



NWSA-Ecological Life Sciences  
ISSN: 1306-3111/1308-7258  
NWSA ID: 2015.10.2.5A0076

Status : Original Study  
Received: January 2015  
Accepted: April 2015

**E-Journal of New World Sciences Academy**

**Seyit Ali Dursun**

Aksaray University, saddursun@hotmail.com, Aksaray-Turkey

**Fariz Mikailsoy**

Iğdır Üniversitesi, fariz.m@igdir.edu.tr, Iğdır-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2015.10.2.5A0076>

## **BORLU TOPRAKLARIN ISLAHINDA KÜKÜRTÜN ETKİSİ**

### **ÖZET**

Yapılan çalışmalarda borlu toprakların ıslahında pH önemli bir etken olduğu görülmektedir. Bu amaçla, pH ve bor değeri yüksek topraklara, kükürt kullanılarak yıkanma yapılmıştır. Aksaray Üniversitesi Yerleşkesi borlu topraklarında, %80 saflıkta toz kükürt farklı iki dozda [kontrol ( $S_0$ ), 4 kg.parsel<sup>-1</sup> ( $S_1$ ) ve 8 kg.parsel<sup>-1</sup> ( $S_2$ )] kullanılmıştır. İslahta 30 cm'lik yıkama suyu, toplamda 120 cm olarak uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; her üç parseldeki yıkanmaya bakıldığında, 0-25 cm'lik katmanlarda verilen su yüksekliğine göre,  $S_1$  uygulamasının yapıldığı parselde başlangıçtaki bor değeri 29.88 ppm iken, son yıkamada 17.12 ppm'e (%42.70) düşmüştür. Aynı şekilde  $S_2$  uygulamasının yapıldığı 0-25 cm katmanın 120 cm yıkama suyunda 45.16 ppm olan bor değeri 33.53 ppm'e (%25.75) düşmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Bor ve Borlu Topraklar, Yıkama, Kükürt, İslah, pH

## **THE EFFECT OF SULFUR IN THE RECLAMATION OF SOIL BORON**

### **ABSTRACT**

In several studies of the reclamation of boron soil pH was found to be an important factor. For this purpose leaching of the soil, high in pH and boron, was conducted by using sulfur. In boron soils of Aksaray University Campus, 80% purity sulfur was used in two different doses [control( $S_0$ ), 4kg.parcel<sup>-1</sup> ( $S_1$ ) and 8kg.parcel<sup>-1</sup> ( $S_2$ )]. In the reclamation, 30cm leaching water was given as 120cm in total. According to the results obtained; when leaching observed in all three parcels, according to the height of the water in layer 0-25cm, in the parcel where  $S_1$  was applied, in the 0-25cm layer, while the initial boron value was 29.88ppm, it dropped to 17.12ppm (42.70%) in the last leaching. In the same way, in the layer of 0-25cm where  $S_2$  was applied, in the 120cm of leaching water, 45.16 ppm boron value dropped to 33.53ppm (25.75%).

**Keywords:** Boron and Boron in Soils, Leaching, Sulfur, Reclamation, Ph



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Artan dünya nüfusu, giderek azalan ve kötü yönetim neticesinde elden çıkan tarım alanlarının sürdürülebilirliğinin ortadan kalkması, birim alandan alınan ürün miktarının yeterli olmaması nedeniyle bu alanların sürdürülebilirlik ve verimlilik arttırıcı önlemlerin dünya genelinde ve bölgesel düzeyde hızla alınması gerekmektedir. Bor fazlalığı toprakların çoraklaşmasında önemli rol oynar. Borlu topraklar Özgül (1974), tarafından şu şekilde ifade edilmektedir: Saturasyon ekstraktındaki bor duruma göre az borlu, orta borlu, yüksek borlu, çok yüksek borlu topraklar olarak dört grup altında sınıflandırmaktadır. Az borlu topraklar 0.7 ppm'e kadar bor içermekte ve bitkiler için sorun teşkil etmemekte, orta borlu topraklar 0.7-1.5 ppm bor içermekte ve bazı bitkiler için sorun oluşturmakta, yüksek borlu topraklar 1.5-3.75 ppm bor içermekte ve çoğunlukla bitkiler için tehlikeli, çok yüksek borlu topraklar ise 3.75 ppm'den fazla bor içermekte ve bütün bitkiler için tehlikeli olduğunu tespit etmiştir.

Orta Güney Anadolu bölgesi tarım topraklarının bitkiye elverişli bor miktarı 0,01 mg B kg<sup>-1</sup> ile 63,9 mg B kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Gezgin ve ark., 2005). Topraktaki bor konsantrasyonu oranı noksanlık ve toksiklik arasındaki değerler çok az olduğunu ifade etmektedir (Steiner ve ark., 2013).

Bor'un toprakta adsorpsiyonuna bir çok faktörün; pH, tekstür, nemlilik, sıcaklık, organik madde ve kil mineralinin etki ettiğini belirtilmektedir (Goldberg, 1997; Evans, 1987; Okazaki ve Chao, 1968; Communar ve Keren, 2006; Saltali ve ark., 2005). Toprakta kil ve pH'nın artmasıyla bor içeriğinin artması ve bor'un artması ile hareketliliğin artması arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu tespit etmiştir (Xu ve ark., 2001; Goldberg ve ark., 2008).

Kil minerallerinin bor adsorpsiyonu pH ile yakından ilişkili olduğunu ve killerin bor tutma kapasitesi toprak pH'sı 8-10 arasında olduğu durumlarda maksimum seviyeye ulaştığı, toprak pH'sının 10> üzerine çıktığı durumlarda, kil minerallerinde bor tutulmasının düştüğünü tespit etmiştir (Hingston, 1964). Killere kendi arasında bor adsorpsiyon bakımından, Kaolinit<Montmorillonit<illit olarak sıralanır (Harder, 1961; Jasmund ve Lindner, 1973; Keren ve Mezuman, 1981; Scharrer ve ark., 1956; Sims ve Bingham, 1968). Toprak pH'sının artmasıyla toprak yüzeyinde bor adsorpsiyonunun arttığını (Barrow, 1989; Bingham ve ark., 1971; Keren ve ark., 1985; Letho, 1995; Mezuman ve Keren, 1981; Schalscha ve ark., 1973) ve pH'nın topraktaki borun artmasına neden olması arasında önemli bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. Brautigan ve ark. (2014), pH>9 üzerindeki alkali topraklarda Al (phytotoxicity) kullanarak pH'nın düşürülmesi üzerinde çalışmıştır. Sönmez ve ark. (1996) Aksaray ovası tuzlu - sodyumlu ve bor'lu topraklarında yaptıkları çalışmada bor için gerekli yıkama suyu miktarını hesaplamış ve elde edilen bor yıkama denklemini şu şekilde

$$\frac{D_{ys}}{D_t} = 25.01e^{-0.0617B/B_{ox100}}$$

hesaplanmıştır.

Harmankaya ve Gezgin (2005), Konya ovası topraklarında bor fraksiyonlarının belirlenmesi konusunda yaptıkları çalışmada, bölge topraklarının toplam bor içeriğinin 41.4-398.7 mg.kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca bor fraksiyonları ile toprakların EC ve Na değerleri arasında önemli ilişkilerin olduğunu, ancak diğer toprak özellikleri ile bor fraksiyonları arasında önemli ilişkilerin bulunmadığını belirtmiştir.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Toprağın bor değerlerinin bitki için toksik sınırların altına indirilmesi amacıyla, topraktan yıkanmayı çözücü-hızlandırıcı



etkenlerin etkili olduğu çeşitli araştırmalarda incelenmiştir. Bor etkisinde kalmış toprakların ıslahında zaman ve maliyet açısından da önemli kazanımların elde edilmesi ve sürdürülebilir olması yapılacak ıslahta önemli bir faktördür. Bu amaçla yapılacak toprak ıslahının yetiştiricilik açısından uygunluğu kadar, maliyet ve zaman yönünden de uygunluğu dikkate alınmalıdır. Bu araştırma borun topraktan yıkanmasına kükürt'ün, hem çözünme hem de taşınması üzerine etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır.

### 3. MATERYAL VE METOD (MATERIAL AND METHOD)

Araştırma, Aksaray Üniversitesi yerleşkesinde, 38°22' kuzey enlemleri, 34°01' doğu boylamları arasında yer alan Aksaray-Merkez ilçe de yürütülmüştür. Aksaray ili kara ikliminin hüküm sürdüğü, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı olup yağış miktarı Türkiye ortalamasının altındadır. Gece ve gündüz sıcaklık farklılıkları da oldukça fazladır. Yıllık yağış miktarı ortalama 240-260 mm arasında değişmektedir. En soğuk ayın ortalama sıcaklığı -3°C üstünde, en düşük sıcaklık -29°C, en yüksek sıcaklık 38.4°C olup yıllık sıcaklık ortalaması 11.5°C'dir (Anonim, 2012).

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede, uygulama alanı içindeki parsellerin toprak özelliklerini azaltmak için parseller 2x2 m (4m<sup>2</sup>) alınmıştır. Deneme alanından araştırma öncesi alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda 50 cm toprak derinliğinde bor yıkanması amaçlanmıştır. Yıkama etkinliğinin arttırılması için %80 saflıkta toz kükürt kullanılmıştır. Denemede kullanılan kükürt miktarı tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Her bir parsel için verilen kükürt miktarı  
(Table 1. The amount of sulfur given for each parcels)

S (t.da <sup>-1</sup> )	Uygulanan Kükürt Miktarı (S), kg.parsel <sup>-1</sup> (4m <sup>2</sup> )
S <sub>0</sub>	0
S <sub>1</sub>	4
S <sub>2</sub>	8

Arazi tesviye edildikten sonra uygulama parselleri 30 cm derinlikte sürülme işlemi yapılmış ve parseller köşeleri 2x2 (4m<sup>2</sup>) olacak şekilde kazıklarla işaretlenerek, 0.5 m yüksekliğinde, 0.5-0.75 m genişliğinde parsellere seddeler oluşturulmuştur. Sedde yüzeyine suyun yanlara sızdirmasını önlemek için sedde 0.20 mikron kalınlığında polietilen malzeme ile kapatılmış ve parseller arası 3 m olacak şekilde aralık verilmiştir. Yıkama işlemi sırasında taban suyunun yükselmesini önlemek ve drenajı sağlamak için deneme alanının çevresi 1.5 m derinliğinde 1.0 m genişliğinde kanallar açılmış ve alanın kenarında bulunan tahliye kanalına bağlanmıştır. Deneme süresince parsellere her seferde verilen yıkama suyu yüksekliği 30 cm'dir. Yıkama suyundan her yıkamada örnekler alınarak, zaman içerisinde değişme olup olmadığı kontrol edilmiştir. Toplam 120 cm yüksekliğinde yıkama suyu verilmiş ve bu miktarın belirlenmesinde Reeve formülü (Beyazgül, 1995) esas alınmıştır. Araştırma alanında deneme öncesi ön etüd amacıyla profiller açılarak her profilden 0-25, 25-50, 50-75, 75-100 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. Alınan bu örneklerin fiziksel ve kimyasal analizleri yapılarak deneme alanının toprak yapısı hakkında bilgi tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri  
(Table 2. Some physical and chemical properties of soil experimental area)

Toprak Örneğinin Alındığı Derinlik (cm)	KDK (me.100g <sup>-1</sup> )	Değişebilir Katyonlar (me.100g <sup>-1</sup> )				DSY (%)	Organik Madde (%)	Kireç (%)	Bor (ppm)
		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>				
0-25	23.6	5.02	2.70	12.55	2.71	21.2	2.11	48.0	43.7
25-50	19.9	4.49	1.83	9.90	2.84	22.6	1.47	51.2	24.3
50-75	21.8	2.94	1.10	14.45	2.65	13.5	0.75	52.6	2.2
75-100	20.2	2.49	1.00	13.40	2.73	12.4	0.73	57.3	5.8

Tablo 2'nin devamı

Toprak Örneğinin Alındığı Derinlik (cm)	Hacim Ağırlık (g.cm <sup>-3</sup> )	Özgül Ağırlık (g.cm <sup>-3</sup> )	Saturasyon (%)	Tarla Kapasitesi (Hacim %)	Solma Noktası (Hacim %)	Porozite (%)	Toprak Bünyesi				Saturasyon Ekstraktı	
							Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Bünye	EC <sub>e</sub> (dS.m <sup>-1</sup> )	pH
0-25	1.23	2.60	110.0	62.6	40.0	52	73	20	7	Kil	4.10	9.2
25-50	1.25	2.68	140.0	65.0	42.8	53	91	2	7	Kil	13.3	8.6
50-75	1.24	2.66	123.3	59.8	40.3	53	85	2	13	Kil	5.76	8.4
75-100	1.30	2.54	80.30	42.5	26.9	48	31	24	45	Kumlu kil	4.00	8.0
0-25	1.23	2.60	110.0	62.6	40.0	52	73	20	7	Kil	4.10	9.2

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Deneme alanında kükürt'ün değişik dozlarının ve yıkama suyunun topraktaki bor miktarının yıkanması üzerine etkisinin tespiti ve bor'un bitkiler için istenilen düzeye indirilmesini belirlemek amacıyla her yıkamadan sonra periyodik olarak yıkama parsellerinden alınan toprak örneklerinin yapılan bor analiz sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Denemedeki S uygulamaları (S<sub>0</sub>, S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub>) ve yıkama suyu uygulanmasından önceki bor oranı %100 olarak kabul edilmiş ve her yıkamadan sonra başlangıç değerine göre toprakta kalan bor miktarı (B<sub>1</sub>/B<sub>0</sub>×100) Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4 incelendiğinde, 0-25 cm derinliğindeki toprak katmanında S<sub>0</sub> uygulamasında 30, 60, 90 ve 120 cm yıkama suyunun bor yıkamasına etkisi sırasıyla şu şekilde olmuştur: Verilen ilk üç yıkama suyu başlangıçtaki bor oranına göre değerler, %8.81, %18.97, %24.00 olmuş ve son yıkamada %11.87 oranlarında bor da artış olmuştur. Başlangıçtaki bor değeri 43.94 ppm iken, 90 cm su seviyende 33.40 ppm'e düşmüştür (%24 yıkanma). 120 cm su seviyesinde ise 38.73 ppm'e çıkmıştır. Bu sonuçlara bakıldığında ilk üç yıkama suyu bor'un yıkanmasına azalan yönde etki yaparken, son 120 cm'lik yıkama suyu bor değerinde artış gözlenmiştir. Bunun nedeni; deneme alanı topraklarının özellikle 0-50 cm'lik kısımdaki kil oranının fazla olması, bu nedenle kılcal boruların yıkanmayla şişme ve tıkanma, çimentolaşma ile drenaj güçlüğü meydana getirmesi ve kapılar suyun yükselmesi şeklinde olduğu düşünülmektedir (Munsuz ve ark. 2001; Kamphorst ve Bolt, 1976; Communar ve Keren, 2006; Xu ve ark., 2001; Goldberg ve ark., 2008).

Tablo 3. Farklı dozlarda S uygulaması ve toprakta bor değişimi  
(Table 3. In different doses S application and boron change in the soil)

Uygulamalar	Toprak Derinliği (cm)	Bor (ppm)				
		Yıkama Suyu Miktarı (cm)				
		0	30	60	90	120
S <sub>0</sub>	0-25	43.94	40.07	35.61	33.40	38.73
	25-50	21.66	25.61	25.07	24.58	24.00
	50-75	8.48	8.29	6.74	7.36	8.55
	75-100	2.27	1.78	2.31	1.91	2.91
S <sub>1</sub> (1 t.da <sup>-1</sup> )	0-25	29.88	26.82	22.07	18.34	17.12
	25-50	8.97	11.27	11.05	8.65	12.15
	50-75	5.01	5.59	2.69	2.52	8.89
	75-100	2.43	3.01	2.90	2.24	3.40
S <sub>2</sub> (2 t.da <sup>-1</sup> )	0-25	45.16	38.60	35.75	30.88	33.53
	25-50	25.17	22.89	27.20	26.51	29.28
	50-75	2.44	9.05	2.58	3.85	8.55
	75-100	2.10	3.97	2.30	1.95	4.91

Tablo 4. Yıkama sonrası toprakta kalan bor yüzdesi  
(Table 4. The percentage of boron remaining in the soil after leaching)

Uygulamalar	Toprak Derinliği (cm)	Bor (ppm)				
		Yıkama Sonunda Başlangıça Göre Kalan Bor Yüzdesi (B <sub>1</sub> /B <sub>0</sub> ×100)*				
		0	30	60	90	120
S <sub>0</sub>	0-25	100.00	91.19	81.03	76.00	88.13
	25-50	100.00	118.21	115.72	113.46	110.78
	50-75	100.00	97.74	79.44	86.83	100.85
	75-100	100.00	78.58	101.70	84.33	128.29
S <sub>1</sub> (1 t.da <sup>-1</sup> )	0-25	100.00	89.74	73.86	61.37	57.30
	25-50	100.00	125.72	123.24	96.47	135.53
	50-75	100.00	111.56	53.74	50.23	177.43
	75-100	100.00	123.65	119.31	92.22	139.85
S <sub>2</sub> (2 t.da <sup>-1</sup> )	0-25	100.00	85.47	79.16	68.39	74.25
	25-50	100.00	90.95	108.08	105.34	116.37
	50-75	100.00	370.24	105.39	157.52	349.84
	75-100	100.00	189.66	109.85	92.98	234.43

\* B<sub>0</sub>: Başlangıçtaki bor miktarı

B<sub>1</sub>: Yıkama sonrası bor miktarı

0-25 cm derinliğindeki S<sub>1</sub> uygulaması yıkama parsel değerleri incelendiğinde; 30, 60, 90 ve 120 cm yıkama suyu etkisi şu şekilde olmuştur: Başlangıçta %10.26 sonra %26.14 ve %38.63 son olarak da %42.70 şeklinde artan oranlarda yıkanma gerçekleşmiştir. Bu parselde S<sub>0</sub> grubunda olduğu gibi son yıkama suyunda toprakta bor artışı olmamış aksine bor oranı azalmıştır. S<sub>1</sub> uygulaması parseli, bünye sınıfı incelendiğinde kumlu-tınlı bir yapıda olduğu görülmektedir. Başlangıçta 29.88 ppm olan bor değeri 120 cm'lik yıkama suyunda 17.12 ppm'e düşmüştür. Sönmez ve ark.(1996), kaba bünyeli toprakta bor'un yıkanmasının ince bünyelilere göre daha kolay olduğunu ifade etmektedir.

Fleming (1980) ve Gupta (1968)'nin çalışmalarında, kumlu topraklarda yetişen bitkilerde sık sık bor noksanlığı olduğunu belirtmektedir. Bu da bor'un topraktan yıkanarak uzaklaşmasında toprak

bünyesinin etkili olduğunu göstermektedir. Kükürt uygulaması sonucu parsellerden elde edilen pH değerleri Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Toprakta yıkama öncesi ve sonrası pH değişimi  
(Table 5. pH change in soil before and after leaching)

Uygulamalar	Toprak Derinliği (cm)	pH				
		Yıkama suyu miktarı (cm)				
		0	30	60	90	120
Kontrol (S <sub>0</sub> )	0-25	9.20	8.91	8.94	8.77	8.84
	25-50	9.08	9.19	9.15	9.10	9.19
	50-75	8.32	8.34	8.24	8.46	8.34
	75-100	7.92	8.11	8.17	8.19	8.08
Kükürt (S <sub>1</sub> )	0-25	9.19	9.13	8.85	8.71	8.81
	25-50	8.77	8.63	7.80	8.23	9.05
	50-75	8.39	8.50	7.82	7.97	8.99
	75-100	8.29	8.33	7.79	7.97	8.42
Kükürt (S <sub>2</sub> )	0-25	9.29	9.17	8.99	8.39	8.79
	25-50	9.25	8.89	8.46	8.04	8.81
	50-75	8.42	8.39	8.06	8.24	8.61
	75-100	8.17	8.39	8.20	7.89	8.28

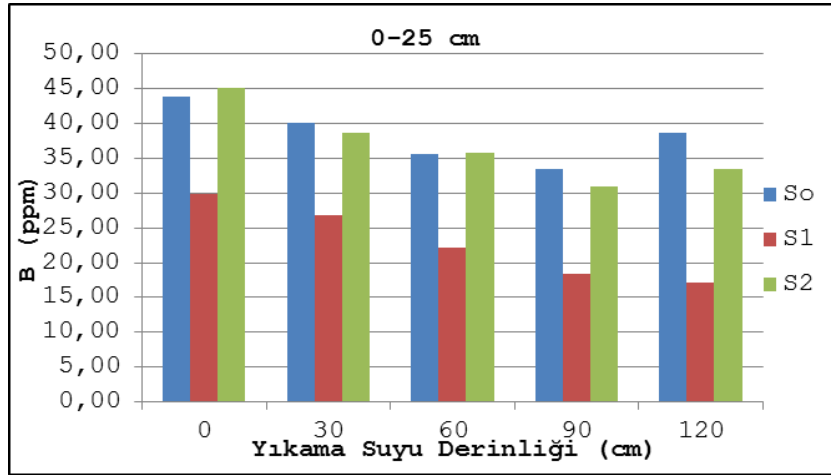
0-25 cm derinliğindeki S<sub>2</sub> uygulaması yıkama parsel değerleri incelendiğinde; 30, 60, 90 ve 120 cm yıkama suyunun etkisi şu şekilde olmuştur: Başlangıçta %14.53 sonra %20.84 ve %31.61 oluşmuştur. Son yıkama suyu 120 cm’de yıkama %25.75 olarak bir önceki değere göre düşmüştür. Şöyle ki; başlangıçta 45.16 ppm olan bor değeri 90 cm’lik yıkama suyu seviyesinde bor değeri 30.88 ppm’e düşmüştür. %19.08’lik yıkanma gerçekleşmiştir. Ancak tekrar 120 cm yıkama suyu seviyesinde bor değeri 33.53 ppm değerine çıkmıştır. Bu durum S<sub>0</sub> uygulamasında ifade edildiği gibi son yıkama suyunda toprak yapısının 0-50 cm’lik kısmında kil yoğunlaşması nedeniyle, pH’nın yüksek olması, toprakta şişme-kılcal boru tıkanması ve çimentolaşma ve buharlaşmayla kapilar suyun yükselmesinin meydana gelmesiyle bu parseldeki son yıkama suyunun toprakta bor artışına neden olduğu düşünülmektedir.

25-50 cm’lik toprak katmanındaki bor yıkanması Tablo 4’ü incelediğinde, S<sub>0</sub> grubunda başlangıçtaki bor değerine göre her dört su seviyesinde de artış olduğu görülmektedir. 30, 60, 90 ve 120 cm yıkama suyu seviyesine göre değerler şu şekilde olmuştur: Başlangıçta %18.21, %15.72 sonra %13.46 ve %10.78’lik artış olmuştur. Bunun nedenlerinden biri üst katmandan yıkanan bor’un alt katmanlarda birikmesi olarak ifade edilebilir. 25-50 cm S<sub>1</sub> dozu uygulaması yıkama parsellerinde aynı şekilde 30, 60 ve 120 cm’lik yıkama suyu uygulamalarında, %25.72, %23.24 ve %35.5’lük bor artışı görülmüştür. Bununla birlikte 90 cm’lik yıkama suyunda ise %3.53’lük bir azalma görülmüştür. Bu katmanda da yıkanma neticesinde bir miktar bor birikimi gerçekleşmiştir.

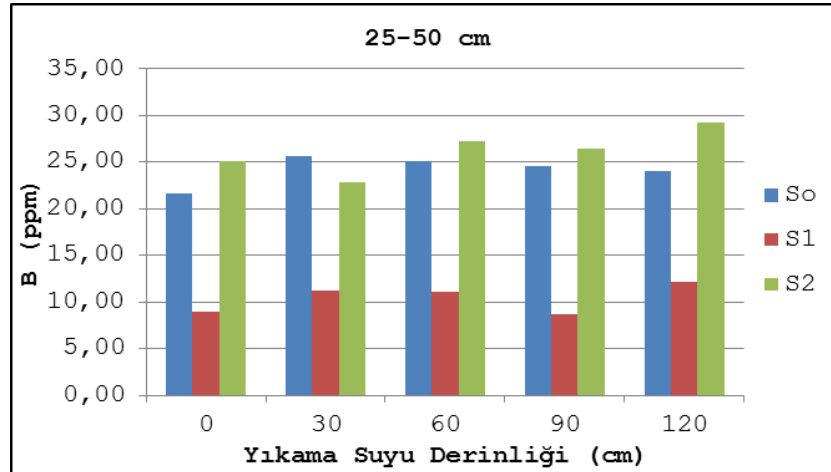
25-50 cm derinliğindeki S<sub>2</sub> uygulaması yıkama parsel değerleri incelendiğinde; 30 cm yıkama suyunda %9.05 oranında yıkanma gerçekleşmiştir. Diğer 60 cm’lik yıkama suyu seviyesinde %8.08, 90 cm’de %5.34 ve 120 cm’lik yıkama suyunda ise %16.37 oranında artarak katmanda yıkanma sonucu bor birikmesi meydana gelmiştir. Sönmez ve ark., (1996), sodyumlu topraklardan bor’un yıkanmasının güç olmasının toprak pH’sının yükselmesiyle artan bor adsorbsiyonunun bir sonucu olduğu düşünülmektedir (Bu katmanda da yıkanma neticesinde bir miktar bor birikimi gerçekleşmiştir. Buna ilaveten kükürt’ün pH değerinin düşmesine neden olduğunu (Sönmez, 2003) ve (Evans, 1987; Okazaki ve Chao, 1968) ve kükürt’ün pH seviyesini düşürerek (Tablo 5) bor’un killerde tutulmasını engellediği ifade edilmektedir. Bor yıkanmasında pH 8-10 arasındaki değerlerde killerin bor tutma kapasitesinin

maksimum seviyeye ulaştığını ve kil yapısında bor'un topraktan yıkanmasında etkili olduğu görülmektedir (Hingston, 1964; Sims ve ark., 1968; Couch ve Grim, 1968; Evans, 1987; Okazaki ve Chao, 1968, Fleming, 1980 ve Gupta, 1968; Goldberg ve ark., 2008).

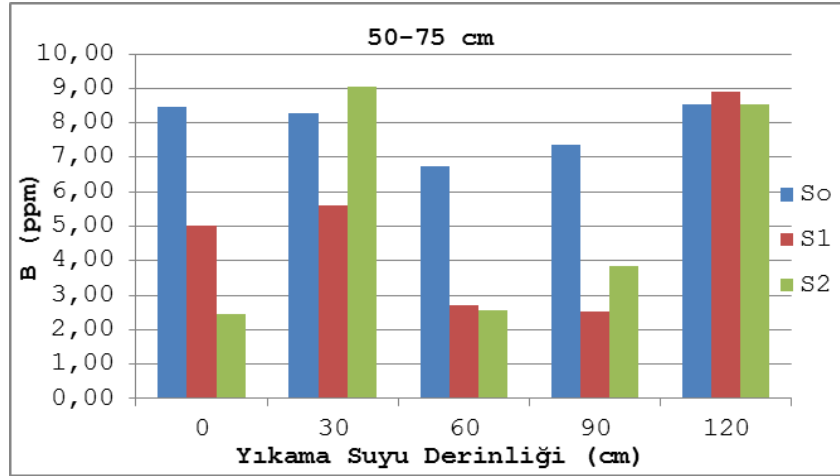
$S_0$  ve  $S_1$  uygulaması yapılan parsellerdeki 50-75cm'lik katmanların 60 ve 90 cm'lik yıkama suyu uygulamalarında bor yıkanması gerçekleşmiştir. Bu katmanda kontrol grubunun 60 ve 90 cm'lik yıkama suyunda %20.56 ve %13.17 oranında,  $S_1$  uygulamasının ise %46.26 ve %49.77'lik bir bor yıkanması gerçekleşmiştir.  $S_2$  uygulamasında ise bor'un alt katmanlarda birikmesi devam etmiştir. 75-100 cm'lik katmanda her üç parselde de bakıldığında üst katmanda gerçekleşen yıkanmanın geçirimsiz olan alt katmanda biriktiği görülmüştür. Sadece  $S_0$ ,  $S_1$  ve  $S_2$  uygulamalarının 90 cm'lik yıkama suyunda %15.67, %7.78 ve %7.02'lik yıkanma gerçekleşmiştir.



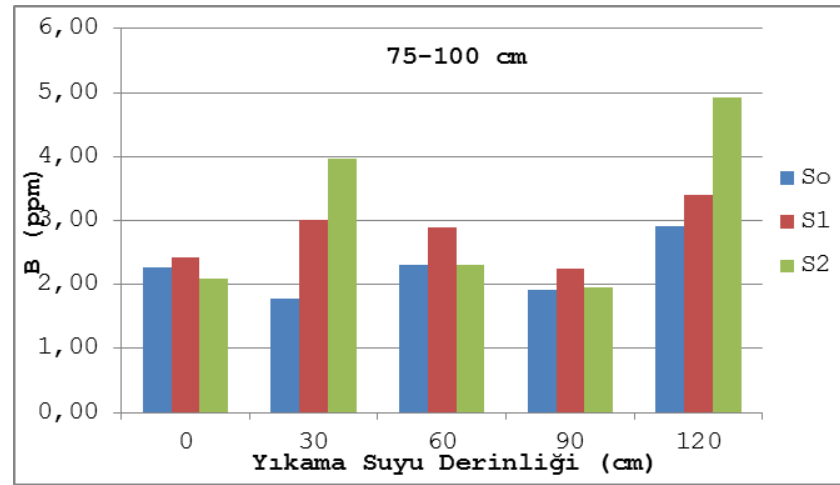
a.



b.



c.



d.

Şekil 1. Farklı yıkama suyu ve derinlikteki bor değerleri (a.b.c ve d. Şekillerinde)

(Figure 1. In different leaching water and depth boron values)

##### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Her üç parseldeki yıkanmaya bakıldığında 0-25 cm'lik katmanlarda verilen su yüksekliğine göre S<sub>1</sub> uygulamasının yapıldığı parselde 0-25 cm katmanında başlangıçtaki bor değeri 29.88 ppm iken son yıkamada 17.12 ppm'e (%42.70) düşmüştür. Yapılan araştırmalarda, (Sönmez 2003; Evans 1987; Okazaki ve Chao 1968), asit ya da asit yapıcı maddelerin ve uygun toprak bünyesinde bor'lu topraklarda, pH değerlerini etkin bir şekilde düşürmesi nedeniyle bor'un topraktan daha fazla ve çabuk uzaklaşmasını sağladığını toprakların yıkanmasında etkili olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda, uygun toprak bünyesinde bor yıkamasında kükürt'ün etken olacağı düşünülmektedir. Toprağın kil yapısının da bor yıkanmasında etken olduğu görülmektedir (Hingston, 1964; Sims ve ark., 1968; Couch ve Grim, 1968; Evans, 1987; Okazaki ve Chao, 1968, Fleming, 1980 ve Gupta, 1968). 120 cm uygulamasında kontrol grubu ve S<sub>2</sub> doz uygulama parselinde 90cm yıkama suyu dikkate alındığında yıkanma beklenirken her iki parselde de kısmi artışlar görülmüştür. Bunun nedeni, (Munsuz ve ark., 2001; Western Western Fertilizer Handbook, 1995; Kamphorst ve Bolt, 1976; Goldberg ve ark., 2008), 0-25 cm S<sub>0</sub> uygulamasında belirtilen nedenlerden dolayı ve drenaj güçlüklerinin meydana gelmesiyle toprağın geçirgenliğinin azalması, bununla birlikte yıkanmada güçlüklerin ortaya çıkmasına neden olması





ile açıklanabilir. Bor'un topraktan yıkanmasına kükürt'ün etkisi incelendiğinde  $S_0$  dozuna göre  $S_1$  ve  $S_2$  dozlarının etkili olduğu görülmektedir. Bu çalışmada bor'un topraktan yıkanmasında kükürt'ün pH seviyesinin düşmesine etkili olmuştur. Yine bor yıkanması da özellikle 90 cm yıkama suyu seviyede etkili olmuş ancak bitki yetiştirme ortamı için gerekli şartları sağlayacak bor değerine inmemiştir. pH toprakta bor'un tutulmasında etkili bir faktördür (Chen ve ark., 2009). Toprak yapısının iyileştirilmesi kükürt, bor yıkama etkinliğini arttıran faktörlerden birisi olacaktır.

#### NOT (NOTICE)

Bu çalışma, "Tuzlu-Sodyumlu-Borlu Toprakların Islahı ve Matematiksel Modellenmesi" adlı Doktora tezinden alınmıştır. Selçuk Üniversitesi BAP koordinatörlüğü tarafından 12201044 nolu proje ile desteklenmiştir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Anonim, (2012). Aksaray İl Meteoroloji Müdürlüğü. Aksaray.
2. Barrow, N.J., (1989). Testing a mechanistic model, X.The effect of pH and Electrolyte Concentration on Borate Sorption by a Soil. j. Soil Sci. 40,427-435.
3. Beyazgül, M., (1995). Salihli Ovası Tuzlu ve Alkali Toprakların Islahında Keçiborlu Kükürt İşletmesi Flotasyon Atıklarının Kullanma Olanakları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 207, Rapor Seri No:135, Menemen, İzmir.
4. Bingham, F.T., Page, A.L., Coleman, N.T., and Flach, K., (1971). Boron Adsorption Characteristics of Selected Soils From Mexico and Hawaii. Soil Sci. Soc Am. J,35,546-550.
5. Brautigam, D.J., Rengasamy, P., and Chittleborough, D.J., (2014). Amelioration of Alkaline Phytotoxicity by Lowering Soil pH. Crop and Pasture Science 65(12) 1278-1287.
6. Communar, G., and Keren, R., (2006). Rate Limited Boron Transport in Soils: The Effect of Soil Texture and Solution pH. Soil Science Society of America Journal 70:882-892.
7. Chen, W.T., Ho, S.B., and Lee, D.Y., (2009). Effect of pH on Boron Adsorption-Desorption Hysteresis of Soils. Soil Science 174:330-338
8. Couch, E.L., and Grim, R.E., (1968). Boron Fixation by Illites,
9. Evans, L.J., (1987). Retention of Boron by Agricultural Soils from Ontario, Can. J. Soil Sci. 67, 33-42.
10. Fleming, G.A., (1980). Essential Micronutrient I; Boron and Molybdenum, In applied soil trace elements. B.E. Davies, John Wiley and Sons, New York pp. 155-197.
11. Gezgin, S., Gökmen, F., Dursun, N., Babaoğlu, M., ve Hakkı, E.E., (2005). I. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı, Ankara, , P.460.
12. Goldberg, S., (1997). Reactions of Boron with Soils. Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands, Plant and Soil 193: 35-48, 1997.
13. Goldberg, S., Suarez, D.L., and Shouse, P.J., (2008). Influence of Soil Solution Salinity on Boron Adsorption by Soils. Soil Science. 0038-075X/08/17306 p: 368-374.
14. Gupta, U.C., (1968). Relationship of Total and Hot-Water Soluble Boron, and Fixation of Added Boron, to Properties of Podzol Soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 32, 45-48.
15. Harder, H., (1961). Einbau Von Bor in Detritische Tonminerale, Experimente zur Erkl"arung des Borgehaltes toniger Sedimente. Geochim. Cosmochim, Acta 21, 284-294.



16. Harmankaya, M. ve Gezgin S., (2005). Konya Ovası Topraklarında Bor Fraksiyonlarının Belirlenmesi. S.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 19 (36), 93-105.
17. Hingston, F.J., (1964). Reaction between Boron and Clays. Aust., J. Soil Res., 2:83-95.
18. Jasmund, K., and Lindner, B., (1973). Experiments on the Fixation of Boron by Clay Minerals. Proc. Int. Clay Conf. 1972, 399-412.
19. Kamphorst, A., and Bolt, G.H., (1976). Soil chemistry. Basic Elements, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam - Oxford -Newyork,72-73.
20. Keren, R. and Mezuman, U., (1981). Boron Adsorption by Clay Minerals using a Phenomenological Equation. Clays Clay Miner. 29, 198-203.
21. Keren, R., and Bingham, F.T., (1985). Boron in Water, Soils, and Plants. Adv. Soil Sci.1, 229-276.
22. Letho, L., (1995). Boron Retention in Limed Forest Mor. For. Ecol. Manage,78, 11-20.
23. Mezuman, U., and Keren, R., (1981). Boron Adsorption by Soils using a Phenomenological Adsorption Equation. Soil Sci.Soc.Am.J.45,722-726.
24. Munsuz, N., Çaycı, G. ve OK, S.S., (2001). Toprak Islahı ve Düzenleyiciler (Tuzlu ve Alkali Toprakların Islahı). Ankara Üni. Zir.Fak. Yayınları, No:1518,Yardımcı Ders Kitabı:471.
25. Okazaki, E. and Chao, T.T., (1968). Boron adsorption and desorption by some Hawaiian soils. Soil Sci. 105, 255-259.
26. Özgül, Ş., (1974). Tuzluluk ve Sodiklik. Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu Türk Milli Komitesi, Teknik Rehber:04,02-02, Neşriyat No:2, 18-34.
27. Saltalı, K., Bilgili, A.V., Tarakcioglu, C. and Durak, A., (2005). Boron Adsorption in Soils with Different Characteristics. Asian Journal of Chemistry, 17:2487-2494.
28. Schalscha, E.B., Bingham, F.T., Galindo, G.G., and Galvan, H.P., (1973). Boron Adsorption by Volcanic Ash Soils in Southern Chile. Soil Sci. 116,70-76, Scientific Publishing Company, 72-73 Amsterdam - Oxford -Newyork.
29. Scharrer, K., Kühn, H., and Lüttmer, J., (1956). Untersuchungen über die Bindung des Bors Durch Anorganische Bodenbestandteile. Z. Pflanzenernähr. Düng., 73, 40-48.
30. Sims, J.R., and Bingham, F.T., (1968). Retention of Boron by Layer Silicates, Sesquioxides and Soil Material. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 24, 369-373.
31. Sönmez, B., Açar, A., Bahçeci, İ., Mavi, A. ve Yarpuzlu, A., (1996). Türkiye Çorak Islahı Rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü A.P.K. Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Ankara, Yayın No: 93. Rehber No:12.
32. Sönmez, B., (2003). Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, 33.
33. Steiner, F. and Carmo Lana, M., (2013). Effect of pH on Boron Adsorption in Some Soils of Paraná, Brazil. Chilean J. Agric. Res. vol.73 no.2 Chillán jun.
34. Western Fertilizer handbook, (1995). Produced by the Soil Improvement Comminute of California Fertilizer Association. Interstate Publishers, Inc., Sacramento, California, 64.
35. Xu, J.M., Wang, K., Bell, R.W., Yang, Y.A., and Huang, L.B., (2001). Soil Boron Fractions and their Relationships to Soil Properties. Soil Science Society of America Journal, 65.133-138.