



Bor Gübrelemesinin Şeker Pancarında (*Beta vulgaris L.*) Verim Özellikleri Üzerine Etkisi[#]

Alper Durak^{1*}, Gülin Ulubaş²

¹İnönü Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 44210 Battalgazi/Malatya, Türkiye

²Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, 60200 Tokat, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

[#]Alper Durak'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Araştırma Makalesi

Geliş 03 Ocak 2017
Kabul 18 Mayıs 2017

Anahtar Kelimeler:

Şeker pancarı
Tarım Bor
Verim
Gübreleme
Besin elementleri

* Sorumlu Yazar:

E-mail: alper.durak@inonu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, bor uygulamalarının şeker pancarında azot, fosfor, potasyum konsantrasyonu ile verim üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi arazisinde toprak taksonomisine göre tipik ustifluent alt grubuna ait topraklar üzerine kurulmuştur. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak 4 farklı dozda bor (0, 0,18, 0,27 ve 0,36 B kg da⁻¹) uygulanmıştır. Uygulanan 3 farklı dozun (0,18, 0,27 ve 0,36 B kg da⁻¹) şeker pancarında verim özelliklerinden; yumru ağırlığı, yaprak ağırlığı ve yumruda polar şeker oranına etkisi araştırılmıştır. Bu özelliklerden yaprak ağırlığı ve polar şeker içeriğinde istatistikî önemli fark bulunmazken, yumru ağırlığı açısından 0,18 kg da⁻¹ B (1 kg da⁻¹ tarım bor) uygulamasının verimi arttırdığı istatistikî olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bor gübrelemesi yapılırken toprakların bor içerikleri belirlenmeli ve bor uygulanacak bitki türleri mutlaka dikkate alınmalıdır.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 5(7): 745-749, 2017

The Effects of Boron Fertilization to Yield Properties in Sugar Beet (*Beta vulgaris L.*)

ARTICLE INFO

Research Article

Received 03 January 2017
Accepted 18 May 2017

Keywords:

Sugar beet
Agribor fertilizer
Yield
Fertilization
Nutritions

*Corresponding Author:

E-mail: alper.durak@inonu.edu.tr

ABSTRACT

In this study, the effect of agribor fertilizer (18% pure B) on yield features of sugar beet were investigated. The study was conducted on ustifluent subgroup soils according to soil taxonomy of agricultural faculty of Gaziosmanpaşa university. Randomized block experiment design with three replications were used and three treatments of agribor fertilizer 0.18 kg da⁻¹ B (1 kg da⁻¹ agribor); 0.27 kg da⁻¹ B (1.5 kg da⁻¹ agribor); 0.36 kg da⁻¹ B (2 kg da⁻¹ agribor) and control (no fertilizer) were applied. The effects of applied doses on yield properties were studied. From yield properties for sugar beet tuber weight, green leaf weight, and proportion of polar sugar in tuber were investigated. Results showed that green leaf and proportion of polar sugar in tuber not statistically important but the first application (0.18 kg da⁻¹ agribor fertilizer) gave an statistically important yield increase in sugar beet. Boron contents of soils and boron uptake of plant species should be considered at boron application.

Giriş

Günümüzde tarımsal üretim yapılabilir alanların sabit kalmasına karşılık, Dünya nüfusu giderek artmaktadır. Artan insan nüfusunu beslenebilmesi, birim alandan daha fazla ürün almak ve sürdürülebilirliğini sağlamak için tarımsal girdilerin yeterli düzeyde ve zamanında kullanılması ile mümkün olacaktır.

Bor madeni ülkemizin en önemli yer altı zenginliklerinden ve tek stratejik önemi olan doğal kaynaklardan birisidir. Bu madenin homojen ve çok özel kimyasal karakteristiklerinden dolayı günümüzde ham madde, rafine ürün ve son ürün şeklinde (en az 200'ünde alternatifsiz olmak üzere) 250'yi aşkın kullanım alanı vardır. Kullanım alanları böylesine geniş olan 'B' bor madeninin tarım sektöründeki payı ise %3'tür. Borun bu orandaki kullanımı; biyolojik gelişim ve kontrol kimyasalları, gübreler, böcek-bitki öldürücüler ve yabancı ot öldürücü vb. şeklindedir (Yiğitbaşıoğlu, 2004).

Bitkiler için gerekli olan, ancak bitkilerin az ihtiyaç duyduğu, çoğunlukla ppm nispetinde bulunan elementler mikro besin elementleridir.

Bor, bitki gelişimi için önemli 16 temel bitki besininden biridir. Toprağın üst tabakalarındaki Bor'un çoğunluğu çürümüş bitki dokularından kaynaklanmaktadır. 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).

Yiğitbaşıoğlu (2004) bildirdiğine göre Bor, bitkilerde şekerin hormon faaliyeti üzerindeki etkisini, fotosentez miktarını, köklerin büyümesini ve havadan emilen karbon dioksit miktarını artırır. Bor'un bir diğer işlevi hücre büyümesi ve yapısı olup, Bor eksikliği hücre duvarlarını inceltici etki yapmaktadır. Ancak, Bor'un çok yüksek konsantrasyonda bulunması toksik etki de yapabilmektedir. Bor, Sodyum klorat ve Bromosol gibi bileşiklerle birlikte yabancı otların yok edilmesi veya toprağın sterilleştirilmesi gereken durumlarda da kullanılmaktadır (Garrett, 1998).

Borun bitki fizyolojisindeki bu önemli rolleri nedeniyle B eksikliği, bitkilerde çeşitli beslenme sorunu şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bitkilerin B eksikliğine karşı göstermiş olduğu en önemli tepki, kök gelişiminin durması veya yavaşlaması şeklindedir. Bor ile yeterince beslenememiş bitkilerin hücre duvarı yapıları şiddetli bir şekilde bozlaşmaya uğrarken, çatlak gövde oluşumu, mantarlaşma gibi makroskopik oluşumlar meydana gelebildiği gibi, mikroskopik düzeydeki beslenme bozuklukları da görülebilir (Güneş ve ark., 2002).

Bor, bitkilerin tepkilerinin çok farklı ve bitkilerde noksanlık ve toksisiteye neden olan miktarları arasındaki sınırın çok dar olduğu ve bu nedenle de bitkilerde noksanlık ve toksisite belirtileri çok yaygın olarak görülen bir bitki besin elementidir (Berger, 1949; Keren ve Bingham, 1985). Bu nedenle bitkilerin bor beslenme statüsünün önceden belirlenebilmesi için topraklarda borun yayınlılığını etkileyen reaksiyonları ortaya koymak çok önemlidir (Goldberg ve Glaubig, 1986).

Bu çalışmada, bugüne kadar uygulamasıyla verimi arttırabilecek bor gübrelemesinin, bora gereksinimi fazla olan şeker pancarı bitkisinde uygulamasıyla verim özellikleri üzerine ne gibi etkileri olacağı araştırılmıştır.

Materyal ve Metod

Materyal

Toprak materyali: Bu araştırma Tokat ili Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Deneme alanında yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü alanın GPS ile yapılan ölçümleri 35° 27'-37° 39' doğu boylamları ile 39° 52'-40° 55' kuzey enlemleri arasındadır. Denizden yüksekliği 623 m'dir.

Çalışma alanının toprak nem rejimi ustic, ayrıca yıllık ortalama toprak sıcaklığı 50 cm derinlikte 15°C olup, uzun yıllar aynı derinlikte ortalama yaz ve ortalama kış toprak sıcaklığı arasındaki fark 5°C den az olduğu için toprak sıcaklığı mesic' tir.

Araştırma yeri, Tokat-Pazar yolu üzerindedir ve bu bölgedeki (Kazova) araziler; Yeşilirmak ve ona bağlı derelerin taşıdığı birikintilerden oluşmuş Toprak taksonomisi sınıflama sistemine göre Entisol ordosuna ait ustifluent büyük gurubunda yer alan topraklardan oluşmaktadır, çalışma alanı toprakları alt gurup düzeyinde tipik ustifluenttir (Durak, 1989).

Bitki ve gübre materyali: Araştırmanın materyalini Pancar Bölge Şefliği'nden temin edilen şeker pancarı tohumları ve Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen (%18 lik tarımbor, sodyum pentaborat) gübresi oluşturmaktadır.

Metod

Arazi çalışması başlamadan önce ve hasattan sonra deneme alanından alınan toprakların tekstür, pH, EC, kireç, organik madde, azot, fosfor, potasyum ve bor analizleri yapılmıştır (Çizelge 1 ve 2).

Bünye (Tekstür) (%): Bouyoucos hidrometre yöntemi ile yapılmıştır. (Gee ve Boudier, 1986).

Toprak reaksiyonu (pH): Toprak örneği 1:2,5 oranında saf su ile sulandırılarak cam elektrotlu Neel pH metresi ile ölçülmüştür (Jackson, 1958).

Elektirikli iletkenlik (EC) (dsm/cm): Toprak örneği 1:2,5 oranında sulandırılarak elektriksel iletkenlik aleti ile ölçülmüştür (Richards, 1954).

Kireç (% CaCO₃): Scheibler kalsimetresi kullanılarak ölçülmüştür (Allison ve Moodie, 1965).

Organik madde (%): Modifiye Walkley - Black yaş yakma yöntemiyle dikromat yükseltgenmesi esasına göre belirlenmiştir (Walkley ve Black, 1934).

Toplam azot (N) analizi: Kjeldahl yöntemi kullanılarak toplam azot belirlenmiştir (Chapman ve Pratt, 1961).

Elverişli fosfor (Olsen-P) (mg/kg): NaHO₃ ile ekstrakte edilen çözeltideki P spektrometrede ölçülmüştür (Olsen ve Dean, 1965).

Değişebilir potasyum (me/100g): Topraklar 1 N amonyum asetat ile 3 kez çalkalandı ve santrifuj edilen örneklerden alınan ekstraktta K fleymfotometrik olarak belirlenmiştir (Knudsen ve ark., 1982).

Bitki tarafından alınabilir bor (ppm): Topraklar 0,01 M D-mannitol CaCl₂ ile ekstrakte edildikten sonra karmin yöntemine göre belirlenmiş, spektrometrede ölçülmüştür (Hatcher ve Wilcox, 1950).

Bu araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak 4 farklı dozda bor gübresi uygulanarak tarla denemesi olarak yürütülmüştür. Gübre olarak ticari adı tarımbor olan %18'lik saf B içeren sodyum pentaborat kullanılmıştır. Borlu gübre, bitkilerin 5-6 cm yanlarına

karık açılarak homojen bir şekilde dağılımını sağlamak için 1'er kilo toprak içerisine (1,0, 1,5, 2,0 kg da⁻¹ ve kontrol olmak üzere, dört farklı dozda Borlu gübre) karıştırılarak verilmiştir.

Şeker pancarında ekim sıklığı; sıra arası mesafe 45cm, sıra üzeri mesafe ise 8cm dir. Tohum ekimi sıra üzeri her 8 cm de bir, 4-5 cm derinliğe, 3-4 adet olarak yapılmıştır. Bitki 3-4 yapraklı döneme gelince her 8 cm lik sıra üzeri mesafede bir, bir bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Sulama işlemi yağmurlama sistemi kullanılarak yapılmıştır.

Yetiştirilen bitkilerden denemeyi temsil edecek şekilde tekniğine uygun olarak (yeni sürgünlerin orta yapraklarından) alınmış olan yaprak örnekleri etiketlenerek kese kağıtları içinde laboratuara getirilmiştir. Bitki örnekleri yüzeylerinde bulunan çeşitli tozlardan ve ilaç kalıntılarında arındırılmak için önce su ile sonrada saf su ile yıkanmıştır. Yıkama işleminin ardından nemi alınan bitki önce oda şartlarında, sonrasında 65°C de 72 saat etüvde kurutulduktan sonra öğütülmüş ve 2 mm lik eleklerden geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir.

Yetiştiricilik Süresinde Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler

Toplam azot (N) analizi: Kjeldahl yöntemi kullanılarak bitkilerde toplam azot belirlenmiştir (Chapman ve Pratt, 1961).

Toplam fosfor (P): Etüvde kurutulmuş ve öğütülerek analizlere hazır hale getirilmiş bitki örneklerinden kuru yakma yöntemi ile elde edilen çözeltide yapılmıştır.

Vanado molibdo fosforik sarı renk yöntemi (Barton, 1948) ile spektrofotometrede ölçülmüştür.

Bitkide potasyum (K): Kacar (1995) tarafından bildirildiği şekilde, bitki örnekleri kül fırınında yakıldıktan sonra 3N HCl ile ekstrakte edilmiş ve çözüldükteki K alev fotometresinde belirlenmiştir.

Bitkide bor (B): Nitrik asit ve hidrojen peroksitle yaş yakılan bitki örneklerinden alınan süzüklerde borun ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) cihazında belirlenmesidir (Borkowska-Burnecka, 2000; Huang ve ark.2004).

Denemeye ait verilerin istatistiki analizlerinde SPSS programında LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Bitkilerde Verimle İlgili Gözlemler

Hasattan sonra şeker pancarında kök-gövdesinin ağırlıkları (g), yaprakların yaş ve kuru ağırlıkları (g) ve polar şeker içeriğine bakılmıştır

Digestion yöntemi ile polar şeker analizi: Usulüne uygun olarak araziden alınan şeker pancarı numuneleri, pancar motorundan geçirilerek kıyılmış, ezme haline getirilmiştir. Daha sonra yarı analitik terazide bir pelür kâğıdı üzerine 26 ± 0,05 gr ezme numunesi tartılarak starmiks beherine koyulmuş, üzerine otomatik pipet ile 178,2 ml temizleme çözeltisi konularak beherin kapağı kapatılmış ve beher starmiks yerleştirilmiştir, starmiks 12000 rpm devirde 2 dakika çalıştırıldıktan sonra içine 1-2 gr süzme yardımcı maddesi koyulmuş ve starmiks beherinde bulunan çözelti huniye boşaltılarak süzölmüş ve süzük 20°C de polarimetrenin 26 gr/100 ml skalalı hunisine dökülerek polarizasyon değeri okunmuştur.

Çizelge 1 Deneme yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Özellikler | Miktarı |
|-------------------------|-----------|
| Tekstür sınıfı | Killi tın |
| % Kum | 27,5 |
| % Kil | 37,5 |
| % Silt | 35 |
| pH (1:2,5 suda) | 8,18 |
| EC (1:2,5 suda, dsm/cm) | 3,00 |
| CaCO ₃ (%) | 10,99 |
| Organik madde (%) | 1,72 |
| Toplam Azot (%) | 0,22 |
| Alınabilir fosfor (ppm) | 96,76 |
| K (me/100g) | 0,16 |
| Bor (ppm) | 0,459 |

Çizelge 2 Tekerrürlere göre farklı uygulama dozlarında şeker pancarı yetiştirilen deneme alanından hasat sonrası alınan toprak örneklerinin besin elementi durumu

| Tekerrür | B kg da ⁻¹ | % N | P (mg kg ⁻¹) | K me/100 g | B (mg kg ⁻¹) |
|----------|-----------------------|--------|--------------------------|------------|--------------------------|
| I | 0, 18 | 0,2492 | 61,874 | 0,059124 | 0,4751 |
| | 0, 27 | 0,0672 | 70,43 | 0,07474 | 0,4751 |
| | 0, 36 | 0,196 | 59,82 | 0,060012 | 0,4747 |
| | 0 | 0,2324 | 72,654 | 0,060903 | 0,4744 |
| II | 0, 18 | 0,1624 | 79,53 | 0,061799 | 0,4757 |
| | 0, 27 | 0,1456 | 94,20 | 0,048771 | 0,4755 |
| | 0, 36 | 0,1204 | 59,82 | 0,060012 | 0,4751 |
| | 0 | 0,1736 | 79,53 | 0,109309 | 0,4748 |
| III | 0, 18 | 0,0476 | 72,654 | 0,047099 | 0,4743 |
| | 0, 27 | 0,126 | 68,24 | 0,059124 | 0,4745 |
| | 0, 36 | 0,1204 | 81,89 | 0,047933 | 0,4599 |
| | 0 | 0,1176 | 86,712 | 0,047099 | 0,4743 |

Bulgular ve Tartışma

Yapılan bu çalışmada; polar şeker içeriklerinde uygulamalar arasında önemli bir farklılık görülmemektedir. Yaprakta azot içeriği %3,55-4,49, fosfor içeriği %0,17-0,20, potasyum içeriği %0,733-0,834, bor içeriği 45,51-53,14 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. Yapraklardaki fosfor değerlerinin düşüklüğü toprak pH sınıfı yüksekliği nedeniyle alımdaki yetersizliğinden kaynaklanıyor olabilir. Yaprak sapında ise; azot içeriği %1,69-1,80, fosfor içeriği %0,14-0,17, potasyum içeriği %0,974-1,074, bor içeriği 19,54-24,08 kg da⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 3).

Yaprak ve yaprak sapında çizelge 3 te görülen değerler arasındaki farklar, besin elementlerinin yaprağa doğru taşınma mekanizmasından kaynaklanabilir. Transpirasyona bağlı olarak bor ksilem iletim boruları içerisinde bitkide tepe noktalarına değin taşınmaktadır.

Hasattan sonra şeker pancarında yumru ağırlıkları ve yaprak ağırlıkları tartılarak belirlenmiş, elde edilen verilerle istatistiki değerlendirme yapılarak Çizelge 4’de verilmiştir.

Uygulama dozuna göre Çizelge 4’nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere yumru verimi değerleri istatistiki olarak 0,01 düzeyinde dozlar arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Yaprak ağırlığı değerleri ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu değerlendirmeden anlaşılacağı üzere 0,18 kg da⁻¹ B uygulamasında tarım bor dozunun yumru verimi (129.300 t ha⁻¹) en yüksek bulunmuştur. Bunu 0,36 kg da⁻¹ B, kontrol ve 0,27 kg da⁻¹ B uygulamaları izlemiştir. 0,18 kg da⁻¹ B uygulamasında, kontrol uygulamasına göre yaklaşık olarak %18’lik bir verim artışı söz konusu olmuştur. Yaprak ağırlığı ise istatistiki olarak önemli olmasa da en yüksek değer yine 0,18 kg da⁻¹ B uygulamasından elde edilmiştir.

Gerek yumru veriminde, gerekse yaprak ağırlığında 0,18 kg da⁻¹ B (1 kg da⁻¹ tarım bor), uygulamasının verimi

arttırmış, diğer uygulamalardan 0,36 kg da⁻¹ B (2 kg da⁻¹ tarım bor) kontrole göre artış sağlamış, ancak 0,27 kg da⁻¹ B (1,5 kg da⁻¹ tarım bor) uygulaması kontrole göre düşük çıkmıştır.

Apaydın (1998), elverişli bor içeriği 0.55 ppm olan kireçli bir toprakta bor uygulamasının şeker pancarının kök verimi ve kalitesi üzerine etkisini belirlemek üzere yaptığı çalışmada, dekara 0,3 kg bor (boraks formunda) uygulanmasıyla kontrole göre kök veriminin %16,5, şeker oranının %0,05, arıtılmış şeker oranının %0,88 oranında artmasına rağmen, dekara 0,6 kg bor uygulanmasıyla kök verimi, şeker oranı ve arıtılmış şeker oranında önemli düzeyde düşmeler olduğu belirlenmiştir.

Şeker pancarında tarım bor gübrelemesinin verim özellikleri üzerine olan etkisini araştırmak üzere yürütülen bu çalışmada; tarım bor gübrelemesinin şeker pancarında verimi önemli düzeyde arttırdığı saptanmıştır.

Gezgin ve ark., (2007), değişik bor dozları ve uygulama şekillerinin farklı lokasyonlarda yetiştirilen şeker pancarının yaprak bor içeriği, verim ve kalite üzerine etkisi isimli araştırmalarında, bor gübrelemesinin ve uygulama şeklinin şeker pancarı verimini arttırdığı en uygun Bor dozunun da 0,30 kg B da⁻¹ olduğunu belirlemiştir.

Yürütmüş olduğumuz çalışmada Bor’a fazla miktarda ihtiyaç duyan şeker pancarında verim artışı istatistiki olarak değerlendirildiğinde 0,01 düzeyinde önemli çıkmıştır. Yetiştiricilik yapılan deneme alanı topraklarında 0,4 ppm bor içeriğinin olması, en yüksek verimin 0,18 kg da⁻¹ B (1 kg da⁻¹ tarım bor) uygulama dozunda olması sonucunu ortaya koymuştur.

Bayraklı ve Er (1995) yaptıkları çalışmada bitki için fonksiyonel B içeriğinin 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde 0,05-4,33 mg kg⁻¹ arasında olduğunu buna karşın 30-60 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde ise B miktarının 0,05-3,96 mg kg⁻¹ arasında farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur.

Çizelge 3. Farklı uygulama dozlarında şeker pancarının yumrusunda polar şeker içeriği, yaprak ve yaprak sapında ki besin elementi durumu

| B dozu kg da ⁻¹ | Polar Şeker (%) | Yaprak | | | | Yaprak sapı | | | |
|----------------------------|-----------------|--------------|------|-------|-------|---------------------|--------------|-------|-------|
| | | N | P | K | B | N | P | K | B |
| | | ----- %----- | | | | mg kg ⁻¹ | ----- %----- | | |
| 0,18 | 17,60 | 3,55 | 0,17 | 0,733 | 53,14 | 1,80 | 0,16 | 1,059 | 22,28 |
| 0,27 | 17,40 | 4,42 | 0,19 | 0,792 | 52,44 | 1,70 | 0,17 | 1,074 | 24,08 |
| 0,36 | 18,12 | 4,49 | 0,20 | 0,834 | 45,51 | 1,73 | 0,15 | 0,974 | 19,54 |
| 0 | 18,35 | 3,67 | 0,17 | 0,748 | 51,84 | 1,69 | 0,14 | 1,067 | 21,19 |
| Ortalama | 17,86 | 4,03 | 0,18 | 0,776 | 50,73 | 1,73 | 0,15 | 1,043 | 21,77 |

Çizelge 4 Şeker pancarında yumru verimi ve yaprak ağırlığı değerleri

| Uygulama B kg da ⁻¹ | Yumru Verimi (t ha ⁻¹) | Yaprak ağırlığı (t ha ⁻¹) |
|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 0,18 | 129.300 ^a | 31.737 |
| 0,27 | 89.223 ^c | 19.283 |
| 0,36 | 113.353 ^{ab} | 24.597 |
| 0 | 108.883 ^{bc} | 19.857 |
| Ortalama | 110.189 | 23.868 |
| LSD | 19.921** | Ö.D |

* 0,05, ** 0,01

Sonuç olarak; Tarımsal üretimde kaliteli ve sürdürülebilir üretimin temelinde toprak analizleri dikkate alınarak yapılacak girdi kullanımı söz konusudur. Yapmış olduğumuz bu çalışmada şeker pancarı için uygulamalar arasında 0,18 kg da⁻¹ (1 kg da⁻¹ tarım bor) Bor uygulaması en iyi sonucu vermiştir. Diğer uygulamalara göre 0,18 kg da⁻¹ (1 kg da⁻¹ tarım bor) uygulaması %18'lik verim artışına neden olmuştur. Ancak toprakların bor içeriklerinin farklılığı ve bölgesel parametreler dikkate alınarak bor gübrelmesi yapılırken toprakların bor içerikleri belirlenmeli ve bor uygulanacak bitki türleri mutlaka dikkate alınarak uygulama yapılmalıdır. Bununla birlikte yararlılığı ve toksisite sınırının bir birine çok yakın olması nedeniyle gübrelemede hassas davranılması gerekmektedir.

Teşekkür

Ulusal Bor Enstitüsünün Projesi kapsamında yürütülen bu çalışmada Ulusal Bor enstitüsü ve çalışanlarına teşekkür ediyoruz.

Kaynaklar

- Allison LE, Moodie CD. 1965. *Carbonate*. In: C.A. Black et al (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy 9:1379-1400. Am. Soc. Of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A.*
- Apaydın M. 1998. Konya Altınekin Ovası Topraklarında Yetiştirilen Şeker Pancarının Verim ve Kalitesi Üzerine Farklı Şekil ve Miktarlarda Uygulanan Bor'un Etkisi, Yüksek Lisan Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Barton CJ. 1948. Photometric Analysis on Phosphate Rock. *Ind.And.Eng. Chem. Anal.* 20: 1068-1073.
- Bayraklı F, Er F. 1995. Boron content of vineyards and soils in part of International Symposium on Arid Region Soils, s. 174-178, İzmir.
- Berger KC. 1949. Boron in soils and crops. In *Advanced in Agronomy, Vol.1, Ed. A.G. Norman, Academic Press, New York.*
- Borkowska-Burnecka J. 2000. Microwave assisted extraction for trace element analysis by ICP-AES. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, 368: 633-637.
- Chapman D, Pratt FP. 1961. *Methods of Analysis for Soils, Plant and Water, Univ. of California Div. Agr. Sci.*

- Durak A. 1989. Türkiye genel toprak haritasının toprak taksonomisine göre düzenlenebilme olasılıklarının tokat bölgesi örneğinde araştırılması. (Doktora tezi), Çukurova Üniversitesi, Toprak Anabilim Dalı, Adana.
- Garrett D. 1998. *Borates:Handbook of deposits, processing, properties and use, San Diego Academic Press.*
- Gezgin S, Hamurcu M, Dursun N, Gökmen F. 2007. Değişik Bor Dozları ve Uygulama Şekillerinin Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen Şeker Pancarının Yaprak Bor İçeriği, Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (42): 25-35.
- Gee GW, Boudier JW. 1986. *Particle Size Analysis. In:Clute(edit). Methods of Soil Analysis. Part I Agronomy No:9 Am. Soc. of Argon. Madison, Wisconsin, USA.*
- Goldberg S, Glaubig RA. 1986. Boron adsorption on California soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50; 1173-1176.
- Güneş A, Alpaslan M, İnal A. 2002. Bitki Besleme ve Gübreleme. 2.Baskı, Ankara Üniversitesi Basım Evi. Yayın no:1526 s., 461-487.
- Hatcher JT, Wilcox LV. 1950. Colorimetric determination of boron using carmine. *Anal. Chem.* 22: 567-569.
- Huang L, Bell RW, Dell B, Woodard J. 2004. Rapid nitric acid digestion of plant material with an open-vessel microwave system. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 35: 427-440.
- Jackson ML. 1958. *Soil Chemical Analysis, Prentice- Hall. Inc. Englewood Cliffs, N.J. Newyork.*
- Kacar B. 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. A. Ü. Zir. Fak. Eğ. Arş. Vakfı yay. No:3, Ankara.
- Knudsen D, Peterson GA, Pratt PF. 1982. Lithium, Sodium and Potassium Methods of Soil Analysis, Part 2 Chemical and Microbiological Properties. *Agronomy Monograph No: 9 ASA- SSSA, Wisconsin, USA.*
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. Acad, Press. San Diego. CA, USA.*
- Olsen SR, Dean LA. 1965. *Phosphorus Ed. C. A. Black Methods of Soil Analysis Part 2. American Society of Agronomy Inc. Publisher Madison, Wisconsin, 1035-1049.*
- Richards LA. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, Us Salinity Laboratory, Usda, Handbook, 60.*
- Romheld, V. and Marchner, H. 1991. Function of micronutrients in plants. In *Mortvelt. J.J. (Ed). Micronutrients in Agriculture. 2nd ed SSSA. Madison. WI. pp. 297-328.*
- Walkley A, Black IA. 1934. An Examination of Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Sci.* 37: 29-37.
- Yığıtbaşıoğlu H. 2004. Türkiye için önemli bir maden : Bor, Ankara üniversitesi dil ve tarih-coğrafya fakültesi. Ankara