

Asidik Topraklara Uygulanan Farklı Kireçleme Materyallerinin Bazı Toprak Özellikleri İle Mısır Bitkisi (*Zea mays L.*)'nin Gelişimi ve Mineral İçeriğine Etkisi

Canan KANT Kenan BARİK Adil AYDIN
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, ERZURUM

Geliş Tarihi : 24.01.2006

ÖZET: Tarımsal üretimi arttırmada, toprak özelliklerinin düzeltilmesi ve toprakta besin elementleri dengesinin sağlanması son derece önemlidir. Bu çalışmada, beslenme koşullarının pH'ya bağlı olarak değişken olduğu bilinen asidik topraklara kireç ihtiyacının değişik oranlarında (0, %50 ve %100) uygulanan farklı kireçleme materyallerinin (CaCO_3 , CaO , MgCO_3 ve MgO)'in toprak özellikleri ile bitki gelişimi ve mineral içeriğine etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre toprak örneklerine uygulanan kireç miktarı arttıkça toprağın pH'sı yükselmiş, baz doygunluğu, değişebilir Ca, değişebilir Mg, yarayışlı P içeriği ile bitki kuru madde miktarı ve bitkilerin N, P, Ca ve Mg içerikleri artarken; toprakların hidrojen doygunluğu, değişebilir K, değişebilir Al+H, elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri ile bitkilerin K, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri azalmıştır. Bitki gelişimi dolayısıyla kuru madde miktarı üzerine toprakların ve dozların etkisi önemli bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Asit toprak, kireçleme materyali, kireç ihtiyacı, besin alımı

Effect of Different Liming Materials on Some Soil Properties, Corn (*Zea mays L.*) Plant Growth and Mineral Composition in Acid Soils

ABSTRACT : One of the most important factors in plant production is to establish an equilibrium in nutritional status of soil. The objective of this study was to determine effect of different liming material (CaCO_3 , CaO , MgCO_3 and MgO) applied to acid soils at different rates (0, 50% and 100% of lime requirement) on soil properties, plant growth and mineral composition. Results indicated that soil pH increased with increasing rate of lime application base saturation, exchangeable Ca and Mg, available P contents, dry matter contents and N, P, Ca and Mg contents of plants also increased, but H saturation, exchangeable K, exchangeable Al+H, available Fe, Mn, Zn and Cu contents in soil and K, Fe, Mn, Zn and Cu contents of plants decreased with increasing lime doses. Effect of lime doses and soil type was found significant on plant growth and dry-matter content.

Key words: Acid soil, liming material, lime requirement, nutrient uptake

GİRİŞ

Martini ve Mutters (1985b), Binkley ve Sollins (1990)'e göre aşırı yağışlara bağlı yıkanmalar, fizyolojik asit gübrelerin kullanımı ve yoğun tarımsal uğraşlar topraklarda asitleşmeye neden olmaktadır. Yağışlı bölge topraklarında besin elementlerinin yarayışlılığını etkileyen pH düşmelerinde, pH ayarlayıcısı olarak kullanılan kireçleme materyalleri hem toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzeltmekte hem de bitkilerin Ca ve Mg ihtiyaçlarını karşılamaktadır (Oster, 1982; Sumner, 1990).

Asit topraklara verilecek kireç miktarına toprağın pH'sı, tekstürü, organik madde miktarı, kil tipi ve miktarı, bitkinin pH isteği, kireçleme materyalinin parça büyüklüğü ve saflık derecesi etkili olmaktadır (Ignatief ve Page, 1965; Mulder ve arkadaşları, 1989).

Bir çok araştırmacı yaptıkları araştırmalarında, asit toprakların tarımsal üretimi sınırlayıcı etkisini; bazı bitki besin maddelerinin (Ca, Mg, P) bitki tarafından alınabilirliğinin çok azalmasına, bazılarının (Fe, Mn, Al) ise toksik etki gösterebilecek düzeyde çözünürlüklerinin artmasına bağlamışlardır (Martini ve Mutters, 1985a,b; Nihlgard ve ark., 1988;

Roberts ve ark., 1989; Feger ve ark., 1991; Ponette ve ark., 1996).

Bazı araştırmacılar, yaptıkları çalışmalarda asit topraklara ihtiyaçtan fazla kireç uygulanmasının toprakta fosfor fiksasyonunu arttırdığını ve bitkiler tarafından alınabilirliğinin azaldığını belirlemişlerdir (Estrade ve Cumming, 1968; Amarasiri ve Olsen, 1973; Smilde, 1973; Sezen, 1981).

Yapılan bir çok çalışmada, asit topraklara kireç ilavesiyle toprakların değişebilir Al+H ve K ile elverişli Fe, Mn, Zn, Cu, ve B içeriklerinin azaldığı, pH, baz doygunluğu ve değişebilir Ca+Mg içeriğinin yükseldiği, Al, Mn ve Fe toksitesisi ile Ca ve Mg noksanlığının giderildiği, toprak asitliğinin nötralize edildiği ve dolayısıyla toprak verimliliğinin arttığı belirlenmiştir (Ateşalp, 1977; Kacar, 1984; Martini ve Mutters, 1985a,b; Aydın ve Sezen 1990; Zhu ve Alva, 1993; Simith ve ark., 1994; Aydın ve ark., 1997; Şimsek ve Aydın, 2002; Turan ve ark., 2002).

Bu çalışmada, asit topraklara kireç ihtiyacının değişik oranlarında uygulanan farklı kireçleme materyallerinin bazı toprak özellikleri ile mısır bitkisinin gelişimine, mineral içeriğine ve besin

maddesi alımı üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Denemede; Rize Merkez Çay Araştırma Enstitüsü arazisi ile Ardeşen-Fındıklı arası Fındıklı ilçesine 5-6 km mesafeden amacına uygun olarak (0-20 cm derinlikten) alınan iki adet asidik toprak örneği, mısır bitkisi tohumu, kireçleme materyali olarak da kimyasal saf ve toz halinde CaCO_3 , CaO , MgCO_3 ve MgO kullanılmıştır.

Metot

Toprak Analiz Yöntemleri

Toprak örneklerinde tekstür (Gee and Bauder, 1986), pH (McLean, 1982), organik madde (Nelson ve Sommer, 1982), katyon değişim kapasitesi (Rhoades, 1982), değişebilir Ca, Mg, K, Na, Al ve H (Thomas, 1982), bitkiye yarayışlı fosfor (Olsen ve Summer, 1982) ve bitki tarafından alınabilir Fe, Mn, Zn, ve Cu (Lindsay ve Norwel, 1969) analizleri yapılmıştır. Deneme topraklarının kireç ihtiyacı, kalsiyum asetat yöntemiyle (Oruç, 1973) belirlenmiştir.

Bitki Analiz Yöntemleri

Bitki örneklerinin toplam azot içerikleri salisilik-sülfürik asit ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikro kjheldahl yöntemiyle; P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri nitrik-perklorik asit karışımıyla yakmaya tabi tutulduktan sonra P, vanadomolibdat sarı renk yöntemiyle; K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Kacar, 1972) belirlenmiştir.

Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

Denemede 2 mm'lik elekten geçirilmiş 2 kg bozulmuş toprak örneği ve kireç dozu olarak da kireç ihtiyacının 0, %50, %100 oranları kullanılmıştır. Deneme faktöriyel deneme desenine göre (2 toprak, 4 materyal, 3 doz ve 3 tekerrürlü) kurulmuştur. Kireç ihtiyacı esas alınarak tartılan CaCO_3 , CaO , MgCO_3 ve MgO toprak örneklerine karıştırılmıştır. Deneme toprakları tarla kapasitesi nem yüzdesinde toprak pH'sının dengelenmesi için 1 ay inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon sonunda saksılara 3'er adet tohumu ekilmiştir. Tohumlar çimlendikten sonra her saksıda 1'er adet bitki bırakılmıştır. Tohum ekiminden yaklaşık 10 hafta sonra bitkiler hasat

edilerek, kuru ağırlık, kuru maddedeki N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca, saksılardan alınan toprak örneklerinde pH, yarayışlı fosfor, değişebilir katyonlar (Ca, Mg, AL+H ve K), elverişli P, bitki tarafından alınabilir Fe, Mn, Zn ve Cu miktarları belirlenmiştir. Bitki kuru madde miktarlarına ait sonuçların istatistiksel analizinde varyans analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi (SAS, 1982) kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Asit topraklara uygulanan farklı dozlardaki kireç materyalleri dozlara bağlı olarak, toprakların pH, baz doygunluğu, değişebilir Ca ve elverişli P içeriğini arttırmış, değişebilir Al+H, K, elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu içeriğininde azaltmıştır (Çizelge 1).

Toprakların baz doygunluğu, değişebilir Ca ve Mg içerikleri ile pH değerindeki yükseliş kireçlemenin doğal bir sonucudur. Elverişli P'daki artış ise asit koşullarda Fe ve Al'la çözünürlüğü güç bileşikler oluşturarak elverişsiz hale geçen fosforun, toprağa kireç ilavesiyle topraktaki Al ve Fe'in oksit ve hidroksitlere dönüşmesine, dolayısıyla serbestlenmesine ve yarayışlılığının artmasına bağlanabilir. Deneme topraklarının değişebilir Al+H, K, Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerinin azalması ise kireçlemeyle toprak pH'sının yükselmesine ve yükselen pH'larda bu elementlerin oksit ve hidroksitlere dönüşerek çözünürlüğü güç bileşikler oluşturmaya bağlanabilir. Yapılan bir çok çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Martini ve Mutters, 1985a,b; Aydın ve Sezen, 1990; Aydın ve ark., 1997).

Kireçlemenin Mısır Bitkisinin Kuru Madde Miktarına Etkisi

Topraklara ilave edilen kireç miktarı arttıkça elde edilen kuru madde miktarları artmıştır. Kuru madde artışı %35.71-%90.94 arasında olup, topraklara, kireçleme materyallerine ve kireç dozlarına göre farklılık göstermiştir (Çizelge 2). Kuru madde artışı, kireçlemeyle toprak pH'sının yükselmesine, yükselen pH'ya bağlı olarak bazı elementlerin (Fe, Al, Mn, vs.) toksik etkileri ile Ca ve Mg noksanlıklarının giderilmesine, toprak agregasyonun düzelmesine, fosfor elverişliliği ve mikrobiyal aktivitenin artmasına bağlanabilir. Kuru madde artışı üzerine toprakların, dozların ve materyallerin etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 1. Farklı doz ve formlarda uygulanan kireçleme materyallerinin deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi

T	KM	KD	TS	O.M	Kİ	KDK	pH	DK, cmol kg ⁻¹					Bitkiye Yarayışlı, ppm				
				%	g kg ⁻¹	cmol kg ⁻¹		1:2.5	Ca	Mg	Al+H	K	P	Fe	Mn	Zn	Cu
1	CaCO ₃	0	C	3.2	18.60	36.6	3.2	6.5	2.1	24.4	1.1	4.8	59.4	27.3	3.7	2.0	
		50					4.8	17.6	2.0	12.3	1.0	5.1	34.6	14.2	2.5	1.7	
		100					6.8	27.5	2.0	5.2	0.8	5.7	8.5	4.4	1.6	1.6	
	CaO	0					3.2	6.5	2.1	24.4	1.1	4.8	59.4	27.3	3.7	2.0	
		50					4.9	18.1	1.9	11.8	0.9	5.3	32.4	12.2	2.3	1.6	
		100					6.9	28.3	1.9	5.5	0.8	5.8	7.2	4.6	1.8	1.4	
	MgCO ₃	0					3.2	6.5	2.1	24.4	1.1	4.8	59.4	27.3	3.7	2.0	
		50					4.9	6.2	16.8	12.5	0.9	5.0	31.9	13.1	2.4	1.5	
		100					6.8	5.8	25.9	4.9	0.7	5.4	6.8	4.2	1.5	1.5	
	MgO	0					3.2	6.5	2.1	24.4	1.1	4.8	59.4	27.3	3.7	2.0	
		50					5.0	6.0	17.2	12.4	0.9	5.1	32.6	12.5	2.2	1.6	
		100					6.9	5.5	27.1	5.2	0.8	5.3	6.2	4.0	1.4	1.4	
2	CaCO ₃	0	L	2.3	7.70	27.2	4.5	8.6	2.2	12.8	0.9	6.1	45.7	46.8	3.5	2.1	
		50					5.6	14.9	2.0	6.3	0.7	7.0	18.6	13.4	2.9	1.8	
		100					6.9	20.0	2.0	3.6	0.5	8.3	5.7	4.9	2.1	1.7	
	CaO	0					4.5	8.5	2.1	12.9	0.9	6.1	45.7	46.8	3.5	2.1	
		50					5.5	15.3	1.9	6.8	0.8	7.3	17.6	10.6	2.7	1.7	
		100					6.9	20.2	1.8	3.9	0.7	8.0	5.6	4.6	2.3	1.6	
	MgCO ₃	0					4.5	8.6	2.1	12.5	0.9	6.1	45.7	46.8	3.5	2.1	
		50					5.7	7.7	8.9	6.2	0.7	6.7	16.6	11.4	2.6	1.7	
		100					6.8	6.7	12.7	3.4	0.6	7.3	5.9	4.5	2.0	1.5	
	MgO	0					4.5	8.5	2.2	12.6	0.9	6.1	45.7	46.8	3.5	2.1	
		50					5.5	7.2	8.5	6.5	0.6	6.6	18.1	10.5	2.7	1.6	
		100					6.8	6.9	12.9	3.2	0.6	7.5	5.5	4.5	1.9	1.5	

T:Toprak örneği no; KM:Kireçleme materyali; KD:Kireçleme dozu; TS:Tekstür sınıfı; Kİ:Kireç ihtiyacı; OM:Organik madde; KDK:Kation değişim kapasitesi; DK: Değişebilir kationlar

Çizelge 2. Farklı doz ve formlarda uygulanan kireçleme materyallerinin mısır bitkisinin kuru madde miktarına etkisi (g/saksı)

Toprak no	Kireçleme materyali	Kireç dozları, (%)			Ortalama kuru madde	Ortalama kuru madde Artışı, %		
		0*	50	100				
1	CaCO ₃	2.72	5.56	6.86	5.05	85.66		
	CaO	2.78	5.59	6.97	5.11	83.80		
	MgCO ₃	2.76	5.78	7.27	5.27	90.94		
	MgO	2.82	5.69	7.06	5.19	84.04		
Ortalama		2.77	5.66	7.04	5.16	86.01		
2	CaCO ₃	4.76	6.27	8.40	6.46	35.71		
	CaO	4.83	6.54	8.67	6.68	38.30		
	MgCO ₃	4.79	6.75	8.86	6.80	41.96		
	MgO	4.85	6.77	8.73	6.79	40.08		
Ortalama		4.81	6.58	8.67	6.68	38.88		
Topraklar		Kireçleme dozları			Kireçleme materyalleri			
1	2	0	50	100	CaCO ₃	CaO	MgCO ₃	MgO
5.16b	6.68a	3.79c	6.10b	7.85a	5.76b	5.90ab	6.04a	6.00a

*: Değerler üç tekrür ortalamasıdır.

Kireçleme Materyallerinin Mısır Bitkisinin Besin Elementi İçeriğine Etkisi

Topraklara uygulanan kireç miktarı arttıkça mısır bitkisinin N, P, Ca ve Mg içeriği artmış; K, Fe, Mn, Zn ve Cu içeriği azalmıştır (Çizelge 3). Bitki örneklerinin ortalama N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri 1 nolu toprakta %1.22, %0.197, %3.19, %0.306, %0.144, 70.5 ppm, 61.8 ppm, 45.7 ppm ve 15.5 ppm iken, 2 nolu toprakta %1.16, %0.209, %3.12, %0.323, %0.151, 64.6 ppm, 60.6 ppm, 48.6 ppm ve 15.7 ppm'dir. Genel olarak organik karbon içeriği yüksek (1 nolu) toprakta yetiştirilen bitkilerin N içeriği daha yüksektir. Toprak organik maddesinin mineralizasyonunda çeşitli toprak özellikleri etkin olsa da, toprak organik maddesi o toprakta yetiştirilen bitkiler için azot deposu vazifesi görmektedir.

Elverişli fosfor içeriği ve pH'sı yüksek (2 nolu) toprakta yetiştirilen bitkilerin fosfor içeriği daha yüksektir. Buradan da toprakta fosfor elverişliliği ve bitkilerin fosfor alımı üzerine toprak pH'sının ve topraktaki elverişli fosfor miktarının etkili olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Denemede, bitkilerin Ca ve Mg içeriklerinin artması, kireçleme materyallerine bağlı olarak kireçlemenin doğal bir sonucudur. Bitkilerin K içeriğindeki düşüş ise hem kireçlemeyle K elverişliliğindeki azalmaya, hem de kireçleme sonucu bitki kuru maddesinde meydana gelen artışa bağlı olabilir. Bitkilerin Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerindeki düşüş kireçlemeyle toprak pH'sının yükselmesine ve yükselen toprak pH'sına bağlı olarak Fe, Mn, Zn ve Cu elverişliliğinin azalmasına bağlanabilir.

Çizelge 3. Kireçleme materyallerine ve dozlarına göre mısır bitkisinin mineral içeriği

Toprak No	Kireçleme Materyali	Kireç Dozu	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg, (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
1	CaCO ₃	0	0.78	0.179	3.31	0.298	0.133	78.6	65.0	53.4	18.2
		50	1.37	0.192	3.23	0.351	0.124	72.3	59.3	42.1	14.5
		100	1.45	0.215	3.13	0.428	0.120	65.9	54.1	40.3	12.9
	CaO	0	0.80	0.179	3.36	0.286	0.138	78.4	66.7	51.0	18.5
		50	1.27	0.190	3.11	0.361	0.124	66.4	57.0	46.5	14.3
		100	1.44	0.210	3.16	0.449	0.113	58.5	56.5	41.5	12.7
	MgCO ₃	0	0.76	0.178	3.24	0.287	0.138	80.4	67.1	52.4	17.3
		50	1.35	0.200	3.13	0.245	0.169	74.9	63.4	45.3	15.0
		100	1.68	0.211	3.09	0.220	0.185	66.4	58.1	40.3	13.7
	MgO	0	0.81	0.177	3.25	0.283	0.135	79.6	68.3	52.6	17.7
		50	1.31	0.206	3.19	0.242	0.166	64.8	64.6	44.0	15.9
		100	1.57	0.219	3.10	0.219	0.189	59.4	61.5	39.2	13.7
2	CaCO ₃	0	0.78	0.192	3.18	0.279	0.142	67.5	66.6	55.4	17.0
		50	1.24	0.205	3.07	0.393	0.139	64.5	60.5	48.7	15.3
		100	1.45	0.227	3.10	0.484	0.125	61.1	55.9	43.2	14.0
	CaO	0	0.79	0.196	3.21	0.276	0.144	68.2	65.7	56.4	17.5
		50	1.30	0.209	3.12	0.389	0.136	62.8	58.7	47.3	15.6
		100	1.42	0.229	3.05	0.453	0.127	59.8	57.2	42.7	13.8
	MgCO ₃	0	0.76	0.191	3.19	0.293	0.139	70.7	65.6	56.9	17.6
		50	1.23	0.204	3.06	0.257	0.173	68.3	59.7	45.4	15.5
		100	1.43	0.224	3.07	0.241	0.195	57.5	55.1	41.0	13.9
	MgO	0	0.76	0.188	3.19	0.301	0.141	68.7	65.4	56.4	17.3
		50	1.28	0.208	3.16	0.267	0.168	64.3	60.6	50.6	16.6
		100	1.42	0.224	3.02	0.238	0.186	60.1	56.3	40.7	14.2
Topraklar, 1 nolu toprak			1.22a	0.197b	3.19a	0.306b	0.144b	70.5a	61.8	45.7b	15.5
2 nolu toprak			1.16b	0.209a	3.12b	0.323b	0.151a	64.6b	60.6	48.6a	15.7
Kireç Dozu, 0			0.78c	0.185c	3.23a	0.288c	0.139c	74.0a	66.3a	54.2a	17.6a
50			1.29b	0.202b	3.14b	0.313b	0.149b	67.4b	60.5b	46.3b	15.3b
100			1.48a	0.220a	3.10b	0.342a	0.155a	61.2c	56.9c	41.1c	13.6c
Kireç materyali, CaCO ₃			1.18	0.202	3.170	0.372a	0.130b	68.3a	60.3	47.2	15.3
CaO			1.17	0.202	3.165	0.369a	0.130b	65.7b	60.4	47.6	15.4
MgCO ₃			1.20	0.202	3.137	0.257b	0.166a	70.0a	61.5	46.9	15.5
MgO			1.19	0.204	3.141	0.258b	0.164a	66.2b	62.8	47.0	15.9

Deneme bitkilerinin N, P, K, Ca, Mg, Fe ve Zn içerikleri üzerine toprakların; N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn Zn ve Cu içerikleri üzerine kireç dozlarının; Ca, Mg ve Fe üzerine de kireçleme materyallerinin etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 3). Benzer sonuçlar Sezen (1981), Aydın ve ark., (1997), Şimşek ve Aydın (2002), Turan ve ark., (2002) tarafından da elde edilmiştir.

Mısırın Toprakdan Kaldırdığı Besin Maddesi Miktarına Kireç Materyallerinin Etkisi
Deneme bitkilerinin besin elementi alımı

uygulanan kireç dozu arttıkça artmıştır. Mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı besin maddeleri miktarı, ortalama olarak kireç uygulanmayan örneklerde 176.03 mg/saksı, kireç ihtiyacının yarısı kadar kireç uygulananlarda 310.28 mg/saksı ve kireç ihtiyacı kadar kireç uygulananlarda ise 415.79 mg/saksıdır. Kireçleme materyalleri dikkate alındığında CaCO_3 uygulananlarda 296.01 mg/saksı, CaO uygulananlarda 299.93 mg/saksı, MgCO_3 uygulananlarda 304.75 mg/saksı ve MgO uygulananlarda ise 302.03 mg/saksıdır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı besin maddesi miktarına kireç materyalleri ve dozlarının etkisi

Toprak No	Kireçleme Materyali	Kireç Dozu	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
			mg/saksı								
1	CaCO_3	0	21.22	4.87	90.03	8.11	3.62	0.214	0.177	0.145	0.050
		50	70.61	10.68	179.59	19.52	6.89	0.402	0.330	0.234	0.081
		100	99.33	14.73	214.41	29.32	8.22	0.451	0.371	0.276	0.088
		Ort.	60.48	9.83	162.29	18.09	6.35	0.364	0.300	0.228	0.077
	CaO	0	22.24	4.98	93.41	7.95	3.84	0.218	0.185	0.142	0.051
		50	70.99	10.62	179.76	20.18	6.93	0.371	0.319	0.260	0.080
		100	100.37	11.74	220.25	31.29	7.88	0.408	0.394	0.289	0.089
		Ort.	59.79	9.86	164.03	18.65	6.39	0.346	0.307	0.237	0.078
	MgCO_3	0	20.98	4.91	89.42	7.92	3.81	0.222	0.185	0.145	0.048
		50	78.03	11.56	180.91	14.16	9.77	0.433	0.366	0.262	0.087
		100	122.13	15.34	224.64	15.99	13.45	0.483	0.422	0.293	0.100
		Ort.	66.40	10.33	166.01	13.23	8.64	0.389	0.331	0.242	0.081
MgO	0	22.84	4.99	91.65	7.98	3.81	0.224	0.193	0.148	0.050	
	50	74.54	11.72	181.51	13.77	9.45	0.369	0.366	0.250	0.090	
	100	110.84	15.46	218.86	15.46	13.34	0.419	0.434	0.277	0.097	
	Ort.	63.84	10.43	165.04	12.87	8.46	0.352	0.336	0.235	0.081	
2	CaCO_3	0	37.13	9.14	152.00	13.28	6.76	0.321	0.317	0.264	0.081
		50	77.75	12.85	192.49	24.64	8.72	0.404	0.379	0.305	0.096
		100	121.80	19.07	260.40	40.66	10.50	0.513	0.470	0.363	0.118
		Ort.	74.94	13.44	201.55	24.87	8.72	0.416	0.394	0.317	0.099
	CaO	0	38.16	9.47	155.04	13.33	6.96	0.329	0.317	0.272	0.085
		50	85.11	13.67	204.05	25.44	8.89	0.411	0.384	0.309	0.102
		100	123.11	19.85	264.44	39.28	11.01	0.518	0.496	0.370	0.120
		Ort.	76.82	14.09	209.08	24.92	9.08	0.425	0.404	0.326	0.104
	MgCO_3	0	36.40	9.15	152.80	14.03	6.66	0.339	0.314	0.273	0.084
		50	83.03	13.77	206.55	17.35	11.68	0.461	0.403	0.306	0.105
		100	126.70	19.85	272.00	21.35	17.28	0.509	0.488	0.363	0.123
		Ort.	77.52	14.01	211.48	17.95	11.49	0.445	0.409	0.325	0.107
MgO	0	36.78	9.10	154.40	14.57	6.82	0.333	0.317	0.273	0.084	
	50	86.66	14.08	213.93	18.08	11.37	0.435	0.410	0.343	0.112	
	100	123.97	19.56	263.65	20.28	16.24	0.525	0.491	0.355	0.124	
	Ort.	77.97	14.03	211.54	18.24	11.19	0.437	0.412	0.334	0.108	
Topraklar, 1 nolu toprak			67.99b	10.13b	163.8b	15.97b	7.58b	0.352b	0.312b	0.227b	0.076b
2 nolu toprak			79.74a	14.13a	207.7a	21.85a	10.24a	0.425a	0.399a	0.318a	0.103a
Kireçleme Dozları, 0			29.46c	7.08c	122.5c	10.90c	5.29c	0.275c	0.251c	0.207c	0.067c
50			75.90b	12.37b	192.5b	19.14b	9.21b	0.411b	0.370b	0.286b	0.094b
100			116.24a	16.95a	242.3a	26.70a	12.24a	0.479a	0.446a	0.324a	0.107a
Kireç materyali, CaCO_3			71.31b	11.89	181.7	22.58a	7.45b	0.384b	0.341b	0.268	0.086b
CaO			70.32b	11.72	186.3	22.91a	7.59b	0.377b	0.349b	0.273	0.088ab
MgCO_3			77.91a	12.43	187.7	15.13b	10.44a	0.408a	0.363a	0.274	0.091ab
MgO			75.94ab	12.48	187.3	15.02b	10.17a	0.384b	0.369a	0.274	0.093a

Topraklar esas alındığında 1 nolu toprakta ortalama kaldırılan besin maddesi miktarı 266.40 ve 2 nolu toprakta 334,90 mg/saksı olup daha yüksektir. Toprakta kaldırılan besin maddesi miktarının 2 nolu toprakta daha yüksek olması, kireçleme öncesi başta pH olmak üzere bazı toprak özelliklerine ve elde edilen kuru madde miktarlarına bağlıdır.

Besin maddesi alımındaki artış makro elementlerde (makro besin maddelerinde ortalama %71, mikro besin maddelerinde %39) daha belirgindir. Bu husus, kireçlemeye bağlı olarak bazı toprak özelliklerinin (pH yükselmesi, mikrobiyal aktivitenin artması, strüktürün düzelmesi vs.) iyileşmesiyle toprakta N, P yarayırlılığının artmasına, Ca ve Mg noksanlıklarının ve Al, Fe ve Mn toksitesinin giderilmesine dolayısıyla da bitki gelişimine bağlanabilir. Mikro besin maddeleri alımındaki artışın oransal olarak düşük olması ise kireçlemeye bağlı olarak toprakta mikro besin maddelerinin yarayırlılıklarının azalmasına ve bitkiler tarafından daha az alınmalarına bağlanabilir.

Bitkilerin topraktan kaldırdıkları besin maddelerinin istatistiksel analizinde, topraktan kaldırılan N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu miktarı üzerine toprakların, kireçleme dozlarının ve kireçleme materyallerinin etkisinin önemli ($p < 0.01$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Benzer sonuçların alındığı araştırmalarda mevcuttur (Sezen, 1981; Aydın ve ark., 1997; Şimşek ve Aydın, 2002).

SONUÇ

Denemeden elde edilen sonuçlara göre topraklara uygulanan kireç miktarı arttıkça toprak pH'sı, baz doygunluğu, değişebilir Ca+Mg, yarayırlı P içeriği ile bitki kuru madde miktarı ve bitkilerin N, P, Ca ve Mg içerikleri artmış; toprakların hidrojen doygunluğu, değişebilir K, değişebilir Al+H, elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri ile bitkilerin K, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri azalmıştır. Ayrıca uygulanan kireç dozu arttıkça topraktan kaldırılan besin maddeleri miktarları artmıştır. Besin maddesi alımındaki artış, oransal olarak makro besin maddelerinde (%71), mikro besin maddelerine göre (%39) daha yüksek olmuştur.

KAYNAKLAR

- Amarasiri, S. L. and Olsen, S. P., 1973. Liming as related to solubility of P and plant growth in an acid tropical soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 37: 716-721.
- AOAC, 1990. In: Helrich, K (Ed.), *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Washington, DC.
- Ateşalp, M. 1977. Aşırı kireçlemenin Doğu Karadeniz Bölgesi asit topraklarının makro ve mikro besin maddeleri kapsamına ve verimlerine etkisi. Köy işleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müd. Toprak ve Gübre Araş.Enst. Müd. Yayınları Genel Yayın No;72, Rapor Yayın No;8.

- Aydın, A. ve Y. Sezen 1990. Kireçlemenin Doğu Karadeniz Bölgesi Asit Topraklarının Bazı Özellikleri ile Bazı Makro ve Mikro Besin Elementlerinin Elverişliliğine Etkisi. *Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ziraat Dergisi* 21(1), 95-105.
- Aydın, A., Sezen, Y. ve Özgül, M. 1997. Asit Topraklara İlave Edilen Kirecin Toprakların Yarayırlı Zn Elverişliliğine ve Mısır Bitkisinin Zn Alımına Etkisi. I. Ulusal Çinko Kongresi 12-16 Mayıs, Eskişehir.
- Binkley, D. and P. Sollins. 1990. Factors determining differences in soil pH in adjacent conifer and alder-conifer stands. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:1427-1433.
- Estrade, J. and Cummings, C. A. 1968. Effects of lime and phosphorus treatments in specific horizons of acid soil in growth and chemical content of corn. *Agron. J.* 60: 447-450.
- Feger, K. H., Zöttl, H. W. and Brahmer, G. 1991. Assessment of the ecological effects of forest fertilization using an experimental watershed approach. *Fert. Res.*, 27: 49-61.
- Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986. Particle-Size Analysis. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Second Ed. Agronomy No:9. 2. Ed. P:383-409.*
- Ignatief, V., and H.J. Page. 1965. Gübrelerin Etkili Bir Şekilde Kullanılmaları. 2. Baskı Çeviren: Nurinnisa Özbek. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayın. No:420, ders Kitabı No:147.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları 453, Uygulama Klavuzu 155, Ankara.
- Kacar, B. 1984. Çayın Gübrenmesi. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, *Topraksu Dergisi*. Sayı; 16, S; 25-31.
- Lindsay, W. L. and Norwell, W. A. 1969. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33, 49-54.
- Martini, J.A. and R. G. Mutters. 1985a. Effect of lime rates on nutrient availability, mobility and uptake during the soybean growing season; 1. Al, Mn and P. *Soil Sci.* 139:219-226.
- Martini, J.A. and R. G. Mutters. 1985b. Effect of lime rates on nutrient availability, mobility and uptake during the soybean growing season; 2. Ca, Mg, K, Fe, Cu and Zn. *Soil. Sci.* 139; 333-343.
- McLean, E. O. 1982. Soil pH and Lime Requirement. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Second Ed. Agron. N:9. 2. Ed. P:199-224.*
- Mulder, J. Van Breeman, N. and Eijk, H. C. 1989. Depletion of soil Aluminum by acid deposition and in plications for acid neutralization. *Nature.* 337:247-249.
- Nelson, D.W. and Sommers, L. E., 1982. Organic Matter. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Ed. Agron. N:9. 2. Ed. P:574-579.*
- Nihlgard, B., Nilsson, S. I. and Popovic, B. 1988. Effects of lime on soil chemistry in: F. Andersson and T. Persson (editors), *Liming as a measure to improve soil and tree condition in areas affected by air pollution. National Swedish Environmental Protection Board, report 3518. Solna. pp. 27-39.*
- Olsen, S.R. and Summer, L.E., 1982. Phosphorus. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Ed. Agron. N:9. 2. Ed. P:403-427.*
- Oruç, N. 1973. Rize ve havalisindeki asit toprakların kireç ihtiyaçlarının tayininde kullanılacak çeşitli metodlar üzerinde araştırmalar. Atatürk Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları no; 102.
- Oster, J. D. 1982. Gypsum usage in irrigated agriculture. A review. *Fert. Res.* 3:73-89.
- Ponette, Q., Belkacem, S. and Nys, C. 1996. Ion dynamics in acid forest soil as affected by addition of Ca fertilizers. *Geoderma* 71 (1996), 53-76.
- Rhoades, J. D. 1982. Cation Exchange Capacity. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Ed. Agronomy. No: 9. Part 2. Ed. P:149-157.*

- Roberts, T. M., Skeffington, R. A. and Blank, L. W. 1989. Causes of type1 spruce decline in Europe. *Forestry*, 62: 179-222.
- SAS 1982. SAS Users guide. SAS Institute, Cary, N.C.
- Sezen, Y. 1981. Asit topraklara kireç ilavesinin fosfor ve potasyum elverişliliğine etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi Cilt:12, Sayı: 1, S: 71-83.
- Smith, C. J., Peoples, M. B., Keerthisinghe, G., James, T. R., Garden, D. L. and Tuomi, S. S. 1994. Effects of surface applications of lime, gypsum and phosphogypsum on the alleviating of surface and subsurface acidity in a soil under pasture. *Aust. J. Soil Res.* 32: 995-1008.
- Smilde, K. W. 1973. Phosphorus and micronutrient metal uptake by phosphate and lime applied to an acid sandy soil. *Plant and Soil*, 39 : 131-138
- Sumner, M. E. 1990. Gypsum as an ameliorant for the subsoil acidity syndrome. Project no. 83-01-024R. Florida Inst. of Phosphat Research.
- Şimşek, U. and A. Aydın, 2002. Effects of Lime Application on Some Soil Properties and Mineral Composition and Growth of Corn. International Conference on Sustainable Land Use and Management "Sharing Experiences Sustainable Use of Natural Resources" 10-13 June 2002, Çanakkale-Turkey.
- Thomas, G. W. 1982. Exchangeable Cations. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties* Second Ed. Agronomy. No: 9 . Part 2. Ed. P:159-165.
- Turan, M., Y. Sezen and A. Aydın, 2002. Effect of Different Doses of Lime Material on Soil Properties and Growth of Spinach (*spinacia oleracea*). International Conference on Sustainable Land Use and Management "Sharing Experiences Sustainable Use of Natural Resources"10-13 June2002, Çanakkale-Turkey
- Zhu, B. and Alva, A. K. 1993. Differential adsorption of trace metals by soils as influenced by exchangeable cations ionic strength. *Soil Sci.* 155: 61-66.