 uygulamasında Braeburn çeşidinin daha fazla N içerdiği görülmüştür (Çizelge 3). Artan B uygulamalarının Braeburn çeşidinin P konsantrasyonları üzerine etkisi olmamıştır. Benzer şekilde 3 B seviyesinin Mondial Gala çeşidinin P konsantrasyonuna etkisi benzer bulunurken, B2 seviyesinde yaprak P konsantrasyonlarında düşüşler görülmüştür. Genel olarak çeşit farklılığının bitkinin P konsantrasyonuna etkili olduğu görülmüş, Braeburn çeşidinin her B dozunda daha fazla P içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Artan B dozları Mondial Gala çeşidinin yaprak K konsantrasyonunu düşürmüştür. Braeburn çeşidinde ise B2 dozuna kadar K konsantrasyonlarında artış olmuş, en yüksek B dozunda ise ani bir düşüş gözlenmiştir (Çizelge 3). Yaprak K konsantrasyonları açısından çeşitler arasında net bir ayrım görülmemiştir.

Çizelge 3. Bor gübrelemesinin elma çeşitlerinin N, P, K konsantrasyonlarına etkisi (%)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Mondial Gala	Braeburn
	N	
B0	2.06AB*a**	1.99Ba
B1	2.26Aa	2.13Ba
B2	1.97Bb	2.42Aa
B3	2.15ABa	2.21ABa
	P	
B0	0.10Ab	0.13Aa
B1	0.11Aab	0.13Aa
B2	0.08Bb	0.13Aa
B3	0.10Ab	0.14Aa
	K	
B0	1.74Aa	1.44Bb
B1	1.49Ba	1.44Ba
B2	1.28Cb	1.58Aa
B3	1.14Da	1.18Ca
	Ca	
B0	2.13A*a**	2.11Ca
B1	2.02Bb	2.29Ba
B2	1.87Cb	2.46Aa
B3	2.04Bb	2.31Ba
	Mg	
B0	0.32Bb	0.41Aa
B1	0.34Ba	0.35BCa
B2	0.34Ba	0.34Ca
B3	0.38Aa	0.37Ba

*Büyük harfler dozlar, **küçük harfler ise çeşitler arası farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Artan B dozlarının her iki elma çeşidinin Ca ve Mg konsantrasyonlarına etkisi farklı olmuştur. Mondial Gala çeşidinin yaprak Ca düzeyleri B uygulamalarıyla azalma eğilimi gösterirken, Braeburn çeşidinde artış görülmüştür. Bor uygulamaları Mondial Gala'nın yaprak Mg konsantrasyonunu artırırken, Braeburn çeşidinin azaltmıştır (Çizelge 3).

Bor gübrelemesinin elma çeşitlerinin mikro element konsantrasyonlarına etkisi

Topraktan artan dozlarda uygulanan B, elma çeşitlerinin mikro element konsantrasyonları üzerine farklı şekillerde etki yapmış ve bu etki çeşitlere göre değişiklik göstermiştir (Çizelge 4). Genellikle Braeburn çeşidinde yaprağın mikro element konsantrasyonları artan B dozlarıyla artmıştır. Hatta Mn hariç, en yüksek Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarına B'nin en yüksek dozunda ulaşılmıştır (Çizelge 4). Mondial Gala çeşidinde ise Mn hariç diğer besin elementleri düşük B düzeyinden (B1) olumlu etkilenmiş ve yapraktaki konsantrasyonları artmıştır. Bu çeşitte B dozlarının B1 seviyesinin üstüne çıkması durumunda bitkinin mikro element içeriklerinde düşüşler görülmüştür.

Çizelge 4. Bor gübrelemesinin elma çeşitlerinin Cu, Mn, Fe ve Zn konsantrasyonlarına etkisi (mg kg⁻¹)

Uygulamalar	Çeşitler	
	Mondial Gala	Braeburn
	Cu	
B0	5.09C*b**	5.50Da
B1	5.46Ab	5.84Ca
B2	5.05Db	5.93Ca
B3	5.13Bb	8.55Aa
	Mn	
B0	30.63Ab	34.96Ba
B1	30.04Bb	37.04Aa
B2	20.42Db	27.09Ca
B3	25.55Cb	26.38Da
	Fe	
B0	360.00Bb	452.70Ca
B1	363.60Ab	508.90Ba
B2	253.47Db	339.07Da
B3	357.97Cb	584.93Aa
	Zn	
B0	156.67Bb	75.00Cd
B1	161.33Aa	84.00Bd
B2	147.00Cc	73.67Dd
B3	126.00Dc	84.67Ad

*Büyük harfler dozlar, **küçük harfler ise çeşitler arası farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Tartışma

Toprağa yapılan B gübrelemesi ile çeşitlerin B konsantrasyonları artarak yeter seviyenin üst sınırlarına kadar ulaşmıştır (Jones ve ark. 1991). Bu durum, temelde deneme alanı toprağın B konsantrasyonun noksan olmasıyla yakından ilişkilidir. Yapılan çalışmalar, topraktaki eksik besin elementlerine yönelik gübreleme denemelerinden daha fazla tepki alındığını göstermektedir (Alpaslan ve ark. 1996; Aydın ve ark. 2005). Benzer şekilde Wojcik ve ark. (2008) tarafından yürütülen bir çalışmada topraktan B gübrelemesiyle elma yaprağının B konsantrasyonu 21 mg kg⁻¹'den 42 mg kg⁻¹'a kadar yükseldiği görülmüştür. Deneme sonuçları, çeşitlerin B uygulamalarına farklı tepki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum aynı anaç üzerinde de olsa, çeşit farklılığının bitkilerin beslenmelerini değişik şekillerde etkilediğini göstermektedir (Küçükyumuk ve Erdal 2009; 2011; Küçükyumuk ve ark. 2015). Genel olarak bakıldığında, B uygulamalarının bitkinin N konsantrasyonunun arttırdığı görülmektedir (Alpaslan ve ark. 1996). Benzer şekilde Alpaslan ve ark. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada, istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, özellikle düşük N konsantrasyonu ile beslenen buğday bitkisinde borun belli düzeye kadar bitki N konsantrasyonunu arttırdığı görülmüştür. Yapılan çeşitli çalışmalarda ise B uygulamasının bitki N konsantrasyonu üzerine etkisinin olmadığı belirtilmektedir (Agbenin ve ark. 1990; Wojcik ve Wojcik 2003). Çeşitler arası farklılık bitkinin P konsantrasyonuna da yansımıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında hemen her koşulda bitki P konsantrasyonunun oldukça düşük olması dikkat çekicidir (< % 0.14; Jones ve ark. 1991). Çünkü toprakta belirlenen yarıyıllık P seviyesi yeter düzeyde olmasına rağmen bitkideki seviyesi yetersiz bulunmuştur. Bu durum, bazı olumsuz toprak özelliklerinin bitkinin P alımını engellemiş olabileceği kanısını uyandırmaktadır. Toprakta artan dozlarda B uygulaması çeşitlerin K konsantrasyonlarını da farklı şekillerde etkilemiştir. Yine bir çeşitte uygulamaların K üzerine etkisi olumlu olurken bir diğerinde olumsuz olmuştur. Yapılan çeşitli çalışmalarda ise B gübrelemesinin K konsantrasyonu üzerine etkileri genellikle önemli bulunmamıştır (Agbenin ve ark. 1990 Raznjoo 1997; Aydın 2005). Bor gübrelemesinin çeşitlerin Ca ve Mg konsantrasyonuna etkisi bir çeşitte olumlu, bir çeşitte ise olumsuz olmuştur. Bu durum yine çeşitlerin BxCa ve BxMg interaksiyonuna göstermiş oldukları farklı tepkilerden kaynaklanabilir. Bor uygulamasına bağlı olarak Ca alımının azalmasına yönelik benzer sonuçları Aydın ve ark. (2005), Abdunour ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmalarda da elde edilmiş ve bu durum, B ve Ca'nın bitki köklerinde aynı bölgelerden alınması ve bunun için rekabete girmeleriyle ilişkilendirilmiştir (Marschner 1995).

Elma çeşitlerinin mikro element konsantrasyonları, B dozları ve çeşit farklılıklarından etkilenmiştir. Etkilenme şekillerinin çeşitlere göre önemli farklılıklar göstermesi nedeniyle genel bir yargıda bulunmak mümkün olmamıştır.

Sonuç olarak; B uygulamalarıyla her iki çeşidin de B konsantrasyonları artmış fakat uygulama dozlarına tepkileri farklı olmuştur. Diğer besin elementleri açısından bakıldığında da çeşitlerin B uygulamalarından etkilenme dereceleri genelde farklı bulunmuştur. Artan B uygulamalarına bağlı olarak elmada belirlenen besin elementi konsantrasyonları ve bunların B uygulamalarına göre değişimi çeşitlere göre önemli varyasyonlar göstermiş olup, net bir yargıda bulunmak çoğu durumda mümkün olmamıştır. Bu konu üzerinde araştırmanın tek yıl yürütülmesinin de etkisinin olduğu bilinmekte olup, anaçların ve çeşitlerin besin elementlerine verdiği tepkilerin net olarak ortaya konabilmesi için, anaç ve çeşitlerin etki dereceleri ve mekanizmalarına yönelik daha fazla tekerrürün kullanıldığı uzun süreli araştırmaların artırılması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu makale, SDÜ BAP tarafından desteklenmiş olan Gürcan Duygu BAYSAL'ın Yüksek Lisans Tezinden uyarlanmıştır.

Kaynaklar

- Abdulnour JE, Donnelly DJ, Barthakur NN (2000). The Effect of boron on calcium uptake and growth in micro propagated potato plantlets. *Potato Research*, 43: 287-295.
- Agbenin JO, Lombin G, Owonubi JJ (1990). Effect of boron and nitrogen fertilization on cowpea nodulation, mineral nutrition and grain yield. *Fertilizer Research*, 22: 71-78.
- Alpaslan M, Taban S, İnal A, Kütük AC, Erdal İ (1996). Besin çözeltilisinde yetiştirilen buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinde bor-azot ilişkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2(3): 215-219.
- Aydın A, Kant C, Ataoğlu N (2005). Erzurum ve Rize yöresi toprak örneklerine uygulanan farklı dozlardaki bor ve fosforun mısır (*Zea mays*)' in kuru madde miktarı ve mineral içeriğine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36 (2): 125-129.
- El-Sheik AM, Ulrich A, Awad SK, Mawary AE (1971). Boron tolerance of squash, melon, cucumber and corn. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 96: 536-537.
- Eyüpoğlu F, Kurucu N, Güçdemir İ, Talas S (2000) Boron status of Central Anatolian. international conference sustainable land use and management, 10-13 June 2002, pp. 55-61, Çanakkale, Turkey.
- FAO (1990) Micronutrient assessment at the country level: An International Study. *FAO Soils Bulletin* 63. Rome.
- Goldberg S (1997) Reaction of boron with soils. In *Plant and Soil. Proceedings Eds. R.W. Bell and B. Rerkasem*, pp. 193:35-48. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Jones JB, Wolf Jr B, Mills HA (1991). *Plant analysis handbook. I. methods of plant analysis and interpretation*. Micro-Macro Publishing Inc.,183 Paradise Blvd, Suite 108, Athens Georgia 30607 USA.
- Kacar B, İnal A (2008). *Bitki analizleri*, Nobel Yayınevi, Ankara.
- Kacar B, Katkat A (2009). *Bitki besleme*, Nobel Yayınevi, Ankara.
- Küçükymuk Z, Erdal İ (2009). Rootstock and variety effects on mineral nutrition of apple trees. *Süleyman Demirel University, Journal of the Faculty of Agriculture*. 4 (2): 8-16.
- Kucukymuk Z, Erdal I (2011). Rootstock and cultivar effect on mineral nutrition, seasonal nutrient variation and correlations among leaf, flower and fruit nutrient concentrations in apple trees. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17 (5): 633-641.
- Küçükymuk Z, Küçükymuk C, Erdal İ, Eraslan F (2015). Effect of different sweet cherry rootstocks and drought stress on nutrient concentrations. *Tarım bilimleri dergisi*, 21(3): 431-438.
- Lindsay WL, Norvell WA (1969). Development of A DTPA micronutrient soil test. *Soil Science Society of American Proceeding* 35, 600-602.
- Loomis WD, Durst RW (1992). Chemistry and biology of boron. *Bio Factors*, (Oxford, England) 3 (4): 229-239.
- Marschner H (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd. Ed. Academic Press. San Diago,USA.

- Paul JG, Cartwright B, Rathjen AJ (1988). Responses of wheat and barley genotypes to toxic concentrations of soil boron. *Euphytica*, 39: 137-144.
- Paul JG, Rathjen AJ, Cartwright B (1991). Major gene control of tolerance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) to high concentrations of soil boron. *Euphytica*, 55: 217-228.
- Peker RM, 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.
- Peryea FJ (1994). Boron nutrition in deciduous tree fruit. In: Peterson, A.B., Stevens, R.G. (Eds.), *Tree Fruit Nutrition. Good Fruit Grower*, Yakima, Washington, pp. 95-99.
- Shear CB, Faust M (1980). Nutritional ranges in deciduous tree fruit and nuts. *Hortic. Rev.* 2: 142-163.
- Shorrocks VM (1997). The occurrence and correction of boron deficiency. In *Plant and Soil. Proceedings* Eds. R.W. Bell and B. Rerkasem, pp. 193; 121-148.
- Stanley RG, Lichtenberg EA (1963). The effect of various boron compounds on in vitro germination of pollen. *Physiol. Plant.* 16: 337-346.
- TOVEP (1991). Türkiye toprakları verimlilik envanteri. T.C Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Wojcik P, Wojcik M (2003). Effects of boron fertilization on 'conference' pear tree vigor, nutrition, and fruit yield and storability. *Plant and Soil* 256: 413-421.
- Wojcik PP, Wojcik MM, Klankowski KK (2008). Response of apple trees to boron fertilization under conditions of low soil boron availability. *Scientia Horticulture*, 116(1): 58-64.
- Wolf B (1971). The determination of boron in soil extracts. Plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. *Soil Science and Plant Analysis*, 2: 363-374.