



# BOR DERGİSİ

## JOURNAL OF BORON

<http://dergipark.gov.tr/boron>



## Türkiye'nin önemli sanayi domatesi üretim alanları topraklarının bitkiye elverişli bor ve domatesin bor beslenme durumunun belirlenmesi

Erdinç Uysal<sup>1\*</sup>, Oğuz Fehmi Şen<sup>2</sup>, Özlem Bengü Daş Kılıç<sup>3</sup>, Nuri Candan<sup>4</sup>, Neslihan Uzun<sup>5</sup>, Kürşat Üner<sup>6</sup>, Barış Albayrak<sup>7</sup>, Mustafa Bıyıklı<sup>8</sup>, Gülşah Üglü<sup>9</sup>, Nalan Rahmanoğlu<sup>10</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova, Türkiye, ORCID ID [orcd.org/0000-0003-3809-4156](https://orcid.org/0000-0003-3809-4156)

<sup>2</sup>Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Menemen-İzmir, Türkiye, ORCID ID [orcd.org/0000-0003-4175-9147](https://orcid.org/0000-0003-4175-9147)

<sup>3</sup>Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova, Türkiye

<sup>4</sup>Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Menemen-İzmir, Türkiye, ORCID ID [orcd.org/0000-0001-6905-913X](https://orcid.org/0000-0001-6905-913X)

<sup>5</sup>Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Bornova-İzmir, Türkiye

<sup>6</sup>Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Menemen-İzmir, Türkiye, ORCID ID [orcd.org/0000-0003-4620-0123](https://orcid.org/0000-0003-4620-0123)

<sup>7</sup>Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova, Türkiye, ORCID ID [orcd.org/0000-0002-6855-243X](https://orcid.org/0000-0002-6855-243X)

<sup>8</sup>Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova, Türkiye, ORCID ID [orcd.org/0000-0002-6327-4397](https://orcid.org/0000-0002-6327-4397)

<sup>9</sup>Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova, Türkiye, ORCID ID [orcd.org/0000-0002-7989-0338](https://orcid.org/0000-0002-7989-0338)

<sup>10</sup>Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Menemen-İzmir, Türkiye, ORCID ID [orcd.org/0000-0001-5881-2923](https://orcid.org/0000-0001-5881-2923)

### MAKALE BİLGİSİ

#### Makale Geçmişi:

İlk gönderi 20 Temmuz 2017

Revize gönderi 7 Aralık 2017

Kabul 12 Aralık 2017

Online 30 Aralık 2017

#### Araştırma Makalesi

#### Anahtar kelimeler:

Sanayi domatesi,

Beslenme durumu,

Bor,

Toprak,

Yaprak

### ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'nin sanayi domatesi açısından önemli üretim alanları olan Bursa, Balıkesir, Manisa ve İzmir yöresinde yürütülmüştür. Çalışmada bu merkezlere bağlı bazı alanlardan toprak ve yaprak örnekleri alınarak bahçelerin bor besin elementi düzeylerinin belirlenebilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bu alanlara ait diğer toprak ve yaprak özellikleriyle, bor arasındaki ilişkilerin ortaya konulması da çalışmanın bir diğer amacı olmuştur. Bu amaçla, bölgeyi temsil edecek şekilde 268 adet domates bahçesinden toprak ve yaprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin alınabilir bor, yaprakların ise toplam bor içerikleri belirlenip sınır değerleri ile karşılaştırılarak beslenme durumları saptanmaya çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, araştırma yöresi topraklarının % 27'sinin yararlı bor içeriğinin yetersiz (<0,5 mg B kg<sup>-1</sup>) olduğu saptanmıştır. Kalan örneklerin % 63'ü yeterli ve % 10'unun ise fazla bor içerdiği belirlenmiştir. Yaprak analiz sonuçlarına göre, yaprakların B içerikleri sınır değerlerle karşılaştırıldığında % 2'sinin 30 mg kg<sup>-1</sup>'den düşük ve eksik, % 87'sinin 30-100 mg kg<sup>-1</sup> arasında ve yeterli, % 11'inin ise 100 mg kg<sup>-1</sup>'den yüksek olduğu ve fazla olarak sınıflandırıldığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada genel olarak bor eksikliğine rastlansa da, bazı bölgelerde borun oldukça yüksek değerlere ulaştığı dikkat çemiştir. Bursa iline bağlı Mustafakemalpaşa ve Karacabey ilçeleri ile Balıkesir'in bazı merkez köylerinde bor değerleri hem topraklarda hem de yapraklarda yüksek seviyelerde bulunmuştur. Topraktaki bor içeriği ile topraktaki kil, organik madde, fosfor, magnezyum ve yapraktaki bor ve fosfor içerikleri arasında, istatistiksel olarak önemli pozitif, yaprak demir içeriği arasında ise negatif yönlü ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca örneklerin yaprak bor içerikleri ile, toprak bor, kil, magnezyum ve yaprak magnezyum içerikleri arasında anlamlı pozitif, buna karşın yaprak azot ve demir içerikleri arasında ise negatif ilişkiler tespit edilmiştir.

## Determination of soil plant available boron and boron nutritional status of tomato plants in major industrial tomato cultivated areas of Turkey

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 20 July 2017

Revised form 7 December 2017

Accepted 12 December 2017

Online 30 December 2017

#### Research Article

#### Keywords:

Industrial tomato,

Nutritional status,

Boron,

Soil,

Leaf

### ABSTRACT

This study was conducted in the provinces of Bursa, Balıkesir, Manisa and İzmir, which are known as important industrial tomato cultivation areas in Turkey. Soil and leaf samples were collected from those tomato-growing fields in order to determine the boron nutritional status of the fields. Further, aim was to study the associations between the soil and leaf boron and the different soil and leaf characteristics. Soil and leaf samples were collected from 268 tomato-growing fields representing the studied area. The plant available boron of soil samples and total boron of leaf samples were determined. Then, boron status of soils and plants were assessed by considering the critical sufficient and deficient limits of boron. According to the findings, 27% of the collected soil samples was found to be low with boron (<0.5 mg B kg<sup>-1</sup>), and 63% of the remaining soil samples contained adequate and 10% high amounts of boron. According to the leaf analysis results, 2% of the leaf samples had low-level of B (below 30 mg kg<sup>-1</sup>), and 87% had adequate amount of B (in the range of 30-100 mg kg<sup>-1</sup>) and 11% had very high-level of B (above 100 mg kg<sup>-1</sup>). Although boron deficiency was occasionally observed in some parts of the region, very high boron concentrations were also noted. The districts of Mustafakemalpaşa and Karacabey of the city of Bursa and some villages of the Balıkesir were found to be very high in boron both in the soils and in the leaves. Plant available boron of soils showed positive and statistically significant relationships with soil clay, organic matter, phosphorus, magnesium and leaf boron had a positive and significant relation to soil phosphorus, while leaf iron had negative association with soil and leaf boron. Furthermore, significantly positive correlation was identified between the leaf boron of the samples and soil boron, clay, magnesium and leaf magnesium, whereas a negative correlation was found with the leaf nitrogen and iron contents. In addition, there was positive relationship between leaf boron and soil boron, soil clay, and leaf magnesium, while leaf boron showed a negative relation to leaf iron and leaf nitrogen.

\*Sorumlu yazar: [erdincuysal@hotmail.com](mailto:erdincuysal@hotmail.com)

## 1. Giriş (Introduction)

Bugün tüm dünya üzerinde en fazla üretimi yapılan sebze türlerinden birisi domatestir. Anavatanı, Güney Amerika'nın batı sahilleri olan domatesin ilk olarak Meksikalılar tarafından kültüre alındığı tahmin edilmektedir [1]. Zamanla yayılarak dünyanın her tarafında yetiştirilmeye başlanmıştır. Domatesin dünyada birçok farklı şekillerde tüketimi yapılmaktadır. Dünyada bir yılda üretilen domates miktarı 165 milyon tona yakındır ve Türkiye, Çin, Hindistan ve ABD'den sonra en fazla üretimin gerçekleştiği dördüncü ülke konumundadır [2].

Türkiye'de yıllık 12,6 milyon ton olan domates üretiminin % 32'si salçalık domatestir. Bu üretimin en fazla gerçekleştiği bölgeler Marmara ve Ege bölgeleri olup, Anadolu'nun değişik yerlerinde sanayilik çeşitler yaz dönemlerinde yetiştirilmektedir. Türkiye'de önemli salçalık domates üretimi yapan ilk 4 ilimizdeki 2015 yılına ait üretim miktarları incelendiğinde Bursa'da toplam üretimin yaklaşık olarak % 30'u, Manisa'da % 19'u, İzmir'de % 18'i ve Balıkesir'de ise % 10'unun gerçekleştirildiği görülür ki bu da toplam ülke üretiminin % 77'lik kısmı demektir [3].

Bitkilerin beslenme durumu ve toprakların verimlilik düzeylerinin doğru olarak değerlendirilmesi, gübre kullanım etkinliğine önemli katkılar sağlamaktadır. Toprak analizleri ile toprakların bitkilere besin sağlama güçleri belirlenmekte, yetersizlikler gübreleme yolu ile giderilebilmektedir. Ancak toprak analizlerinin her koşulda yeterli olmaması nedeniyle bitkilerin beslenmelerinin düzeyini ortaya koymak ve gereken uygulamaları yapabilmek için bitki analizlerinden de yararlanılmaktadır [4].

Bor, bitkilerin normal olarak gelişebilmesi için mutlak gerekli olan mikro besin elementlerinden birisidir. Tarım yapılan alanlarda bor noksanlığı veya bor toksisitesi, bitki yetiştiriciliğinde sınırlayıcı önemli bir etkenidir. Bor noksanlığının giderilmesi için toprakların borlu gübrelerle gübrenmesi gerekir. Ancak toprağa uygulanan bor bitki tarafından çok iyi alındığı için gereğinden fazla bor uygulamalarında bor toksisitesi ortaya çıkabilir [5]. Bu bakımdan bor noksanlığı ve toksisitesi diğer besin elementlerine göre daha yaygın olarak görülebilmektedir. Tarım alanlarında bulunması gereken bitkiye yarayışlı bor miktarı bitkinin cins, tür ve varyetelerine göre de farklılık göstermektedir. Domatesin bor noksanlığına orta derecede duyarlı bitkiler grubuna girdiği bildirilmektedir [6].

Bu araştırma ile Türkiye'nin önemli sanayi domatesi yetiştiriciliği yapılan alanlarından toprak ve yaprak örnekleri alınarak, hem bölgenin topraklarında bor içerikleri belirlenmesi hem de bor açısından bitkilerin beslenme durumlarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçların, yöredeki olası sorunlarının ortaya çıkarılmasına ve uygun gübreleme önerilerinin yapılmasına destek sağlayacağı düşünülmüştür. Bunun yanında borun diğer toprak ve bitki özellikleriyle

aralarındaki ilişkilerin ortaya konulması da çalışmanın bir başka amacını oluşturmaktadır.

## 2. Materyal ve Metot (Material and method)

Çalışmada materyal olarak, Türkiye'nin önemli salçalık domates üretim alanları olan Bursa, Balıkesir, Manisa ve İzmir illerinden, 2013 yılında usulüne uygun olarak alınmış olan 268 adet toprak ve yaprak örneği kullanılmıştır.

Toprak örnekleri domates bitkisi sıra aralarından sıraya yakın olacak şekilde 0-30 cm derinlikten genel kurallara uygun olarak [7] paslanmaz çelik kürek ile alınmış ve polietilen torbalara konularak etiketlenmiştir. Laboratuvara getirilen toprak örnekleri, Kacar [8]'in bildirdiği şekilde analize hazır hale getirilmiştir.

Alınan toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı bor, John et al. tarafından geliştirilen ve daha sonra modifiye edilen sıcak su ile ekstrakte edilebilir analiz yöntemine göre belirlenmiştir [9].

Yaprak örnekleri çiçeklenmenin devam ettiği ve ilk meyvelerin ceviz iriliğine ulaştıkları dönemde bitkinin üstten itibaren 5. ya da 6. yaprakları olacak şekilde alınmıştır [10]. Alınan yaprak örnekleri laboratuvarında önce çeşme suyunda, daha sonra sırası ile 0.1 N HCl ve deiyonize su ile yıkandıktan sonra kurutma kağıtları üzerinde kabaca kurumaları sağlanmıştır. Daha sonra kese kağıtlarına konarak, kurutma dolabında 70 °C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Kuruyan örnekler 0.5 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir [11].

Yapraklarda toplam bor, kuru yakılan örneklerde Azomethin-H yöntemiyle belirlenmiştir [12]. Yaprak analizlerinin doğruluğunu kontrol etmek için NIST marka referans elma yaprağı (1515) ve şeftali yaprağı (1547) birlikte kullanılmıştır.

Elde edilen toprak ve yaprak analiz sonuçları sınır değerleri ile karşılaştırılarak, incelenen bahçelerin besin maddeleri durumları değerlendirilmiştir. Bulunan sonuçlar arasında korelasyonlar yapılarak önemli bulguları verilmiştir.

## 3. Sonuçlar ve tartışma (Results and discussion)

Araştırma için 268 adet noktadan toprak ve yaprak örnekleri alınarak analiz edilmiş ve bulunan sonuçlar iller bazında gruplandırılmıştır. Elde edilen sonuçlara ait en küçük, en büyük ve ortalama değerler ise Çizelge 1'de sunulmuştur.

Yapılan çalışmada elde edilen analiz sonuçlarının değerlendirilebilmesi amacıyla yaprak örneklerinde Reuters ve Robinson [13], toprak örneklerinde ise Eyüpoğlu ve ark. [14]; Miller [15]'in bildirmiş olduğu sınıflandırma değerleri kullanılmıştır. Yaprak örnekleri için 30-100 mg kg<sup>-1</sup> arasındaki değerler yeterli kabul edilirken toprak örneklerinde sınıflandırma aralıkları şu şekilde verilmiştir: <0,5 ppm az, 0,5-2,0 ppm yeterli,

2,1-5,0 fazla, >5,00 çok fazla. Şekil 1'de toprak örneklerinin, Şekil 2'de ise yaprak analiz sonuçlarının sınır değerlerine göre sınıflandırılmış hali genel olarak ve iller bazında gösterilmiştir.

Toprak örneklerinde yapılmış olan alınabilir bor analizi sonucunda yapılan değerlendirmede genel olarak bölgenin tamamından alınan toprakların % 27'sinin az, % 63'ünün yeterli ve % 10'unun fazla miktarda bor içeriğine sahip olduğu anlaşılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda bölge genelinde domates yaprak bor içeriklerinin büyük oranda yeterli sınır değerleri arasında bulunduğu belirlenmiştir. Örneklerin % 87'si bor ile yeterli beslenirken, % 2'si eksik ve % 11'i ise yüksek düzeyde bor içermektedir.

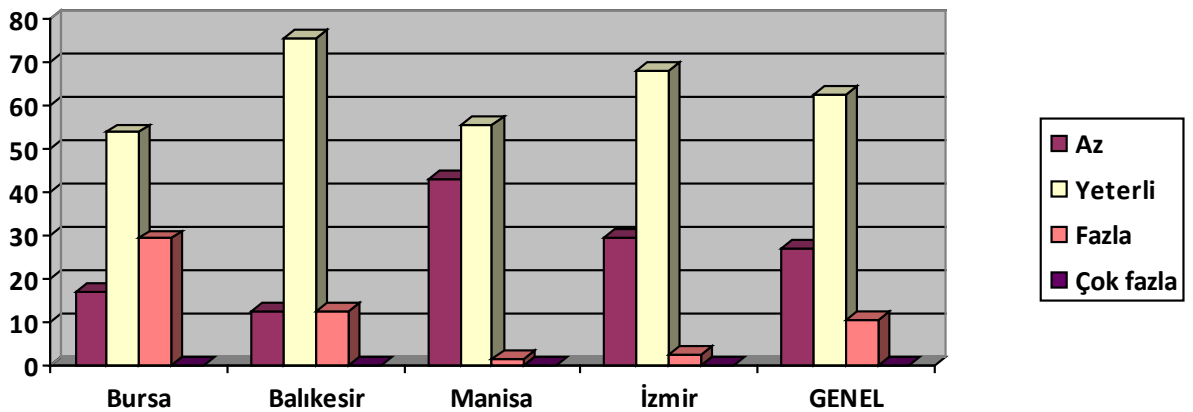
Çalışmanın toprak analiz sonuçlarında bor eksikliğinin % 27 gibi görece yüksek bir oranda olmasına karşın, yapraklarda eksiklik oranının yalnızca % 2 olması ilgi çekicidir. Bu konuda Antalya yöresinde domates yetiştirilen seralarda bor düzeylerinin bazı toprak, yaprak ve meyve analiz sonuçlarıyla değerlendirilmesi amacıyla yapılmış başka bir çalışmada da benzer sonuçların alındığı görülmüştür [16]. Nitekim yapılan çalışmanın toprak analiz sonuçlarına göre, seraların % 62'sinde yeterli % 38'inde ise yetersiz düzeyde yarayırlı B

belirlenirken yaprak analiz sonuçları göstermiştir ki, bitki örneklerinin tamamında B içeriği yeterli ve hatta % 44'ünde B seviyesi yüksektir. Bu durumun toprak için verilen sınır değerlerin tüm bitkiler için ortak olmasından kaynaklanabileceğini ve bu aralıkların domates için uygun olmadığını ya da yaprak analiz sonuçları yorumlanırken kullanılan yeterli sınır değerlerinin bölge üretim alanları için tam örtüşmediğini düşündürmektedir. Tarım alanlarında bulunması gereken bitkiye yarayırlı bor miktarı bitkinin cins, tür ve varyetelerine göre de farklılık göstermektedir. Domatesin bor noksanlığına orta derecede duyarlı bitkiler grubuna girdiği bildirilmektedir [6].

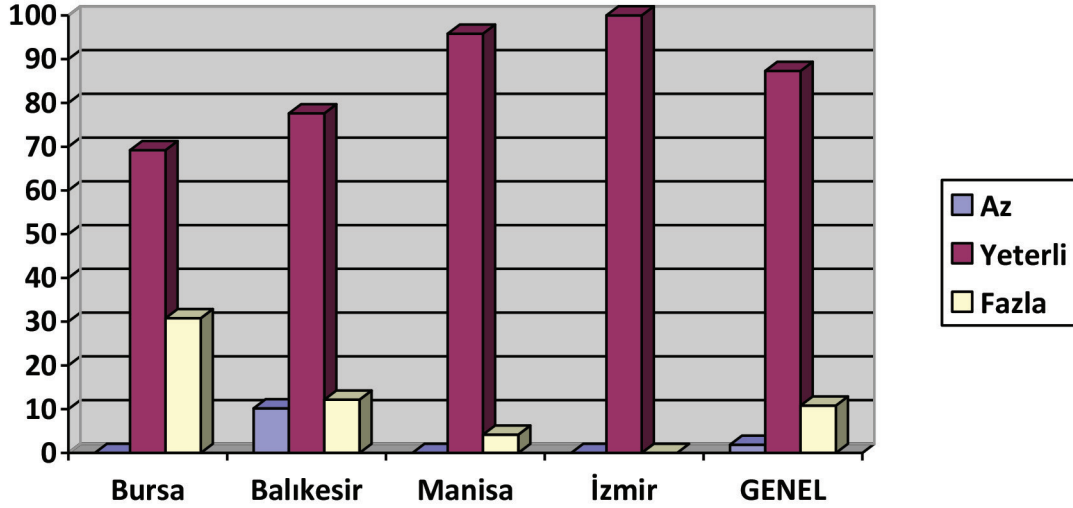
Sonuçlar iller bazında değerlendirildiğinde bor düzeyleri açısından iller arasında önemli farkların bulunduğu görülmüştür. Bursa ilinden alınan örneklerde özellikle bazı bölgelerin tarımsal üretim için sorun oluşturabilecek bor düzeylerine yaklaştığı görülmüştür. Yenişehir, İnegöl ve Mudanya ilçelerinde alınan örneklerde toprak bor içerikleri 1 mg kg<sup>-1</sup> değerinin altında bulunurken, yaprak analiz sonuçlarına göre de örneklerin tamamının sınır değerinin biraz üzerinde ve yeterli oldukları tespit edilmiştir. Bununla birlikte yüksek bor içeriklerinin Mustafakemalpaşa ve Karacabey ilçelerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 1.** Analiz sonuçlarına ait en küçük, en büyük ve ortalama değerler (The highest, lowest and average values based on analysis results).

Analizler	En küçük değerler	En büyük değerler	Ortalama değerler	
mg kg <sup>-1</sup> Toprakta Alınabilir B	Bursa	0,28	4,90	1,71
	Balıkesir	0,28	3,98	1,07
	Manisa	0,04	2,18	0,61
	İzmir	0,10	2,20	0,70
	<b>GENEL</b>	<b>0,04</b>	<b>4,90</b>	<b>0,99</b>
mg kg <sup>-1</sup> Yaprakta Toplam B	Bursa	30,22	459,09	121,08
	Balıkesir	25,87	255,92	63,69
	Manisa	37,33	244,72	63,58
	İzmir	35,87	88,07	54,06
	<b>GENEL</b>	<b>25,87</b>	<b>459,09</b>	<b>74,63</b>



**Şekil 1.** Toprak örneklerinin analiz sonuçlarının sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Classification of soil samples for their boron concentrations by considering threshold boron values).



**Şekil 2.** Yaprak örneklerinin analiz sonuçlarının sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Classification of leaf samples for their boron concentrations by considering threshold boron values).

Mustafakemalpaşa ilçesinden alınan örneklerin % 65'inde toprak bor içerikleri  $2,0 \text{ mg kg}^{-1}$  değerinin üzerinde bulunmuştur. Özellikle bazı alanlarda bu değerler kritik seviye olan  $5 \text{ mg kg}^{-1}$  B değerine çok yaklaşmıştır. Aynı bölgeden alınan yaprak örneklerinin sonuçlarına göre de  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  olan üst sınırın üzerinde bulunan alanların oranı % 80 dir. Bazı örneklerde yaprak bor içeriklerinin  $300 \text{ mg kg}^{-1}$  değerinin üzerinde olduğu saptanmıştır.

Mustafakemalpaşa kadar olmasa da Karacabey ilçesinden alınan örneklerde de yüksek toprak ve yaprak bor değerleri belirlenmiştir. Karacabey'de fazla bor içeren toprakların oranı % 18 iken yapraklarda ise bu oran % 12 bulunmuştur. Marmara Bölgesi bor yatakları sadece Türkiye'nin değil aynı zamanda dünyanın da en büyük bor yatakları durumundadır. Balıkesir, Bursa, Kütahya ilçelerinde yer alan bor yatakları Marmara Denizi'ne boşalan akarsu ağı üzerinde önemli kirlenici etkiye sahiptir [17]. Susurluk havzasında bulunan Emet, Orhaneli ve Mustafakemalpaşa çayları sulama sularının bor içeriği açısından değerlendirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada bu suların bor içerikleri uzun yıllar boyunca takip edilmiştir [18]. Çalışmada Orhaneli çayı boru güvenli düzeylerde içerirken Emet çayında bor içeriğinin 2004 yılına kadar ortalama  $4,68 \text{ ppm}$  olduğu, 2004 yılından sonra  $28,24 \text{ ppm}$ 'e yükseldiği bildirilmiştir. Mustafakemalpaşa çayında ise 2004 yılına kadar sulama mevsiminde ortalama bor içeriği  $0,90 \text{ ppm}$  iken 2004 yılından sonra ortalama  $3,22 \text{ ppm}$ 'e yükselmiştir. Nitekim yaptığımız tarama çalışması esnasında Mustafakemalpaşa çayı ile sulanan domates bahçelerinden aldığımız az sayıdaki sulama suyu örneklerinde  $9,00$  ile  $9,20 \text{ ppm}$  arasında değişen bor değerleri tespit edilmiştir. Orhaneli çayı ile Emet çayı birleşerek Mustafakemalpaşa çayını oluşturmaktadır ve bölgede önemli bir alan bu su ile sulanmaktadır. Bu denli yüksek toprak ve bitki bor değerleri ile karşılaşılmasının bu durum ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Balıkesir için yapılan değerlendirmede toprak örneklerinde % 12'lik kısmın az, yine aynı oranda örneğin

ise fazla bor içerdiği geri kalan topraklarda borun yeterli düzeylerde bulunduğu belirlenmiştir. Yaprak analiz sonuçlarına göre de örneklerde bor % 10 eksik, % 12 fazla oranda bulunurken yeterli oranı % 78 olarak bulunmuştur. Bursa kadar olmasa da Balıkesir ilinden alınan örneklerde de yüksek toprak ve bitki bor değerlerine rastlanmış olup, bu örneklerin genellikle Balıkesir merkez köylerinden alındığı görülmüştür.

Manisa'dan alınan örneklerde topraklarda bor fazlalığı yalnızca Salihli ilçesinin Durasılı kasabasından alınan bir örnekte tespit edilmiştir. Ayrıca Manisa, ortalama olarak en düşük bor değerlerinin elde edildiği il olmuştur. Yaprak analiz sonuçlarında da il genelinde borun % 96 oranında yeterli, % 4 oranında ise  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  B değerinin üzerinde yani yüksek olduğu belirlenmiştir.

Toplamda 82 adet toprak ve yaprak örneğinin alındığı İzmir ilinde toprak analiz sonuçlarına göre fazla bor içeriğine sahip örneklerin oranı % 2,44 olurken, az bor içeren toprakların oranı % 29 olarak bulunmuştur. Kalan örneklerde bor, yeterli düzeylerde bulunmuştur. Yaprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına göre ise tüm örneklerde borun yeterlilik sınır değerleri olan  $30-100 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında bulunduğu, eksiklik ya da fazlalığa rastlanmadığı tespit edilmiştir.

Türkiye topraklarının bor içeriklerinin belirlenerek haritalanması amacıyla ülke çapında 7758 adet toprak alınarak yapılan çalışmanın sonuçlarına göre Manisa, bor içeriği  $0,5 \text{ ppm}$  den düşük bulunan iller arasında gösterilirken, Bursa ilinin büyük bölümünün  $0,5-1,0 \text{ ppm}$  B içeren topraklara sahip olduğu belirtilmiştir [19]. Aynı çalışmada Bursa ve Balıkesir illeri içerisinde bor içeriğinin çok yüksek olduğu alanların varlığına da dikkat çekilmiştir.

Aşağı Büyük Menderes havzasında sanayi domatesi yetiştiriciliği yapılan arazilerin toprak özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada incelenen toprakların % 41'inde borun az ya da çok az bulunduğu, yeterli oranının ise % 28 olduğu bildirilmiştir [20]. Aynı



çalışmanın sonuçlarına göre toprakların % 31'inde bor yüksek düzeylerde bulunmuştur. Bölgede farklı bitki türleri için yapılan tarama çalışmalarında genelde bor içeriklerinin belirlenmediği görülmüştür. Yapılan az sayıdaki çalışma sonuçlarına göre ise elde edilen bulguların birbirine benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Çalışmada elde edilen bor analiz değerleri dışında toprakta ve yaprakta farklı analizlerde yapılmış olup, bor değerlerinin diğer sonuçlarla arasındaki olası ilişkileri belirleyebilmek amacıyla korelasyon hesaplamaları yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 2' de sunulmuştur.

Yapılan değerlendirmede beklendiği gibi toprak bor değerleri ile yaprak bor değerleri arasında önemli ( $p<0,01$ ) pozitif bir ilişki bulunmuş, topraktaki bor artışlarına bağlı olarak yaprakların bor değerleri yüksek olarak çıkmıştır. Bununla birlikte az sayıda da olsa toprakta borun düşük seviyede bulunmasına karşın yüksek bor içeriğine sahip olan yaprak örneklerinin var olduğu da tespit edilmiştir. Bu durumun sulama suyu bor içeriği ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim aynı bölgelerde sulamayı farklı kaynaklardan yapan üreticilerin bulunduğu görülmüştür. Su kaynağını değiştirmesiyle toprakta kısa zamanda yüksek bor oluşmasına rağmen yapraklarda borun yüksek bulunması mümkün görünmektedir. Sulama suyu veya taban suyunda 1 mg B l<sup>-1</sup>'den daha fazla bor bulunması söz konusu olduğunda, bitkilerde bor fazlalığı problemi

ortaya çıkabilir. Bu tür durumlarda toprağın doğal bor statüsü ile bitkilerin yaprak bor içeriği arasında kimi zaman ilişki çıkmaması olasıdır [21].

Toprak bor değerleri ile kil mineralleri arasında önemli ( $p<0,05$ ) pozitif bir ilişki bulunmuştur. Farklı özelliklere sahip toprakların bor adsorbsiyon izotermelerini incelemek üzere yapılan bir araştırmada, toprakların kil içerikleri arttıkça bor adsorbsiyonunun artış eğilimi gösterdiği bildirilmiştir [22]. Granit kayalarda, permatitlerde, bazik kayalarda ve serpantinde bor vardır. Bor ihtiva eden kil mineralleri atmosferik olaylarının etkisiyle suya bor verirler ve suyla borik asit meydana getirirler [23]. Kil minerallerinin yapısında bor bulunmasına bağlı olarak bor değerlerinde artış olduğu düşünülmektedir.

Toprak organik madde içeriğiyle bor düzeyi arasında da yine pozitif yönlü önemli ( $p<0,01$ ) bir ilişki durumu söz konusudur. Toprak organik madde içeriğinin yüksek olduğu durumlarda bor miktarının yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Topraklarda bitkiye yararlı borun önemli bir bölümü organik maddeye bağlanmış bir şekildedir. Bu nedenle organik madde içerikleri yüksek olan topraklarda genellikle bor miktarı da yüksektir [23]. Rize ilinde bazı çay bahçelerinin bor beslenmesi ve borun toprak özellikleriyle ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmış olan bir çalışmada toprak bor konsantrasyonu ile toprak organik madde içeriği arasında anlamlı pozitif ilişki olduğu saptanmıştır [24].

**Çizelge 2.** Toprak ve yaprak bor içerikleri ile diğer toprak ve yaprak özellikleri arasındaki ilişki ve korelasyon katsayılar (Relationships between soil and leaf boron contents and the other soil and leaf properties).

	Özellikler	Toprak bor	Yaprak bor
Toprak	Bor	1,000	<b>0,728**</b>
	% Kum	-0,116	-0,132
	% Kil	<b>0,141*</b>	<b>0,159*</b>
	% Silt	0,021	0,026
	EC	-0,002	-0,027
	pH	0,039	0,115
	Kireç	-0,021	0,116
	Organik Madde	<b>0,248**</b>	0,108
	Fosfor	<b>0,302**</b>	0,111
	Potasyum	<b>0,160*</b>	-0,002
	Kalsiyum	0,073	0,032
	Magnezyum	<b>0,253**</b>	<b>0,141*</b>
	Demir	-0,085	-0,023
	Mangan	-0,059	-0,051
	Çinko	0,037	0,018
	Bakır	0,133	0,057
Yaprak	Bor	<b>0,728**</b>	1,000
	Azot	-0,068	<b>-0,165*</b>
	Fosfor	<b>0,240**</b>	0,076
	Potasyum	0,125	-0,049
	Kalsiyum	-0,026	-0,028
	Magnezyum	0,079	<b>0,259**</b>
	Demir	<b>-0,164*</b>	<b>-0,151*</b>
	Mangan	-0,093	-0,090
Çinko	-0,066	0,031	
Bakır	-0,038	0,086	

\* $p<0,05$ , \*\* $p<0,01$

Bulunan sonuçlara göre hem toprak hem de yaprak bor içerikleri ile toprak magnezyum içerikleri arasında ve yaprak bor ile yaprak magnezyum içeriği arasında istatistiki olarak önemli pozitif ilişkiler saptanmıştır. Antalya bölgesinde domates bitkisi ile yapılan bir çalışmada toprak bor içeriği ile magnezyum içeriği arasında pozitif ilişki bulunduğu ifade edilmiştir [16]. Benzer sonuçlar fındık için yapılmış bir başka çalışmada da görülmüş olup, yaprak bor içeriği ile toprak magnezyum içeriği arasında % 1 düzeyinde anlamlı pozitif ilişki olduğu bildirilmiştir [25].

Toprak bor içeriğindeki artışa paralel olarak hem toprakta hem de bitki örneklerinde fosfor düzeylerinin yüksek olduğu görülmüş ve her ikisi içinde önemli ( $p<0,01$ ) ilişki bulunmuştur. Farklı araştırmacılar tarafından bor ve fosfor arasında sinerjistik bir ilişki bulunduğu bildirmiştir [26, 27, 28]. Ordu ili fındık bahçelerinin bor beslenme durumunu belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, topraktaki B konsantrasyonu ile toprak fosforu arasında istatistiksel olarak % 0.001 düzeyinde pozitif bir ilişkinin olduğu ifade edilmiştir [25]. Yaptığımız çalışma sonuçlarına göre de böyle sinerjistik bir ilişkiden bahsetmek mümkün görülmektedir.

#### 4. Sonuçların değerlendirilmesi (Conclusion)

Yapılan çalışma oldukça geniş bir bölgede yürütülmüş olup, sanayi domatesi bakımından önemli üretim noktalarının bitki ve toprak düzeyinde bor elementi açısından mevcut durumları ortaya konulmaya ve mevcut durumdan sonuçlar çıkarılmaya çalışılmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar hakkında bir genelleme yapılacak olursa alınan örneklerin toprak analiz sonuçlarında önemli miktardaki bir alanda eksiklik belirlenmesine karşın yaprak analiz sonuçlarında bu oran daha düşük bulunmuş, genelde yeterli bor beslenmesi görülmüştür. Bu durum söz konusu ürün sanayi domatesi olduğunda, toprak analiz sonuçlarında bor için toprakta çok az sınıf aralığının ( $<0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ ) eksiklik açısından dikkate alınmasının daha doğru olacağını düşündürmektedir. Bu değerler altındaki topraklarda domateste bor eksikliği beklenebileceğini söylemek yanlış olmaz. Bu nedenle özellikle bu tip alanlarda bor gübrelemesi konusunda da gerekli duyarlılığın gösterilmesi ürün verimi ve kalitesi açısından çok önemlidir.

Ülkemiz topraklarında genel olarak bor eksikliğinden söz etmek mümkünse de kimi lokal alanlarda bor değerlerinin toksisite yapabilecek düzeylere çıkabildiği de görülmektedir. Nitekim yapılan çalışma kapsamında alınan tüm örnekler genel olarak değerlendirildiğinde Ege ve Marmara bölgelerinin tamamının yaklaşık % 10'unda borun yüksek seviyelerde bulunduğu fakat bunun bazı üretim noktalarında yoğunlaştığı görülmektedir. Bursa iline bağlı ülkenin önemli tarımsal üretim sahalarından olan Mustafakemalpaşa ve Karacabey ilçeleri ile Balıkesir'in bazı merkez köylerinde bor değerleri hem topraklarda hem de yapraklarda yüksek seviyelerde bulunmuştur.

Gerek toprak gerekse bitki örneklerinde belirlenen yüksek bor değerleri, söz konusu üretim noktalarında bitkiler için önemli bir tehdit olan bor toksisitesi sorununun ciddi boyutlara ulaştığını göstermektedir. Hatta bu değerler, bora karşı hassasiyeti fazla olan bazı bitki çeşitlerinde şimdiden sorun oluşturabilecek düzeydedir. Aynı bölge içerisinde farklı sularla sulanan alanlar arasında bor değerleri açısından önemli farklılıkların bulunması, sorunun sulama suyu kaynaklı olması olasılığını güçlendirmektedir. Borla kirlenmiş toprakların ıslahının zorlukları dikkate alındığında kirlenmeyi önleyici tedbirlerin alınmasının bölge için büyük önem taşımaktadır.

#### Teşekkür (Acknowledgment)

Bu araştırma BOREN (Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü) tarafından desteklenmiştir. Proje No: 2013Ç0390

#### Kaynaklar (References)

- [1] Tigchelaar E. C., Tomato Breeding, In Breeding Vegetable Crops (M.J. Bassett ed.), pp. 135–171, Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, 1986.
- [2] Anonim, FAOSTAT production data [online], Available at <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 01.06.2017), 2017.
- [3] Anonim, TÜİK Bitkisel üretim istatistikleri, Available at <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim tarihi: 01.06.2017), 2017.
- [4] Orman Ş., Kaplan M., Kumluca ve Finike yörelerinde serada yetiştirilen domates bitkisinin beslenme durumunun belirlenmesi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17 (1), 19-29, 2004.
- [5] Mengel K., Bitkinin Beslenmesi ve Metabolizması, (Çeviri: H. Özbek, Z. Kaya, M. Tamçı), 5. Baskı, Çukurova Üniv. Zir. Fak. Yay.: 162, Adana, 590s., 1984.
- [6] Aktaş M., Ateş M., Bitkilerde beslenme bozuklukları, nedenleri ve tanınmaları. Engin yayınevi, 247 s., Ankara, 1998.
- [7] Jackson M. L., Soil Chemical Analysis. Prentice Hall. Inc. New York, p.183, 1962.
- [8] Kacar B., Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri:III Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları:3, Ankara, 703 s., 1994.
- [9] John M. K., Chuah H. H., Neufeld J. H., Application of Improved Azomethin-H Method to The Determination of Boron in Soils and Plants, Anal. Lett.-8, pp 559-568, 1975.
- [10] Geraldson C. M., Klacan G. R., Lorenz O. A., Plant Analysis as an Aid in Fertilizing Vegetable Crops, Soil Testing and Plant Analysis, Soil Science of America Inc., pages: 365-392, Madison, Wisconsin, USA, 1973.
- [11] Kacar B., İnal A., Bitki Analizleri, Nobel Yayın No:1241, 2008.
- [12] Wolf B., The determination of boron in soil extracts, plant material components, manures, waters and nutrient solutions, Soil Sci. Plant Anal., 2 (5), 363-374, 1971.

- [13] Reuters D. J., Robinson J. B., Plant Analysis, An Interpretation Manual, 2<sup>nd</sup> ed. CSIRO Publishing: Melbourne, 1997.
- [14] Eyüpoğlu F., Güçdemir İ. H., Kurucu N., Talaz S., Orta Anadolu topraklarının bitkiye yararlı bor bakımından genel durumu, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayını, Ankara 47p., 2000.
- [15] Miller S. S., Begin orchard nutrition program: Determining nutritional status for apple and peach, USD-ARS, Appalachian Fruit Research Station Kearneysville, West Virgin 25430 USA, 1998.
- [16] Gamze D., Erdal İ., Antalya yöresinde domates yetiştirilen seralarda bor düzeylerinin bazı toprak, yaprak ve meyve analiz sonuçlarıyla değerlendirilmesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi 4 (2), 42-48, 2016.
- [17] Pehlivan H., Marmara Denizi Güneyi (Kocasu Deltası) Sedimentlerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 2017.
- [18] Semiz G. D., Sulama suyu açısından bor içeriğinin değerlendirilmesi: Uluabat Gölünü besleyen Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çayları, JOTAF, 11 (1), 98-105, 2014.
- [19] Güçdemir İ. H., Arcak Ç., Sönmez B., Akgül S., Usul M., Karabulut A., Keçeci M., ve ark., Türkiye topraklarının bor statüsünün belirlenmesi ve haritalanması, 6. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, Genişletilmiş Bildiri Özetleri Kitabı, s. 198-202, Nevşehir, 2013.
- [20] Özdoğan N., Seferoğlu S., Aşağı Büyük Menderes havzasında sanayi domatesi yetiştiriciliği yapılan arazilerin toprak özellikleri, ADÜ Ziraat Derg., 12 (2), 109 – 115, 2015.
- [21] Nable R. O., Banuelos G. S., Paull J. G., Boron toxicity, Plant Soil, 193, 181-198, 1997.
- [22] Sözüdoğru S, Omar S. M., Usta S., Boron adsorption in soils, J. Agric. Sci., 2 (1), 19-22, 1996.
- [23] Demirtaş A, Bor bileşikleri ve tarımda kullanımı, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 37 (1), 111-115, 2006.
- [24] Özkutlu F., Akkaya Ö. H., Ete Ö., Akgün M., Bazı çay bahçelerinin B (bor) beslenmesi ve toprak özellikleriyle ilişkilerinin belirlenmesi, Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg., 6 (1), 125-136, 2016.
- [25] Saçlı İ. H., Ordu ili fındık bahçelerinin bor beslenme durumunun saptanması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 2015.
- [26] Gezgin S., Hamurcu M., Bitki beslemede besin elementleri arasındaki etkileşimin önemi ve bor ile diğer besin elementleri arasındaki etkileşimler, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (39): 24-31, 2006.
- [27] Singh B. P., Singh B., Response of French bean to phosphorus and boron in acid Alfisols in Meghalaya. J. Indian Soc. Soil Sci., 38, 769-771, 1990.
- [28] Patel M. S., Golakia B. A., Effect of calcium carbonate and boron application on yield and nutrient uptake by groundnut, J. Indian Soc. Soil Sci., 34, 815-820, 1986.