



# BOR DERGISİ

## JOURNAL OF BORON

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



## Kireçli toprakta mısır bitkisine (*Zea mays everta*) uygulanan borun verim ve bor kapsamına etkileri

Ayhan Horuz<sup>1\*</sup>, Cengiz Özcan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139 Samsun, Türkiye

<sup>2</sup>Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 50300 Nevşehir, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Makale geçmişi:

İlk gönderi 9 Kasım 2016  
Revize gönderi 13 Ocak 2017  
Kabul 18 Ocak 2017  
Online yayınlanması 16 Mart 2017

#### Araştırma Makalesi

#### Anahtar kelimeler:

Patlak mısır,  
Bor gübrelemesi,  
Dane verimi,  
Bor kapsamı

### ÖZET

Bor (B) çoğu bitki için az miktarlarda gerekli olmasına rağmen, noksanlığında ciddi verim kayıpları gösterebilen önemli bir mikro besin elementtir. Bu çalışmada kireçli toprağa 0, 0,25, 0,5, 1 ve 2 kg/ha dozlarında uygulanan B'un patlak mısır bitkisinin (*Zea mays everta*) dane verimi, 1000 dane ağırlığı, dane ve yaprak B kapsamına etkileri araştırılmıştır. Deneme tarla şartlarında tam şansa bağlı blok deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Varyans analiz sonuçlarına göre artan dozlarda uygulanan B mısır dane verimi ve 1000 dane ağırlığını %5 seviyesinde, dane ve yaprak B kapsamını ise %1 seviyesinde önemli derecede etkilemiştir. İstatistiksel olarak optimum dane verimi (5972,4 kg/ha), 1000 dane ağırlığı (285,74 g) ve dane B kapsamı (8,06 ppm) 0,25 kg B/ha dozunda; optimum yaprak B kapsamı (8,34 ppm) ise 0,5 kg B/ha dozunda gerçekleşmiştir. Verim komponentlerinde sağlanan artış sırasıyla, %17,63, 19,86, 91,60 ve 62,29 oranında bulunmuştur. En yüksek artışın dane B kapsamı > yaprak B kapsamı > 1000 dane ağırlığı > dane verimi şeklinde bir sıra takip ettiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak kireçli toprak şartlarında yetiştirilen patlak mısır bitkisinin dane verimi, 1000 dane ağırlığı ve dane B kapsamı dikkate alındığında 0,25 kg B/ha dozunun verim komponentlerini optimum düzeye yükselttiği tespit edilmiştir.

## Effects of boron application to corn plant (*Zea mays everta*) on yield and boron content in the calcareous soil

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 9 November 2016  
Received in revised form 13 January 2017  
Accepted 18 January 2016  
Available online 16 March 2017

#### Research Article

#### Keywords:

Popcorn,  
Boron fertilization,  
Grain yield,  
Boron content

### ABSTRACT

Boron (B) is an essential micro nutrient element that can exhibit serious yield losses in lack of it, although it is necessary in small quantities for most of plants. In this study, the effects of B application at 0, 0.25, 0.5, 1 and 2 kg/ha doses into the calcareous soil on grain yield, 1000 grains weight, grain and leaf boron contents of popcorn plant (*Zea mays everta*) were investigated. The field experiment was carried out with 3 replications depending on completely randomized block design. Variance analysis results showed that B application in increasing doses to popcorn plant affected grain yield and 1000 grains weight (285.74 g) significantly at 5% level, and grain and leaf B contents at 1% level. Optimum grain yield (5972.4 kg/ha), 1000 grains weight and grain B content (8.06 ppm) were statistically determined at 0.25 kg B/ha dose, and also optimum leaf B content (8.34 ppm) was determined at 0.5 kg B/ha dose. Increases in yield components were found as 17.63, 19.86, 91.60 and 62.29 %, respectively. The highest increase was determined as the following order; grain B content > leaf B content > 1000 grains weight > grain yield. As a conclusion, it was determined that the highest increase in grain yield, 1000 grains weight, grain B content of popcorn plant grown and optimum level to the yield components in calcareous soil condition were determined at 0.25 kg B/ha dose.

\*Sorumlu yazar: ayhanh@omu.edu.tr

## 1. Giriş (Introduction)

Bor (B) özellikle tohum bağlama ve meyve gelişimi olmak üzere bitki büyüme ve gelişiminin her aşamasında mutlak gerekli bir besin elementidir [1]. Toprakların toplam bor içeriği toprağın ana materyaline bağlı olmakla birlikte bitkiye yarayışlılığı toprakta tutulmasına ve bulunduğu forma göre değişir [2]. Bitkiler B'u genellikle  $H_2BO_3^-$  borat anyon formunda ( $B_4O_7^{2-}$ ,  $HBO_3^{2-}$  ve  $BO_3^{3-}$ ) veya borik asit formunda alırlar [3]. Bor topraktan yağış ve sulama sularıyla kolay bir şekilde yikanabildiği gibi [4]; düşük yağış veya sınırlı sulama nedeniyle de topraktan bitki köklerine kitle akışı ile hareketi zayıflayarak biyo-yarayışlılığı azalır [5, 6]. Toprakların hafif bünyeli olması, reaksiyonlarının asidik veya kuvvetli alkali olması, organik madde içeriğinin düşük, kireç miktarının fazla olmasının yanında aşırı kuraklık ve aşırı yağış bitkilerin eriyebilir B'dan yararlanmasını azaltan faktörlerdir [7, 8, 9]. Ancak borun bitkiler tarafından alınımı etkileyen en önemli toprak özelliği toprak pH'sıdır. Toprak pH'sındaki artış veya gereğinden fazla kireçlemeye bağlı olarak bitkilerde bor alımı azalmaktadır [10, 11]. Diğer elementlerle (N, P, K, Ca, Mg, Al ve Zn) olan interaksiyonu bitkiye olan yarayışlılığını etkiler [2]. Mısır koçan yaprağında yeterli B kapsamının 4-25 ppm arasında değiştiği belirtilmiştir [12]. Woodruff ve ark. [13] kaba bünyeli bir toprağa uygulanan B'un mısır gelişimini %10 artırdığını ifade etmişlerdir. Mısırdaki B noksanlığı durumunda kısır meyve ve saptaki 0,05 ppm'in altında B konsantrasyonu olduğu bulunmuştur [5, 14].

Bitkiler bora genellikle çok az oranlarda gereksinim duyarlar [15, 3]. Bor düşük konsantrasyonlarda gerekli, yüksek konsantrasyonlarda ise toksik etkiye sahiptir. Her bitkinin B gereksinimi ve B içeriği farklıdır. Mısır gibi tek çenekli bitkiler, bezelye, pancar marul gibi çift çenekli bitkilere göre daha az B'a gereksinim gösterir [8, 16]. Bu yüzden, özellikle toprakta ve sulama sularındaki bor düzeyleri ile reaksiyonlarının bilinmesi gerekir [17]. Beslenmesi temelde bitkisel ürünlere, özellikle de tahılla dayalı (arpa, buğday, mısır vs.) olan ülkelerde, bitkilerin mineral beslenmesi büyük önem kazanmaktadır [18].

El-Hadidi ve Arafa [19], sera şartlarında alkanin reaksiyonlu ve organik maddece fakir bir toprakta yaptıkları çalışmada, şekerpancarına altı farklı (0, 1, 2, 3, 4 ve 5 ppm) seviyesinde bor uygulayarak bor miktarının 0 ppm' den 2 ppm'e kadar artmasıyla, şekerpancarının kök ve şeker veriminin arttığını ve bu artışın kontrolle kıyasla 2 ppm bor uygulamasında sırasıyla %31 ve %38,8 oranında olduğunu belirlemiştir. Ayrıca, kök ve şeker veriminin uygulanan miktarlara paralel olarak azaldığı ve bu azalışın sırasıyla %18,6-45,7 ve %11,8-39,1 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Cattanach [20] bitkiye elverişli bor miktarı 0,8 ppm olan bir toprakta tarla şartlarında şekerpancarına farklı dozlarda (0, 0,056, 0,112, 0,24 ve 0,48 kg B/da) bor uygulamıştır. Denemede şeker pancarının kök verimi, şeker oranı ve artırılmış şeker verimi üzerine uygula-

nan bor dozlarının etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı, ayrıca 0,056 kg B/da dan fazla uygulanmasının kök verimini kontrole göre azalttığı belirlenmiştir. Li ve Liang [21]'nin bildirdiğine göre Çin'de elverişli bor içerikleri 0,30-0,65 ppm arasında değişen 4 farklı toprakta yapılan tarla denemelerinde şekerpancarına (0,1 kgB/da) boraks uygulamasıyla kontrole göre kök veriminin %2,3-15,6, şeker oranının %0,3-0,4 ve şeker veriminin ise %0,7-19,7 arasında değişen düzeylerde arttığı belirlenmiştir.

Agarwala ve ark. [22, 23] mısır bitkisinde ciddi B noksanlığı durumunda tepe püskülünün çok seyrek ve mısır koçanında dane oluşumunun çok seyrek olduğu bildirilmiştir. Melsted ve ark. [24] mısır koçan yaprağında kritik B seviyesinin 10 ppm olduğunu, Baker ve ark. [25] koçan yaprağında B kapsamının 7 ppm olduğunda düşük, 14 ppm'de orta ve 23 ppm'de ise yüksek olarak değerlendirmişlerdir. Benne ve ark [26] mısır bitkisinin hektara 18,7 ton sap ve dane toplam ürünü ile topraktan 126 g B kaldırdığını bildirmişlerdir. Mısır bitkisine yapraktan 2,24 kg B/ha uygulaması ile en yüksek verim elde edildiği bildirilmiştir [1].

Bu çalışmanın amacı patlak mısır bitkisine 0, 0,25, 0,5, 1 ve 2 kg/ha dozlarında uygulanan B'un dane verimi, 1000 dane ağırlığı, dane ve yaprak B kapsamına etkilerini tespit etmektir.

## 2. Materyal ve yöntem (Materials and methods)

Çalışma Samsun ili Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsüne ait deneme arazisinde 2007 yılı Haziran - Ekim aylarında yürütülmüştür. Deneme tam şansa blok deneme desenine göre, sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 30 cm olacak şekilde, 4 X 6 m boyutundaki parsellere patlak mısır tohumu (*Zea mays everta*) ekilerek kurulmuştur. Her parselde tohum ekimiyle birlikte hektara 0, 0,25, 0,5, 1,0 ve 2,0 kg saf B olacak şekilde solubor gübresi ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ) 3 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Temel gübrelemede, toprak analiz sonuçlarına göre, 6 kg  $P_2O_5$  (triple süper fosfat, %42  $P_2O_5$ ) ve birinci kısım azot olarak 5 kg N (üre, %46 N) uygulanmıştır. Azotun ikinci yarısı çıkıştan 1 ay sonra, mısır diz boyu olduğunda, 6 kg N (amonyum nitrat, %33 N) verilmiştir. Her bir parsel arasında 1 sıra mısır tesir faktörü olarak bırakılmıştır. Deneme periyodu boyunca deneme toprağı tarla kapasitesinde tutulmuştur. Yaprak örnekleri püskül koçanı oluşumu evresinde alınmıştır. Yaprak örnekleri saf su ile yıkanarak önce havada daha sonra etüvde 65 °C'de kurutulmuş ve çelik değirmende öğütülerek analizlere hazır hale getirilmiştir [27]. Mısır bitkisi 05.10.2007 gövdesinden mısır koçanlarının koparılması ile hasat edilmiştir. Daha sonra koçanlar soyularak tartılmıştır. Mısır daneleri etüvde 65 °C'de kurutulduktan sonra %15,5 neme göre dane verimi hesap edilmiştir [28]. Mısır dane ve yaprak örneklerinde B kapsamı Azometin-H metoduna göre tespit edilmiştir [27].

Toprak örneğinde pH ve EC 1:1 toprak:su ekstraktında [29], tekstür bouyoucos hidrometre yöntemine göre

[30], kireç kalsimetre yöntemi ile [31] yapılmıştır. Organik madde (OM) modifiye Walkley-Black yöntemine göre, yarayışlı fosfor 0,5 M NaHCO<sub>3</sub> yöntemine göre spektrofotometrede, toplam N (Organik N + NH<sub>4</sub> + NO<sub>3</sub>) salisilik sülfürik asit karışımı ile mikro kjeldahl metoduna göre, yarayışlı potasyum 1 N amonyum asetat (NH<sub>4</sub>OAc) ile, yarayışlı Fe, Mn, Cu, ve Zn 0,005 M DTPA ekstraktı ile AAS'de (Atomic Absorption Photometer, Perkin Elmer AA-200) ve yarayışlı B Azometin-H metoduna göre spektrofotometrede belirlenmiştir [27]. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Elde edilen veriler SPSS 17.0 paket programında ANOVA analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki fark Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre %5 seviyesinde değerlendirilmiştir. Önem seviyesi \* P < 0,05, \*\* P < 0,01 şeklinde ifade edilmiştir.

### 3. Tartışma ve sonuç (Results and discussion)

#### 3.1. Toprak özellikleri (Soil properties)

Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelediğimizde alkalın reaksiyonlu, orta kireçli, organik maddece iyi ve tınlı bünyeye sahip olduğu görülmektedir. Besin element kapsamı bakımından fosfor orta seviyede, potasyumca zengin iken, yarayışlı B kapsamı kritik değer olan 1 ppm'in altında [32], diğer mikro elementlerin yeterli seviyede olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Reisenauer ve ark. [33] tarafından toprakta kritik B konsantrasyonu 1 ppm olarak bildirilirken; Kelling [34] kumlu tınlı killi topraklarda bor düzeyini <0,3 ppm çok düşük, 0,4-0,8 ppm düşük, 0,9-1,5 ppm optimum, 1,6-3 ppm yüksek ve >3 ppm çok yüksek olarak bildirmiştir. Bu değerlere göre deneme toprağının B kapsamı düşük sınıfına girmektedir.

#### 3.2. Verim komponentleri (Yield components)

Varyans analiz sonuçlarına göre kireçli toprakta yetiştirilen patlak mısır bitkisine artan dozlarda uygulanan B kontrole göre dane verimi ve 1000 dane ağırlığını önemli (P<0,05) derecede artırmıştır. Dane verimi 5392,2 – 6342,9 kg/ha arasında değişmiştir. En yüksek dane verimi 1 kg B/ha dozunda elde edilmiştir. Ancak istatistik bakımından 0,25 kg B/ha dozunda uygulanan B önemli bulunmuş ve optimum doz olarak kabul edilmiştir. Optimum B dozunda elde edilen dane verimi ise 5972,34 kg/ha olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Dane verimi ile B dozları arasında pozitif ilişkisi (r=0,959\*\*) tespit edilmiştir (Şekil 1). Uygulanan B dozları mısır dane verimini 1 kg B/ha dozuna kadar artırmış, bundan daha fazla uygulanan B mısır dane verimini azaltmıştır. Bunun sebebi 2 kg/ha B'un patlak mısır bitkisinde toksiteye sebep olmasıdır. Benzer şekilde patlak mısır bitkisinin 1000 dane ağırlığı 265,96-318,78 g arasında değişmiş olup; artan B dozlarına bağlı olarak 1000 dane ağırlığı 1 kg B/ha dozuna kadar artırmış, 2 kg B/ha dozu azalmaya neden olmuştur. En yüksek 1000 dane ağırlığı 1 kg B/ha dozu ile (318,78 g) elde edilirken, istatistiki bakımdan 0,5 kg B/ha dozu ile elde edilen 297,66 g önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Korkmaz ve ark. [35] Çarşamba ovasında 0,6 ppm B içeren kireçli bir toprağa 0,6 - 4,8 kg B/ha arasında bor katkılı gübre uygulaması ile dane veriminin 8430-10510 kg/ha arasında değiştiğini ve mısır bitkisine 0,6 kg B/ha dozunun tavsiye edildiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar uygulanan B dozları ile mısır dane verimi arasında yüksek korelasyon ilişkisi (r=0,954\*\*) tespit edilirken, yüksek B dozlarının ise mısır dane veriminde azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir. Mozafer ve Oertli [36] de mısır bitkisine hektara 1 ile

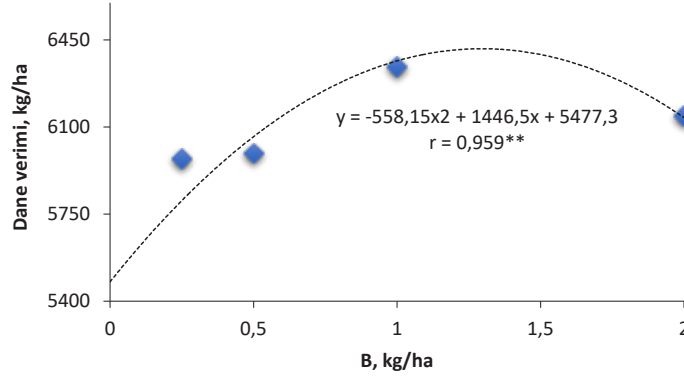
**Çizelge 1.** Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Some physical and chemical properties of the experimental soil)

Toprak özelliği		Besin element kapsamı	
pH	7,70	Toplam N, %	0,18
EC, %	0,09	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	6,34
Kireç, %	7,73	K <sub>2</sub> O, me/100g	92,50
OM, %	3,16	Fe, ppm	14,56
Kum,%	26,24	Mn, ppm	12,82
Silt,%	28,06	Zn, ppm	1,24
Kil,%	45,70	Cu, ppm	3,58
Tekstür sınıfı	Killi	B, ppm	0,73

**Çizelge 2.** Patlak mısır bitkisine uygulanan borun bazı verim komponentleri üzerine etkisi (Effect of B applied to the popcorn plant on some yield components)

B dozu kg/ha	Dane verimi kg/ha	1000 dane g	Dane	Yaprak
			B, ppm	
0	5392,2b <sup>+</sup>	265,96c	4,21c	6,04bc
0,25	5972,4a	285,74bc	8,06a	5,05c
0,5	5993,2a	297,66ab	5,35bc	8,34a
1	6342,9a	318,78a	6,50b	9,80a
2	6145,0a	302,75ab	5,95b	6,75b
<b>F testi</b>	*	*	**	**

+: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında %5 seviyesinde fark yoktur; \*: %5; \*\*: %1



**Şekil 1.** Patlak mısır bitkisinde bor uygulamaları ile dane verimi arasındaki ilişki (Relationship between boron applications and grain yield in popcorn plant)

2 kg topraktan B uygulamasının boş koçan oranını azaltarak dane verimini önemli derecede artırdığını bildirmişlerdir. Fuehring [37] mısır bitkisinde borlu gübrenin etkisinin ekim sıklığına bağlı olduğunu ve yüksek B dozlarının hektara 40000 mısır bitkisi bulunan arazide dane verimini azalttığı 80000 mısır bitkisi bulunan arazide ise olumlu etki sağlayarak dane verimini artırdığını bildirmiştir. Benzer şekilde deneme toprağının B kapsamı Kelling [34]'e göre düşük (0,8 ppm) olması sebebiyle mısır bitkisi borlu gübrelemeye olumlu tepki vermiştir. Bizim elde ettiğimiz dane verimi Korkmaz ve ark. [35]'dan biraz düşük bulunmuştur. Bunun nedeni denemenin yapıldığı vejetasyon yılında iklim faktörleri gibi agro ekolojik koşullar ve diğer tarımsal uygulamalar olabilir. Keza birçok araştırmacı tarafından iklim, sıcaklık, sulama şartları, genotip faktörler, ekim tarihi, ekim şekli, ekim sıklığı gibi ekolojik ve tarımsal koşulların elde edilen dane ürünü, bitki besin kapsamı gibi verim unsurlarını önemli ölçüde etkilediğini bildirilmiştir [38-41].

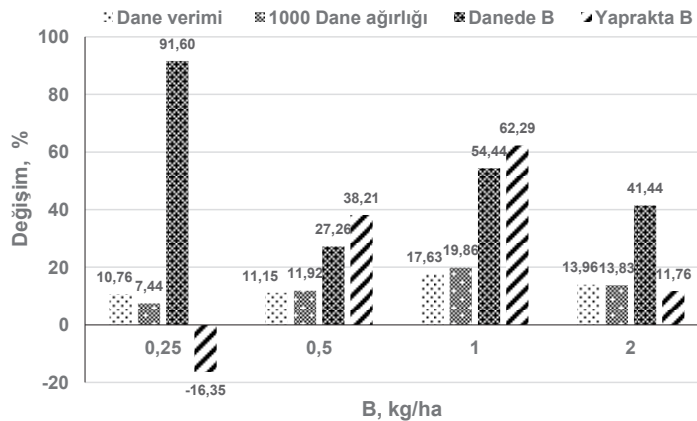
### 3.3. Verim komponentlerinde değişim (Change in the yield components)

Bor uygulamaları patlak mısır bitkisinin dane veriminde kontrole göre 0,25, 0,5, 1 ve 2 kg/ha B dozları ile

sırasıyla %10,76, 11,15, 17,63 ve 13,96 bir artış sağlamıştır. Benzer şekilde 1000 dane ağırlığında da sırasıyla %7,44, 11,92, 19,86 ve 13,83 artış sağlamıştır (Şekil 2). En yüksek artış dane verimi ve 1000 dane ağırlığında 1 kg B/ha dozu ile elde edildiği bulunmuştur. Korkmaz ve ark. [35] toprağa uyguladıkları 0,6, 1,2, 2,4, 3,6 ve 4,8 kg B/ha dozları ile mısırdaki dane veriminin kontrole göre artan doz sırasıyla %28,2, 24,1, 23,0, 24,7 ve 24,7 istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli derecede arttığını bildirmişlerdir. Woodruff ve ark. [42] mısır bitkisine uygulanan B'un dane verimini %10'dan fazla artırdığını bildirmişlerdir.

### 3.4. Dane ve koçan yaprağın bor kapsamı (Boron content of grain and corncob leaf)

Bor uygulamaları patlak mısır bitkisinin dane ve koçan yaprağın B kapsamını kontrole göre çok önemli ( $P < 0,01$ ) derecede artırmıştır. Dane B kapsamı 4,21–8,06 ppm arasında; koçan yaprağın B kapsamı ise 5,05–9,80 ppm arasında değişmiştir (Çizelge 2). Artan B dozlarına bağlı olarak dane B kapsamı sürekli bir artış gösterirken, koçan yaprağın B kapsamı inişli çıkışlı bir seyir izlemiştir. Elde edilen koçan yaprağın en yüksek B konsantrasyonu Mallarino ve ark. [28]'nin bildirdiği kritik değere yakın (10 ppm B) bulunmuştur.



**Şekil 2.** Bor uygulamalarıyla patlak mısırın verim komponentlerinde sağlanan değişim (Change in yield components of popcorn plant with boron applications)

Melsted ve ark. [24] koçan yaprağında 7 ppm B'un düşük; 14 ppm'in orta ve 23 ppm'in yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Touchton ve Boswell [43] koçan püskülü oluşumu evresinde, koçan yaprağının B kapsamının 4-25 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Uygan ve Çetin [17] mısır yaprağında B'u 13 ppm olarak belirlemişlerdir. Korkmaz ve ark. [35] mısır bitkisinde koçan yaprağının optimum B kapsamının 20,56 ppm olduğunu belirterek bu değer üstündeki borun verimde azalmalara yol açabileceğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar toprakta yayılsız B konsantrasyonu 1,02 ppm iken mısır yaprağının optimum B konsantrasyonu 20,61 ppm, sap B konsantrasyonu ise 13,43 ppm olduğunu bildirmişlerdir [44]. Kaur ve Nelson [1] mısır bayrak yaprağında B kapsamının 3,71-8,42 ppm arasında değiştiğini, ince tekstürlü toprağa 2,24 kg B/ha uygulamasının mısır koçan yaprağında gri benek oluşumu ve yanıklığını azalttığını bildirmişlerdir. Farklı araştırmacıların buldukları sonuçlardan anlaşılacağı üzere mısır B kapsamının farklı toprak, bölge, iklim, çeşit ve tarımsal faktörlere göre değişiklik arz ettiği görülmektedir.

### 3.5. Dane ve koçan yaprağın bor kapsamında değişim (The grain and corncob leaf)

Patlak mısırın dane B kapsamı kontrole göre tüm B uygulamalarında artmıştır. En yüksek değişimin 0,25 kg B/ha dozunda %91,60 artış olduğu bulunmuştur. Koçan yaprağın B kapsamı ise kontrole göre 0,25 kg B/ha dozunda azalma gösterirken, 1 kg B/ha dozuna kadar arttığı, 2 kg B/ha dozunda ise azaldığı görülmüştür. En yüksek değişimin 1 kg B/ha dozunda %62,29 artış olduğu bulunmuştur (Şekil 2). Aref [45] B uygulamaları ile mısır koçan yaprağının B konsantrasyonunu %41'e kadar arttırdığını bildirmiştir. Korkmaz ve ark. [35] tarla şartlarında mısır bitkisine uygulanan borlu gübreleme ile koçan yaprağında B kapsamının 16,4 ppm'den (kontrol) 22,5 ppm'e yükseldiğini ve %62,81 artış elde edildiğini bildirmişlerdir.

### 4. Sonuçlar (Conclusions)

Patlak mısır bitkisine artan dozlarda uygulanan bor dane verimi, 1000 dane ağırlığı, dane ve yaprak B kapsamında artış sağlamıştır. En yüksek artış dane B kapsamında 0,25 kg B/ha dozu ile elde edilirken, diğer verim bileşenlerindeki artışın 1 kg B/ha uygulaması ile elde edildiği bulunmuştur. Optimum dane verimi, 1000 dane ağırlığı ve dane B kapsamı ise 0,25 kg B/ha dozunda elde edilirken, yaprak B kapsamı 0,5 kg B/ha dozunda elde edilmiştir. Başka bir ifadeyle tarla şartlarında yetiştirilen patlak mısırın dane verimini optimum seviyeye çıkarmak için 0,25 kg B/ha dozu, vejetatif aksam (silaj) esas alındığında ise 0,5 kg B/ha dozu tavsiye edilebilir. Ayrıca farklı toprak şartlarında farklı bitkilerle B denemeleri yapılarak bitkilerin optimum B ihtiyacı belirlenmelidir.

### Kaynaklar (References)

- [1] Kaur G., Nelson K. A., Effect of foliar boron fertilization of fine textured soils on corn yields, *J. Agron*, 5, 1-18, 2015.
- [2] Gupta U. C., Boron and its role in crop production; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 1993.
- [3] Kacar B., Katkat V., Bitki Besleme, Nobel Yayınları, s. 645, Ankara, 2009.
- [4] Nable R. O., Bañuelos G. S., Paull J. G., Boron toxicity, *Plant Soil*, 193, 181-198, 1997.
- [5] Ahmad W., Zia M. H., Malhi, S.S., Niaz, A., Saifullah. Boron deficiency in soils and crops: A review, *Crop Plant*, pp. 77-114, 2014.
- [6] Mengel K., Kosegarten H., Kirkby E. A., Appel T., Principles of plant nutrition, Springer Science and Business Media, Dordrecht, The Netherlands, 2001.
- [7] Keren R., Bingham F. T., Rhoades J. D., Effect of clay content in soil on boron uptake and yield of wheat, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49, 1466-1470, 1985.
- [8] Marschner H., Mineral nutrition of higher plants, 2<sup>nd</sup> ed., Academic Press, New York, pp. 379-396, 1995.
- [9] Goldberg S., Reaction of boron with soils, *Plant and Soil*, Proceedings. (ed) Bell, R.W. and Rerkasem, B. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, 193, 35-48, 1997.
- [10] Bartleta R. J., Picarelli C. J., Availability of boron and phosphorus as affected by liming on acid potata soil, *Soil Sci.*, 116, 77-83, 1973.
- [11] Bennett O. L., Mathias E. L., Growth and chemical composition of crownvetch as affected by lime, boron, soil source and temperature regime, *Agron. J.* 65, 587-593, 1973.
- [12] Vitosh M., Johnson J., Mengel D., Tri-state fertilizer recommendations for corn, soybeans, wheat and alfalfa Availableonline. <https://www.extension.purdue.edu> (Erişim: Nisan 2015), 1995.
- [13] Woodruff J., Moore F., Musen H., Potassium, boron, nitrogen, and lime effects on corn yield and earleaf nutrient concentrations, *Agron. J.*, 79, 520-524, 1987.
- [14] Pilbeam D., Kirkby E., The physiological role of boron in plants, *J. Plant Nutr.*, 6, 563-582, 1983.
- [15] Tisdale S. L., Nelson W. L., Toprak verimliliği ve gübreleme (Çeviri: N.Güzel), 3, Baskı, Ç. Univ., Zir. Fak. Yay., No: 168, Adana, 900 s., 1983.
- [16] Mengel K., Bitkinin beslenmesi ve metabolizması, (Çeviri: H. Özbek, Z. Kaya, M. Tamçı), 5. Baskı, Çukurova Üniv. Zir. Fak. Yay.: 162, Adana, 590 s., 1984.
- [17] Uygan D., Çetin Ö., Bor'un Tarımsal ve Çevresel Etkileri: Seydisuyu Su Toplama Havzası, Agricultural and Environmental Effects of Boron: Seydisuyu Water Deposit, II. Uluslararası Bor Sempozyumu, 23-25 Eylül Eskişehir, s. 527-540, 2004.
- [18] Çıkkılı Y., Rifat Y., Yapraktan uygulanan borun buğdayın verimi, bazı verim unsurları ve tanede B, Zn Ve Ca kapsamına etkisi, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 16 (1), 17-24, 2012.

- [19] El-Hadidi E. M., Arafa A. A., Effect of boron on sugarbeet, *J. Agric. Sci. Mansouna Univ.* 8 (4), 1141-1154, 1983.
- [20] Cattanach A., Boron fertilization of sugarbeet in the red river valley, Sugarbeet research and extension reports, 21, 1-18, 1990.
- [21] Li Y., Liang H., Soil boron content and effects of boron application on yields of Maize, rice and sugarbeet. In Heilongjiang Province, PR China. R.W. Beli and B.Rerkasem (eds), *Boron in Soils and Plants 1721*, Kluwer Ac. Pub., The Netherlands, 1977.
- [22] Loué A., *Les Oligo-Éléments en Agriculture*, Agri - Nathan International, 43 Rue du Chemin- Vert, 75011 Paris, 1986.
- [23] Agarwala S. C., Sharma P. N., Chatterjee C., Sharma C. P., Development and enzymatic change during pollen development in boron deficient maize plants, *J Plant Nutr.*, 3, 329-336, 1981.
- [24] Melsted S. W., Motto H. L., Peck T. R., Critical plant nutrition composition values useful in interpreting plant analysis data, *Agron. J.*, 61, 17-20, 1969.
- [25] Baker D. E., Bradford B. R., Thomas W. I., Accumulation of Ca, Sr., Mg, P and Zn by genotypes of corn (*Zea mays L.*), under different soil fertility levels, *Isotopes in Plant Nutrition and Physiology*, Proc. Symp. FAO/IAEA, Vienna, pp. 405-477, 1967.
- [26] Bene E. J., Linden E., Grier J. D., Spike K., Composition of corn plant at different stage of growth and per acre accumulation of essential nutrients, *Mich. Agric. Exp. Stn. Quart. Bull.*, 47 (1), 69-85, 1964.
- [27] Kacar B., İnal A., *Bitki Analizleri*, Cilt 1., Nobel yayını, 892 s, Ankara. 2008.
- [28] Mallarino A. P., Oltmans R. J., Enderson J. T., Corn and Soybean Response to the Micronutrients Boron, Manganese, and Zinc Applied to the Soil, *Iowa State Research Farm Progress Reports (ISRF)*, pp. 13-35, 2013.
- [29] *Soil Survey Laboratory Methods Manual*, Soil Survey Investigation Report United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service No:42, Version 4.0, November, 2004.
- [30] Bouyoucos G. J., A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils, *J. Agron.*, 43: 435-438, 1951.
- [31] Soil Survey Staff, *Soil Survey Manuel*, USDA Handbook No:18, Washington, USA., 1993.
- [32] Schorocks V. M., Boron deficiency, its prevention and cure, *Borax ltd.*, 43 p., London, 982.
- [33] Reisenauer H. M., Walsh L. M., Hoeft R. G., Testing soils for sulphur, boron, molybdenum, and chlorine, In: *Soil Testing and Plant Analysis*, Rev. Ed. L. M. Walsh and J. D. Beaton (eds.), *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, WI, pp. 173-200, 1973.
- [34] Kelling, K. A., *Soil and Applied firon*, [www.uwex.edu/ces/pubs/](http://www.uwex.edu/ces/pubs/), (Erişim: 10.04.2015), 2003.
- [35] Korkmaz A., Özdemir N., Gülser C., Kızılkaya R., Horuz A., Fındık ve Mısırdaki Borlu Gübrelemenin Verim ve Bor Kapsamına Etileri. I Ulusal Bor Çalıştayı. (Editörler: B. Onat, S. Şener, A. Mergen ve U. Bilici) 28-29 Nisan 2005 TAEK-Ankara. s. 125-132, 2005.
- [36] Mozafer A., Oertli J. J., Effect of soil and foliar application of boron on empty tip disorder of corn ears in Switzerland, VI. Coll. Intern. Pour l'optimisation de la nutrition des plantes, ACTES = proceedings 2-8 September Montpellier, pp. 419-424, 1984.
- [37] Fuehring H. D., Nutrition of corn (*Zea mays L.*) on a calcareous soil: III. Interaction of zinc and boron with plant population and the relationship between grain yield and leaf composition, *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 30, 489-494, 1966.
- [38] Ali M. A., Ali M., Mohy-Ud-Din Q., Determination of grain yield of different wheat genotypes as influenced by planting dates in agro-ecological conditions of Vehari, *Pak. J. Life Soc Sci.*, 2 (1), 5-8, 2004.
- [39] Sial M. A., Arain M. A., Mazhar S. K., Naqvi H., Dahot M. U., Nizamani N. A., Yield and quality parameters of wheat genotypes as affected by sowing dates and high temperature stres, *Pak. J Bot.*, 37 (3), 575-584, 2005.
- [40] Ekberli İ., Horuz A., Korkmaz A., İklim faktörleri ve farklı azot dolarının mısır bitkisinde verim ve azot kapsamına etkisi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 12-17, 2005.
- [41] El-Mahdi, A. R. A., El-Amin S. E. M., Ahmed, F. G., Effect of sowing date on the performance of sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes under irrigation conditions in northern Sudan, *African Crop Science Conference Proceedings*, 8, 1943-1946, 2007.
- [42] Woodruff J., Moore F., Musen H., Potassium, boron, nitrogen, and lime effects on corn yield and earleaf nutrient concentrations, *Agron. J.*, 79, 520-524, 1987.
- [43] Touchton J., Boswell F., Boron application for corn grown on selected southeastern soils, *Agron. J.*, 67, 197-200, 1975.
- [44] Günes A., Ataoğlu N., Esringü A., Uzun O., Ata S., Turan M., Yield And Chemical Composition Of Corn (*Zea Mays L.*) As Affected By Boron Management, *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 1 (1), 42-53, 2011.
- [45] Aref F., Maize Leaves from Soil and Foliar Application of Zinc Sulfate and Boric Acid in Zinc and Boron Deficient Soils. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 7 (4), 610-618, 2011.