

Erzurum ve Rize Yöresi Toprak Örneklerine Uygulanan Farklı Dozlardaki Bor ve Fosforun Mısır (*Zea mays*)'ın Kuru Madde Miktarı ve Mineral İçeriğine Etkisi

Adil AYDIN Canan KANT Nizamettin ATAÖĞLU
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, ERZURUM

Geliş Tarihi : 10.02.2003

ÖZET: Bu çalışmada, farklı dozlarda uygulanan bor (0; 0,5; 1,0; 2,0 ve 4,0 ppm) ve fosfor (0; 20; 40 ve 80 ppm)'un sera koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinin gelişmesine, mineral madde içeriğine etkisi ile bor ve fosfor beslenmesi incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, uygulanan bor ve fosfor dozu arttıkça mısır bitkisinin N, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri genel olarak azalırken, P ve B içerikleri artmıştır. B₀ ve P₀ dozlarında noksanlık, B₄ ve P₃ dozlarında da toksite belirtileri görülmüş, uygulanan fosfor dozu arttıkça bor toksitesini azaltmıştır. Genel olarak Erzurum yöresi toprak örneğinde yetiştirilen bitkilerde makro, Rize yöresi toprak örneğinde yetiştirilen bitkilerde de mikro elementlerin miktarı daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bor, fosfor, kuru madde, mineral madde içeriği, besin elementi alımı

Effect of Boron and Phosphorus Application on the Growth and Mineral Content of Corn in Erzurum and Rize Soils

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the effect of boron (0; 0,5; 1,0; 2,0 and 4,0 ppm) and phosphorus (0; 20; 40 and 80 ppm) applications plant growth and mineral matter content of corn-plant under greenhouse conditions. Results indicated that N, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu content of corn plant generally decreased with increasing rates of B and P application, but P and B content increased. B and P content of plant was not sufficient at B₀ and P₀, but B₄ and P₃ doses caused toxicity, and P application was alleviated B toxicity in plant. Macro element content of plant grown in Erzurum soils was higher than those of Rize soils. In contrast micro element content was higher in plant grown in Rize soils.

Key words: Boron, phosphorus, dry matter, mineral matter content, nutrient uptake

GİRİŞ

Mikro besin elementleri bitkiler tarafından çok az miktarlarda alınmasına rağmen bitki metabolizmasında önemli işlevlere sahiptir. Bitki besin maddeleri arasında bir etkileşim söz konusu olup, bu etkileşim bitki beslenmesini yönlendirmektedir. Toprak yönetimi ve gübreleme çalışmalarının amacı topraktan bitkiye, bitkiden hayvan ve insanlara besin maddelerinin kontrollü bir şekilde taşınmasını sağlamaktır.

Olsen (1975), elementler arası etkileşimlerde ışık, sıcaklık, toprak pH'sı, toprak nemi, havası ve diğer iklimsel faktörlerin etkili olduğunu ileri sürmektedir.

Besin maddeleri arasındaki etkileşimlerin çalışıldığı araştırma sonuçlarına göre, bitki yetişme ortamında P fazlalığı, bitkinin Mo alımını, K fazlalığı B alımını, Mg fazlalığı Zn alımını arttırmakta, Ca ve N fazlalığı ise B alımını azaltarak B toksitesini gidermektedir (Fox, 1968; Taban ve ark., 1995; Romero ve ark., 1996).

Bolland ve ark. (1993), çeşitli bitkilere uygulanan fosforun bitkilerde K içeriğini arttırdığını, Ca, Mg, Fe, Zn ve Se içeriğini fazla etkilemediğini, Cu içeriğini ise azalttığını ileri sürmektedirler.

Bor içeriği yüksek topraklara uygulanan azotun narenciyelerde bor alımını azalttığı ve bor toksitesinin giderildiği belirlenmiştir (Jones ve ark., 1963).

Bitkilerde K ve B arasında bir dengenin bulunduğu, elverişli bor içeriği düşük topraklara

uygulanan potasyum, bor alımını azaltarak bitkide noksanlığa neden olduğu ileri sürülmektedir (El-Kholi ve Hamdy, 1977).

Bir çok çalışmada değişik dozlarda uygulanan borun şeker pancarında verimi (2 ppm'e kadar) arttırdığı, daha yüksek dozlarda azalttığı, azalma oranının dozlara bağlı olarak değiştiği, şeker oranı ve artmış şeker veriminin belirgin olarak değişmediği ortaya konulmuştur (El-Hadidi ve Arafa, 1983; Cattanaach, 1990).

Bölgede, bilhassa şeker pancarı ve patates yetiştirilen arazilerde bilinçsizce gübre kullanımı söz konusu olup, yüksek dozda fosforlu gübre (150-200 kg DAP/da) kullanılmaktadır. Yüksek dozda gübre kullanılan arazilerde de lokal olarak bor noksanlığı belirtileri görülmektedir. Bilhassa yüksek dozda fosfor uygulanan arazilerde bor noksanlığının görülmesi, söz konusu bitkilerin bor beslenmelerinde fosforun etkili olduğu kanaatini uyandırmıştır. Hayvancılığın yaygın olarak yapıldığı bölgede, son yıllarda silajlık mısır yetiştiriciliğinin ön plana çıkması ve büyük baş hayvan yetiştiriciliğinde hayvan yemi olarak silajlık mısırın büyük öneme sahip olması bu çalışmada deneme bitkisi olarak mısır bitkisinin seçilmesinde etkili olmuştur.

Bu çalışma, gübre uygulamalarında çiftçilerin bilinçlendirilmesi, gübreleme masraflarının azaltılması, bor noksanlığı nedenlerinin ortaya koyulabilmesi, çözüm önerilerinin getirilebilmesi ve ayrıca farklı dozlarda uygulanan bor ve fosforun

mısır bitkisinin gelişimine, mineral madde içeriğine ve kuru madde miktarına etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Toprak örnekleri Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftliğinden ve Rize Çay Araştırma Enstitüsü arazisinden 0-20 cm derinlikten amacına uygun şekilde alınmıştır. Erzurum yöresi toprağının tekstürü tın, pH'sı (7,1) nötr (Ergene, 1993), organik madde içeriği (%2,4) orta, kireç içeriği (%1,6) az ve yarıyıllı P içeriği (5,2 kg P₂O₅/da) azdır (Aydın ve Sezen, 1995). Değişebilir Ca+Mg 18,2 me/100g ve değişebilir K 1,4 me/100g'dır. Bitkiye yarıyıllı Fe (4,7 ppm), Mn (3,4 ppm), Zn (2,6 ppm), Cu (1,8 ppm) ve B içeriği (1,3 ppm) bitki beslenmesi açısından yeterlidir (Elgala ve ark., 1986). Rize yöresi toprağının tekstürü kil, pH'sı (4,2) kuvvetli asit (Ergene, 1993), organik madde içeriği (%3,9) yüksek, yarıyıllı P içeriği (2,8 kg P₂O₅/da) çok azdır (Aydın ve Sezen, 1995). Değişebilir Ca+Mg 7,8 me/100g, değişebilir K 1,1 me/100g, yarıyıllı Fe (34,7 ppm), Mn (23,5 ppm), Zn (5,6 ppm), Cu (3,9 ppm) ve B içeriği de (0,9 ppm) olup bitki beslenmesi açısından yeterlidir (Elgala ve ark., 1986). Denemede borik asit (%99,5), %46 P₂O₅ içeren triple süper fosfat gübresi ve silajlık mısır kullanılmıştır.

Metot

Toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için tekstür (Gee ve Bauder, 1986), pH (McLean, 1982), organik madde (Nelson ve Sommer, 1982), kireç (Nelson, 1982), katyon değişim kapasitesi (Rhoades, 1982), değişebilir katyonlar Ca+Mg, K, Na (Thomas, 1982), bitkiye elverişli fosfor (Olsen ve Summer, 1982), bitkiye elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu (Lindsay ve Norwell, 1969) ve bitkiye yarıyıllı B (Dible ve ark., 1954) analizleri yapılmıştır.

Deneme, sera koşullarında 5 B dozu, 4 P dozu, 2 toprak ve 3 tekrarlamalı kurulmuştur. Saksılara 2 mm'lik elekten elenmiş fırın kurusu 2 kg toprak konulmuş ve taban gübresi olarak 10 kg N/da'a eşdeğer üre gübresi (%45 N) tartılarak topraklara karıştırılmıştır. Toprak örneklerine potasyumlu gübre uygulamasına gerek görülmemiştir. Her saksıya 3'er adet tohum ekilmiş ve çimlenmeden sonra seyreltme yapılarak her saksıda birer bitki bırakılmıştır. Deneme saksılarına, B (0; 0,5; 1,0; 2,0 ve 4,0 ppm) ve P (0; 20; 40 ve 80 ppm) dozları esas alınarak hazırlanan B ve P çözeltilerinden ilave edilerek gübre uygulaması yapılmıştır. Tohum ekiminden yaklaşık 10 hafta sonra bitkiler hasat edilmiş, yıkanmış, kurutulmuş (68 °C, 72 saat), bitkilerin kuru ağırlıkları ve kurutulan bitki örneklerinin mineral madde içerikleri (Kacar, 1972) belirlenmiştir.

Denemeden elde edilen bitki kuru madde miktarlarının istatistiksel değerlendirilmesinde varyans analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır (Yıldız ve Bircan, 1991).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Erzurum ve Rize Yöresi toprak örneklerine uygulanan B ve P dozları mısır bitkisinin gelişiminde bir takım farklılıklara neden olmuştur. Bu farklılıklar doğal olarak kuru madde miktarına da yansımıştır. Kontrol (B₀ ve P₀) dozlarında noksanlık belirtileri, B'un yüksek (B₃ ve B₄) dozlarında da toksite ve beslenme bozuklukları görülmüştür.

Denemeden Elde Edilen Kuru Madde Miktarları

Farklı dozlarda uygulanan B ve P'un bitki gelişiminde ve dolayısıyla kuru madde miktarında ortaya çıkardığı değişimler Tablo 1'den bakıldığında Erzurum Yöresi toprak örneğinde B₀ dozunda ortalama 8,70 g/saksı, B₁ dozunda 8,78 g/saksı, B₂ dozunda 8,71 g/saksı, B₃ dozunda 8,05 g/saksı ve B₄ dozunda da 5,20 g/saksıdır. Kontrol dozuna göre B₁ ve B₂ dozlarında belirgin bir kuru madde artışı söz konusu değil iken, B₃ dozunda %7,8'lik ve B₄ dozunda da yaklaşık %40,2'lik bir kuru madde azalışı olmuştur.

Fosfor uygulanan saksılardan elde edilen kuru madde miktarları P₀, P₁, P₂ ve P₃ dozunda 6,41 g/saksı, 7,79 g/saksı, 8,54 g/saksı ve 8,81 g/saksıdır. Kontrolde göre kuru madde artışı sırasıyla P₁, P₂ ve P₃ dozunda %21,5, %33,2 ve %37,4'dür. Bor uygulanan bitkilerde kuru madde azalışı (ort. %10,5), P uygulanan bitkilerde de kuru madde artışı (ort. %21,5) olmuştur.

Kuru madde miktarı Rize Yöresi toprak örneğinde sırasıyla ortalama B₀, B₁, B₂, B₃ ve B₄ dozlarında 5,78, 5,81, 5,68, 4,68 ve 3,35 g/saksıdır. Kontrol (B₀) dozuna göre B₁ ve B₂ dozlarında belirgin bir kuru madde artışı veya azalışı söz konusu değil iken, B₃ dozunda %19'lük ve B₄ dozunda da yaklaşık %44,4'lük (ort. %14,2) bir kuru madde azalışı olmuştur.

Fosfor uygulanan saksılardan elde edilen kuru madde miktarları ortalama olarak P₀, P₁, P₂ ve P₃ dozlarında 3,85, 4,62, 5,56 ve 6,21 g/saksıdır. Kontrolde (P₀) göre kuru madde artışı P₁, P₂ ve P₃ dozlarında %20, %44,4 ve %61,3 (ort. %31,4)'dür.

Her iki yöre toprağına uygulanan P dozu artkça kuru madde miktarı artmış, B dozu artkça kuru madde miktarı azalmıştır. Rize yöresi toprak örneğinde yetiştirilen mısır bitkilerinin kuru madde miktarlarındaki oransal değişimi; hem azalış (%14,2), hemde artış (%31,4) yönünde, Erzurum yöresi toprak örneğinde yetiştirilen mısır bitkilerindeki kuru madde azalışı (%10,5) ve artışından (%21,5) daha yüksektir. Bu durum Rize yöresi toprağının yarıyıllı

Tablo 1. Denemeden Elde Edilen Kuru Madde Miktarları (68 °C'de, g/saksı)

Doz		Kuru madde** (gr/saksı) , Erzurum Yöresi					
		P (ppm)					
		0	20	40	80	Ort.	
B (ppm)	0	7,30	8,45	9,46	9,60	8,70a	
	0,5	7,35	8,54	9,49	9,72	8,78a	
	1,0	7,37	8,50	9,24	9,73	8,71a	
	2,0	6,15	8,08	8,90	9,09	8,05ab	
	4,0	3,88	5,39	5,61	5,92	5,20b	
	Ort	6,41c	7,79b	8,54ab	8,81a	7,79a	
			Rize Yöresi				
	0	4,52	5,28	6,35	6,98	5,78a	
	0,5	4,55	5,38	6,29	7,02	5,81a	
	1,0	4,42	5,21	6,16	6,95	5,68a	
	2,0	3,45	4,11	5,24	5,92	4,68b	
	4,0	2,32	3,14	3,76	4,18	3,35c	
	Ort	3,85c	4,62b	5,56ab	6,21a	5,06b	

** : Değerler üç tekrür ortalamasıdır.

P içeriğinin çok düşük olmasından ve asidik koşullarda bitki besin elementleri arasındaki dengesizlikten kaynaklanabilir. Artan dozlarda B uygulamasının kuru madde azalışına neden olması deneme topraklarının B içeriklerinin yeterli düzeyde bulunmasına ve yüksek dozlarda uygulanan B'un toksiteye etkisine bağlanabilir. Bir çok araştırmacı 2 ppm'in üzerinde uygulanan B'un çoğu bitkide verimi azalttığını, 5 ppm'den yüksek B dozununda çoğu kültür bitkisinde toksiteye ve bitki ölümlerine neden olduğunu saptamışlardır (Reisenauer ve ark., 1973; El-Hadidi ve Araf, 1983; Cattanaç, 1990)

Mısır bitkisinin kuru madde miktarı üzerine B ve P dozlarının etkisi her iki yöre toprağında çok önemli ($p < 0.01$), B x P interaksyonu önemsiz bulunmuştur.

Deneme Bitkilerinin Mineral İçeriği

Erzurum yöresi toprak örneğinde yetiştirilen mısır bitkisinin mineral içeriklerine Tablo 2'den bakıldığında uygulanan B ve P dozu arttıkça mısır bitkisinin N, Ca, Mg, ve Cu içerikleri genel olarak azalmış, P, K ve B içerikleri artmış, Fe, Mn ve Zn içerikleri ise kararsız bir değişim göstermiştir (Tablo 2). Erzurum toprağında yetiştirilen mısırın uygulanan B ve P dozlarına göre N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu ve B içerikleri sırasıyla ortalama %1,16, %0,23, %3,0, %0,524, %0,166, 79,9 ppm, 71,8 ppm, 52,9 ppm, 12,9 ppm ve 6,6 ppm'dir. Farklı dozlarda

uygulanan bor ve fosforun Rize yöresi toprak örneğinde yetiştirilen mısırın mineral içeriğinde ortaya çıkardığı değişimlere Tablo 2'den bakıldığında uygulanan bor ve fosfor dozu arttıkça mısır bitkisinin genel olarak N, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri azalırken, P, K ve B içerikleri artmıştır. Rize yöresi toprağında yetiştirilen mısır bitkilerinin uygulanan bor ve fosfor dozlarına göre ortalama olarak N içeriği %1,12, P içeriği %0,16, K içeriği %2,9, Ca içeriği %0,327, Mg içeriği %0,131, Fe içeriği 93,5 ppm Mn içeriği 83,2 ppm, Zn içeriği 61,8 ppm, Cu içeriği 16,6 ppm ve B içeriği 6,0 ppm'dir. Her iki yöre toprağında yetiştirilen bitkilerin mineral içerikleri yeterli düzeydedir (Jones ve ark., 1991).

Bitkilerin mineral içeriklerine Tablo 2'den bakıldığında Erzurum yöresi toprak örneğinde yetiştirilen bitkilerde makro elementlerin, Rize yöresi toprak örneğinde yetiştirilen bitkilerde de mikro elementlerin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu husus toprak özellikleri bilhassa da toprak pH'sıyla ilişkilidir. Asit topraklarda Fe, Mn, Zn ve Cu'nun çözünürlüğü artmakta, Ca ve Mg yıkanmakta ve P yarıyışlılığı azalmaktadır. Dolayısıyla asit topraklarda P, Ca ve Mg noksanlığı ile bilhassa Fe ve Mn toksitesini ortaya çıkmaktadır. Asit koşullarda karşılaşılan bu husus doğal olarak bitki mineral içeriğine de yansımaktadır.

Tablo 2. Farklı Dozlarda Uygulanan Bor ve Fosforun Mısır Bitkisinin Mineral İçeriğine Etkisi

Yöre	Doz	Doz	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Erzurum	B ₀	P ₀	1,22	0,215	2,97	0,535	0,166	80,0	72,4	54,9	14,9	5,8
		P ₁	1,18	0,231	3,01	0,507	0,173	82,4	71,7	52,7	13,7	5,3
		P ₂	1,19	0,248	2,98	0,523	0,160	82,7	70,3	54,2	13,2	4,8
		P ₃	1,10	0,266	2,99	0,509	0,164	78,5	71,2	51,8	10,4	4,6
	B ₁	P ₀	1,27	0,215	2,95	0,542	0,168	80,8	73,8	55,2	15,2	6,3
		P ₁	1,23	0,228	2,97	0,519	0,161	77,9	72,5	52,5	14,6	6,1
		P ₂	1,10	0,245	2,93	0,526	0,155	80,0	71,1	51,8	11,8	5,5
		P ₃	1,05	0,254	3,05	0,510	0,154	79,5	70,2	50,8	10,3	5,2
	B ₂	P ₀	1,20	0,210	2,94	0,530	0,167	78,3	71,8	54,5	15,1	6,5
		P ₁	1,22	0,227	3,03	0,534	0,159	82,3	72,3	55,2	13,6	6,4
		P ₂	1,13	0,239	3,00	0,521	0,157	80,2	74,1	53,1	11,8	6,0
		P ₃	1,08	0,251	3,05	0,511	0,160	79,0	69,9	50,4	10,6	5,6
	B ₃	P ₀	1,20	0,211	2,99	0,527	0,161	80,2	73,6	54,4	14,9	7,7
		P ₁	1,26	0,226	2,97	0,531	0,167	81,5	76,6	56,1	12,5	7,1
		P ₂	1,15	0,231	3,09	0,522	0,165	75,1	71,2	53,6	12,1	7,0
		P ₃	1,06	0,238	3,01	0,517	0,153	78,6	70,0	50,0	11,3	6,4
	B ₄	P ₀	1,17	0,202	3,03	0,537	0,168	79,9	71,9	55,7	14,7	10,6
		P ₁	1,16	0,225	3,05	0,538	0,160	80,4	72,3	52,7	13,3	9,5
		P ₂	1,14	0,226	2,98	0,513	0,163	78,1	69,5	48,7	13,2	7,9
		P ₃	1,01	0,235	3,00	0,510	0,155	77,3	69,2	49,4	10,5	7,0
Rize	B ₀	P ₀	1,15	0,161	2,89	0,335	0,131	99,5	88,1	68,6	17,8	4,9
		P ₁	1,13	0,183	2,91	0,347	0,138	94,6	85,3	64,2	17,9	5,2
		P ₂	1,15	0,197	2,90	0,322	0,130	91,2	81,6	59,7	16,4	4,6
		P ₃	1,08	0,209	2,95	0,320	0,129	89,7	80,4	55,3	14,7	4,3
	B ₁	P ₀	1,18	0,165	2,95	0,339	0,135	100,4	87,2	69,9	18,2	5,8
		P ₁	1,15	0,180	2,91	0,328	0,130	98,3	84,8	63,5	18,6	5,5
		P ₂	1,10	0,195	2,86	0,317	0,125	93,2	81,9	64,6	14,3	4,8
		P ₃	1,05	0,203	2,80	0,322	0,127	86,9	80,7	52,9	14,8	4,5
	B ₂	P ₀	1,17	0,160	2,96	0,333	0,133	99,6	84,6	68,5	17,4	6,8
		P ₁	1,18	0,180	2,93	0,334	0,129	96,4	80,9	63,9	18,1	6,1
		P ₂	1,13	0,191	2,92	0,323	0,127	91,2	84,8	61,8	14,9	5,6
		P ₃	1,07	0,200	2,90	0,315	0,134	87,0	80,3	55,1	15,2	5,2
	B ₃	P ₀	1,16	0,161	2,92	0,341	0,131	98,2	89,9	68,2	18,8	7,8
		P ₁	1,14	0,174	2,97	0,320	0,137	96,1	82,5	69,1	16,7	6,9
		P ₂	1,15	0,187	2,90	0,322	0,135	89,7	79,7	60,3	16,4	6,3
		P ₃	1,03	0,199	2,91	0,317	0,128	90,3	81,6	50,7	14,3	5,7
	B ₄	P ₀	1,13	0,159	2,95	0,336	0,138	94,5	86,2	67,8	18,2	8,1
		P ₁	1,16	0,180	2,81	0,327	0,132	98,2	82,3	61,4	17,7	8,7
		P ₂	1,10	0,188	2,86	0,311	0,135	85,6	80,5	56,4	16,4	6,9
		P ₃	1,06	0,200	2,82	0,316	0,126	88,9	79,9	53,5	14,9	6,6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Her iki yöre toprağında fosforlu gübre uygulaması bitki kuru madde miktarını arttırmıştır. Kuru madde artışı Rize yöresi toprağında yetiştirilen bitkilerde daha yüksektir. Erzurum yöresi toprağında yetiştirilen bitkilerde kuru madde artışı, kontrol (P₀) dozuna göre P₂ ve P₃ dozlarında %33,2 ve %37,4 olup birbirine çok yakındır. P₂ ve P₃ dozları yaklaşık dekara 50-100 kg DAP gübresine eşdeğerdir. Dolayısıyla dekara 50 kg gübre (DAP) yeterli olacaktır. Yörede dekara 150-200 kg DAP gübresi kullanıldığı göz önüne alındığında, gübre kullanımının azaltılması ve bu konuda çiftçilerin bilinçlendirilmesi gerekir. Çiftçilerin bilinçlendirilmesi, hem yöre çiftçilerinin kalkınması hemde ülke ekonomisi açısından yararlı olacaktır. Ayrıca aşırı gübreleme sonucu toprak özelliklerinde ortaya çıkabilecek olumsuzluklar önlenecektir.

Bor ve fosfor arasındaki interaksiyon önemsiz çıkmıştır. Bu husus muhtemelen kullanılan en yüksek

fosfor dozunun (80 ppm) çiftçilerin kullandığı gübre miktarından (150-200 kg DAP/da) düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmanın daha yüksek P dozları (150-200 ppm) ile yürütülmesi durumunda B ve P arasındaki interaksiyonun önemli çıkması olasıdır.

Yarıyıllık B içeriği düşük ve sınırlı topraklarda fosforlu gübre uygulamalarında dikkatli davranılmalı ve gerekirse borlu gübre uygulanmalıdır. Sonuç olarak optimum bitkisel üretim için bitkilerin dengeli beslenmesini sağlayacak bilinçli gübreleme yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Aydın, A., Sezen, Y., 1995. Toprak Kimyası Uygulama Kitabı. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları No:174, Erzurum.
- Bolland, M.D.A., Jarvis, R.J., Coates, P., Harris, D.J., 1993. Effect of phosphate fertilizers on the elemental composition of seed of wheat, lupin and triticale. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 24, 1991-2014.

- Cattanach, A., 1990. Boron fertilization of sugarbeet in the red river valley. Sugarbeet research and extension reports. Volume 21, p:118.
- Dible, W.T., Truog, E., Berger, C.C., 1954. Boron determination on soils and plants simplified curcumin procedure. Anal. Chem. 26: 418.
- Elgala, A. M. , İsmail, A. S., Osman, M. U., 1986. Critical Levels of Iron, Manganese, and Zinc in Egyptian Soils. Journal of Plant Nutrition 9 (3-7):267-280
- El-Hadidi, E.M., Arafa, A. A., 1983. Effect of Boron On Sugarbeet. J. Agric. Sci. Mansouna Univ. 8(4): 1141-1154.
- El-Kholi, A. F. ve A. A. Hamdy, 1977. Boron potassium interrelationship in alfalfa plants. Egypt J. Soil Sci. 17:87-92.
- Ergene, A., 1993. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniv. Yayınları No:586, Ziraat Fak. Yayınları No:267, Ders Kitapları Seri No:42, Erzurum.
- Fox, R.H., 1968. The effect of calcium and pH on boron uptake from high concentrations of boron by cotton and alfalfa. Soil Sci. 106:435-439.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Minerlogical Methods Secand Ed. Argon. N:9. 2. Ed. P:383-409.
- Jones, Jr.J.B., B. Wolf, H.A. Mills, 1991. Plant Analysis. Handbook, Micro and Macro Publishing Inc.
- Jones, W.W., T.W. Embleton, S.B. Boswell, M.L. Steinacker, B.W Lee, E.L. Barnhart, 1963. Nitrogen control program for oranges and high sulfate and high boron. Calif. Citrogr.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın: 453. Uygulama Klavuzu:155. s:55-390
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A., 1969. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Cupper. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Vol:33, p:49-54.
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and Lime Requirement. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Ed. Argon. N:9. 2. Ed. P:199-224.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Ed. Argon. N:9. 2. Ed. P:191-197.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Organic Matter. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Ed. Argon. N:9. 2. Ed. P:574-579.
- Olsen, S.R., 1975. Micronutrient Interactions. Soil and Water Conservation Research Division. Agricultural Research Servici, USDA 243-265. Fort Collins, Colorado.
- Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Ed. Argon. N:9. 2. Ed. P:403-427.
- Reisenauer, H. M. ,Walsh, L. M., Hoefst, R. G.,1973. Testing Soil for Sulphur,Boron, Molybdenum and Clorine. In L. M. Walsh and J. D. Beaton Ed. Of Soil Testing and Plant Analysis, p:173. Soil Sci. Soc. Amer. Inc.,Madison, Wisconsin.
- Rhoades, J.D., 1982. Cation Exchange Capacity. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Ed. Argon. N:9. 2. Ed. P:149-157.
- Romero, L., Jolley, V. D., and Romheld, V., 1996. New Statistical approach for the interpretation of nutrient interrelationships. V. Zinc / Iron. Journal of Plant Nutrition, 19: 8-9, 1257-1267.
- Taban, S., Alparslan, M., Küçük, C., İnal, A., Erdal, İ., 1995. Relationship between boron and calcium in wheat (*Triticum aestivum* L). Soil Fertility and Fertilizer Management 9th International Symposium of CIEC. P:85-90, 25-30 September 1995. Kuşadası, Turkey.
- Thomas, G.W., 1982. Exchangeable Cations. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Ed. Argon. N:9. 2. Ed. P:159-164.
- Yıldız, N., Bircan, H., 1991. Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniv. Yay. No: 697, Ziraat Fak. Yay. No: 305, Ders Kitapları Serisi No: 57, Erzurum.