

TOPRAKLARDA MEVCUT DEĞİŞEBİLİR KATYONLARIN TAYİNİ VE BASİT BİR METODUN SEÇİMİ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

M. Turgut SAĞLAM¹

Ö Z E T

Topraklarda mevcut Na^+ , K^+ , Ca^{++} ve Mg^{++} gibi değişebilir katyonların tayini için çok çeşitli metodlar geliştirilmiştir. Tavsiye edilen metodlardaki temel prensip; toprağı başka bir katyon ile muamele ederek değişebilir katyonlarla bu katyonun yer değiştirmesini sağlamak ve solusyona geçen katyonları uygun bir metod yardımıyla tayin etmektir. Bazı avantajları dolayısıyla, bu maksatla çoğunlukla 1 N amonyum asetat kullanılmaktadır. Çalışmanın gayesi, amonyum asetat metodu ile uygunluk halinde olan daha basit bir metodun seçimidir.

Araştırmada, U. S. Salinity Lab. Staff (1954) tarafından teklif edilen metod ile bulunan değişebilir katyonların miktarı, standart olarak kabul edilmiştir. Diğer taraftan; 3 gr. toprak örneğı 15, 25, 40 ve 50 ml. amonyum asetat ve 10, 20 ve 30 dakikalık çalkalama müddetleri kullanılarak ekstrakte edilmiş ve elde edilen değerler standart metod ile mukayeseye tabi tutulmuştur. Çalışmada 5 farklı bölgeden alınan 10 adet yüzey toprak örneğı kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, 25 ml amonyum asetat ile 10 dakika karşılaştırılan ve süzülen solusyonlardaki Na ve K miktarları, standart metod ile benzerlik göstermektedir. Serbest kreç ve tuz ihtiva eden topraklarda bulunan $Ca+Mg$ mik-

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Üyesi.
Ziraat Dergisi Komisyonuna Geliş Tarihi 28.5.1975.

tarları katyon değişim kapaistesini geçmekte ve bu tip topraklarda daha başka yöntemlerin uygulanması gerekmektedir. Kireçli olmayan topraklarda ise bu yolla elde edilen solusyonlarda Ca+Mg tayinleri yapılabilmektedir. Söz konusu basit metodun toprak analiz laboratuvarlarında ve diğer birçok gayeler için kullanılabilceği sonucuna varılmış ve ayrıca tavsiye edilen bu metodun tuzlu ve sodyumlu olmayan normal topraklar için geçerli olabileceği ileri sürülmüştür.

GİRİŞ

Toprakta mevcut organik ve inorganik kolloidler, sahip oldukları negatif yükler dolayısıyla katyonları tutma ve yer değiştirme özelliğine sahiptirler. Topraklarda tutulan en önemli katyonlar Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ ve H^+ dir. Arid bölge topraklarında Ca ve Mg hakim durumdadır. Normal topraklarda sodyumun miktarı pek az olmakla beraber, sodik topraklardaki sodyumun miktarı katyon değişim kapasitesinin (KDK) % 15 ni geçer. Çok kuvvetli asit topraklarda ise, toprak kolloidleri H yanında bir miktar da Al^{+++} , $Al(OH)^{++}$ ve $Al(OH)_2^+$ gibi katyonlarla doyurulmuş olabilirler.

Verimlilik maksadı ile yapılan çoğu analizlerde, besin elementi olması bakımından Ca, Mg ve K tayinlerine yer verilmekte ve tuzlu ve sodyumlu topraklarda da Na tayinleri yapılmaktadır. Topraklarda mevcut değişebilir amonyumun miktarı genellikle çok az olduğu için ihmal edilmektedir. Bir gübre elementi olması bakımından potasyuma özel bir yer verilmekte ve toprak tahlil laboratuvarlarında öncelikle K tayini yapılarak gübre tavsiyesinde bulunmaktadır.

Toprakta değişebilir katyonların tesbiti için çok sayıda metod geliştirilmiştir. Kullanılan bütün metodlardaki temel prensip; toprağı, içerisinde başka bir katyon bulunan bir solusyonla muamele ederek katyonların yer değiştirmesini sağlamak ve solusyona geçen katyonları uygun bir metodla tesbit etmektir. NH_4Cl , CH_3COONH_4 , $NaCl$, CH_3COONa ve $BaCl_2$ bu gaye için kullanılan tuzlar arasındadır. Bunlar içerisinde en çok kullanılan ve rağbet gören amonyum tuzlarıdır. Kelley (1960) e göre amonyum tuzlarının kullanılması şu avantajlara sahiptir; a -) Amonyum tuzları kolaylıkla ayrışır veya gaz şeklinde uçarlar, b -) Topraktaki değişebilir amonyum miktarı çoğunlukla pek azdır. Bu nedenle, topraktaki değişebilir katyonların ekstrakte edilmesinde genellikle pH değeri 7 olan bir normal amonyum asetat (CH_3COONH_4) kullanılmaktadır. Amonyum asetatın ilave bir avantajı ise, tamponlanmış olmasıdır (Chapman, 1965).

Topraktaki değişebilir katyonların ekstrakte edilmesi için kullanılan 1 N amonyum asetatın miktarı, çeşitli araştırmacılar tarafından farklı olarak verilmektedir. U.S.

Salinity Lab. Staff (1954), 4-6 gr. toprağın 3 defa 33 ml amonyum asetat ile çalkalanıp santrifüj edilmesini ve son hacmin 100 ml olacak şekilde ayarlanmasını tavsiye etmektedir. Pratt (1965), benzer işlemin 4 defa 25 ml amonyum asetat ile yürütülmesini önermektedir. Jackson (1958), bu maksatla 50 gr. toprak örneğinin 500 ml amonyum asetat ile yıkanmasını ileri sürmektedir. Bazı laboratuvarlarda ise, toprak 200 ml amonyum asetat ile yıkanmakta ve son hacim 200 ml ye tamamlanmaktadır. Toplanan bu solusyonlarda Na, K ve bazı durumlarda da Ca + Mg tayinleri yapılmaktadır.

Toprakta tutulmuş olan katyonların yer değiştirmesine etki eden en önemli faktörler; reaksiyon müddeti, ısı, toprak - solusyon oranı, konsantrasyon, katyonların ve değişim materyalinin tipi dir. Kullanılan solusyon miktarı ile reaksiyon müddetinin artması, diğer bir ifade ile çalkalama müddetinin arttırılması halinde, serbest hale geçen katyonların da arttığı genellikle kabul edilmektedir. Benzer şekilde toprak - solusyon oranının azalması, yine serbest hale geçen katyon miktarını arttırmaktadır. Ancak, her iki durumda meydana gelen artışların her zaman aynı nisbette olmadığı ve artışların azalarak artan bir durum gösterdiğini dikkate almak gerekir.

Değişebilir katyonların tesbiti için tavsiye edilen metodlarda, kullanılan amonyum asetatın miktarı 100-500 ml arasında değişmektedir. Toprak ve solusyon miktarının

azaltılması ve bu arada çalkalama müddetinin arttırılması ile benzer miktarlarda katyon ekstrakte edilebileceği düşünülmüş ve bu çalışmaya girilmiştir. Çalışmanın gayesi, değişebilir katyonlar ve özellikle Na ve K yönünden amonyum asetat (AA) metodu ile uygunluk halinde bulunan daha basit bir metodun seçimidir.

MATERYAL VE METOD

Araştırmada; Erzurum Ovasından 2, Hasankale Ovasından 2, Erzincan Ovasından 1, Bayburt Ovasından 2, ve Rize Bölgesinden 3 olmak üzere toplam olarak 10 yüzey toprak örneği kullanılmıştır. Toprak örneklerinden ilk 5 tanesi Sağlam (1974) dan, diğer 5 tanesi ise Bayraklı (1974) dan temin edilmiştir. Çalışmada 2 mm lik elekten geçirilmiş örnekler kullanılmış ve toprakların alındıkları yerler ile bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1 de verilmiştir. Tablo 1 de verilen değerler, CaCO₃ hariç olmak üzere adı geçen çalışmalardan alınmıştır. Bu konuda daha geniş bilgi Sağlam (1974) ve Bayraklı (1974) dan temin edilebilir.

Tablo 1 in tetkikinden de anlaşıldığı gibi, örneklerin pH değerleri 4.10 ile 8.40, CaCO₃ miktarları % 0-16.59 arasındadır. Toprakların katyon değişim kapasiteleri 10.97 - 38.70 me./100 gr. arasında olup, tektürleri de Kil den Kumlu Tına kadar değişmektedir.

TABLO 1

Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alındıkları yerler ve bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak No.	Alındığı yer	pH (1:2.5)	CaCO ₃ (%)	Katyon Değişim kapasitesi (me./100 gr.)	Tekstür Sınıfı
1	Erzurum	7.22	0.09	10.97	Kumlu Killi Tın
2	Erzurum	8.33	1.38	11.06	Kumlu Tın
3	Hasankale	7.78	eser	33.14	Kil
4	Hasankale	8.22	4.83	18.26	Killi Tın
5	Erzincan	8.40	16.59	12.23	Killi Tın
6	Bayburt	6.70	—	30.90	Kil
7	Bayburt	7.05	—	35.20	Kumlu Killi Tın
8	Rize	5.10	—	30.40	Killi Tın
9	Rize	4.10	—	38.70	Killi Tın
10	Rize	6.30	—	12.20	Kumlu Tın

Çalışmada, U.S. Salinity Lab. Staff (1954) tarafından teklif edilen metod standart olarak kabul edilmiştir. 5 gr. toprak örneği, 3 defa 33 ml 1 N Amonyum asetat ile 5 dakika çalkalanmış ve 5 dakika santrifuj edilmiştir. Üstte kalan berrak solusyon 100 ml lik bir balonda toplanmış ve son hacim 100 ml olacak şekilde tamamlanmıştır.

Değişebilir katyonların ekstrakte edilmesi için uygulanan diğer muamelelerde, 3 gr. toprak örneği alınarak Tablo 2 de gösterildiği şekilde farklı miktarlarda 1 N amonyum asetat ve farklı çalkalama müddetleri uygulanmıştır. Çalkalamadan hemen sonra toprak + AA karışımı filtre kağıdı kullanılarak süzülmüştür. Gerek bu süzüklerde ve gerekse standart olarak kabul edilen metod için top-

lanan solusyonda Na, K ve Ca+Mg tayinleri yapılmıştır.

Na ve K tayininde Lange Model B Alev Fotometresi ve Ca+Mg tayininde ise, EDTA titrasyonu (U. S. Salinity Lab. Staff, 1954) uygulanmıştır. Toprak Örneklerinin % CaCO₃ muhtevaları volümetrik kalsimetre metodu ile tesbit edilmiştir (Allison ve Moodie, 1965). İstatistikî analizlerde Şansa Bağlı Tam Bloklar Deneme Planı uygulanmış (Düzgüneş, 1963) ve farklı muamelelerin tesbiti için Duncan'ın Yeni Değişim Testi kullanılmıştır (Steel ve Torrie, 1960).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1. Standart Metod :

Kullanılan toprak örneklerinin standart olarak kabul edilen me-

TABLO 2

Üç gram toprak örneğinin ekstraksiyonu için uygulanan muameleler

Muamele	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	D ₃	E ₁	E ₂	E ₃
Kullanılan AA (ml)	15	15	15	25	25	25	40	40	40	50	50	50
Çalkalama (dak.)	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30

toda göre bulunan değişebilir Na, K, ve Ca + Mg değerleri Tablo 3 te verilmiştir. Buna göre; toprakların Na miktarları 0.04 - 0.52, K mik-

tarları 0.23 - 2.20 ve Ca + Mg miktarları ise 9.90 - 61.77 me./100 gr. arasında değişmektedir.

TABLO 3

Toprak örneklerinin standart metoda göre bulunan değişebilir Na, K ve Ca + Mg miktarları (me./100 gr.)

Toprak No.	N	K	Ca + Mg
1	0.28	0.92	13.46
2	0.52	1.33	43.95
3	0.21	2.20	33.66
4	0.17	1.17	61.77
5	0.45	0.76	59.79
6	0.07	0.33	24.15
7	0.26	0.30	34.05
8	0.13	0.41	19.00
9	0.08	0.28	11.08
10	0.04	0.23	9.90
Ortalama	0.20	0.79	31.08

Elde edilen bu değerlerin diğer muameleler ile mukayesesine geçmeden önce «Standart Metod» terimi üzerinde kısaca durmak

faydalı olacaktır. Burada «Standart Metod» teriminden kasdedilen husus, bu metodun en doğru ve güvenilir sonucu verdiği anla-

mında değildir. Aynı toprağın farklı metodlarla tesbit edilen değişebilir katyonlarının miktarı, birbirinden farklı olabilir. Zira her metodun tatbikinde uygulanan çalkalama müddeti, toplanan süzük miktarı ve tayinde kullanılan solusyonun pH değeri birbirinden farklıdır. Katyonların yer değiştirmesine tesir eden etkenler dik-kate alındığında, elde edilebilecek farklılıkların doğal olarak kabul edilmesi gerekir. Ancak, metodlar arasındaki farklılığın çok fazla olmaması gerektiği de hatırdta tutulmalıdır. Değişebilir katyonlar tesbit edilirken yapılan metod seçiminde, en önemli faktör labaratuvar imkanlarıdır. Örneğin, BaCl₂-Triethanolamine metodu kireçli topraklar için uygun bir metod olarak tavsiye edilmektedir (Jackson, 1958; Kelley, 1960). Ancak, ortamda büyük ölçüde Ba bulunması halinde Ca tayini yapılamamakta ve Ba un ortamdan uzaklaştırılması gerekmektedir (Heald, 1965). Bu ve buna benzer nedenlerle,

araştırmada U.S. Salinity Lab. Staff (1954) tarafından ileri sürülen metod standart olarak kabul edilmiştir.

2. Standart Metod İle Uygulanan Diğer Muamelelerin Mukayesesi :

a) Sodyum

Araştırmada uygulanan farklı miktarlardaki AA ve değişik çalkalama müddetleri için elde edilen ortalama Na miktarları Tablo 4 te gösterilmiştir. Tablo 4 teki değerler 10 toprağın ortalamasıdır. Uygulanan muamelelere karşılık elde edilen Na miktarlarına, standart metod yoluyla elde edilen Na miktarları da dahil edilerek istatistiki analizler yapılmış ve muamelelerin farklı olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan istatistiki analiz sonucunda, gerek topraklar ve gerekse muameleler arasında çok önemli bir farklılık olduğu tesbit edilmiştir.

TABLO 4

Farklı miktarlarda amonyum asetat (AA) ve değişik çalkalama müddetlerinde elde edilen Na miktarları (Değerler 10 toprağın ortalamasıdır)

Muamele	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	D ₃	E ₁	E ₂	E ₃
Ortalama	0.18	0.19	0.20	0.18	0.19	0.21	0.19	0.19	0.19	0.16	0.16	0.18
(me./100 gr.)												

Muameleler arasındaki farklılığın ortaya çıkarılması için uygulanan işlemler, sadece E₁ ve E₂ muamelesinin standart metoddan

farklı olduğunu (% 5 ihtimal sınırları için), diğerlerinin ise standart metod ile aynı popülasyondan geldiklerini göstermiştir.

Elde edilen bu sonuçlara göre, E₁ (50 ml, 10 dak.) ve E₂ (50 ml, 20 dak.) muameleleri standart metoda göre farklı sonuçlar vermekte, diğer bütün muameleler ise standart metoda benzer neticeler göstermektedir. Burada akla gelen ilk soru, E₁ ve E₂ muamelelerinin farklı olması yanında E₃ muamelesinin neden farklı olmadığıdır. E₁ ve E₂ ile elde edilen ortalama değerler diğerlerinden ve E₃ (50 ml, 30 dak.) ten oldukça düşüktür. E₁ ve E₂ de bir azalma gösteren ortalama değerlerin, E₃ te yeniden yükselmesini izah etmek oldukça güçtür ve bu konuda belirli bir sebep gösterilememektedir. E₃ muamelesindeki miktarların artması bir bakıma normal sayılabilir. Ancak, E₁ ve E₂ ile E₃ arasındaki bu derece farklılığın nedenini açıklamak hayli zordur.

Sodik topraklar hariç, topraklardaki sodyum miktarı genellikle azdır. Bu araştırmada kullanılan toprak örneklerinin Na miktarları da çoğunlukla pek azdır. Az miktardaki sodyumun tesbitinde, özellikle alev fotometresi ile okuma esnasında bazı zorluklar

ortaya çıkmakta ve hassasiyet azalmaktadır. Kullanılan solusyon miktarının artırılması ve 100 - 500 ml amonyum asetat kullanılması halinde, konsantrasyon daha da azalmakta ve ortamdaki sodyumun tesbit edilmesi oldukça güçleşmektedir. Az miktardaki solusyon ile toprağın ekstrakte edilmesi ile ortamdaki Na konsantrasyonunun yükseltilmesi ve hassasiyetin artırılması imkân dahilindedir. Bu nedenle, daha az solusyon kullanılmasının bazı avantajları olduğu ortaya çıkmaktadır.

b) Potasyum

Toprak örneklerinin uygulanan muameleler ile ilgili olarak elde edilen ortalama K miktarları Tablo 5 te verilmiştir. Standart metod da dahil edilerek yapılan istatistiki analizde, gerek topraklar ve gerekse muameleler arasında çok önemli bir farklılık olduğu tesbit edilmiştir. Farklı muamelelerin tesbiti için uygulanan Duncan Testi; E₁, E₂ ve E₃ hariç diğer muamelelerin standart metod ile aynı populasyondan (% 1 ihtimal sınırları için) geldiklerini göster-

TABLO 5

Farklı miktarlarda amonyum asetat ve değişik çalkalama müddetlerinde elde edilen K miktarları (Değerler 10 toprağın ortalamasıdır)

Muamele	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	D ₃	E ₁	E ₂	E ₃
Ortalama (me./100 gr.)	0.72	0.74	0.74	0.73	0.72	0.77	0.79	0.77	0.77	0.98	0.96	1.06

mektedir. E₁, E₂ ve E₃ muameleleri ise, diğer muamelelerden farklılık arz etmektedir. Ortalama değerlerden de müşahade edildiği gibi E₁, E₂ ve E₃ muamelelerinde elde edilen K miktarları (sırasıyla ortalama 0.98, 0.96 ve 1.06 me./100 gr.) standart metoddan (0.79 me./100 gr.) ve diğer muamelelerden oldukça fazladır. D₃ muamelesine (40 ml, 30 dak.) kadar elde edilen miktarlar standart metod ile benzerlik göstermekte ve solusyon miktarının 50 ml ye çıkarılması halinde ise, ekstrakte edilen K miktarları önemli ölçüde artmaktadır.

c) Kalsiyum + Magnezyum

Farklı miktarlardaki AA ve değişik çalkalama müddetleri için elde edilen Ca + Mg miktarları Tablo 6 da gösterilmiştir. Toprakların CaCO₃ muhtevaları farklı olduğundan, tatbik edilen muamelelere karşı topraklardan ekstrakte edilen Ca + Mg miktarları topraktan toprağa büyük ölçüde değişiklik göstermiştir. Bu nedenle Tablo 6 da, uygulanan bütün muamelelere karşılık elde edilen değerlerin verilmesi uygun bulunmuştur.

TABLO 6

Farklı miktarlardaki amonyum asetat ve değişik çalkalama müddetleri için elde edilen Ca + Mg miktarları (me./100 gr.)

Muamele	Topraklar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B ₁	13.36	25.24	30.81	33.66	26.73	21.28	32.17	18.31	9.40	8.41
B ₂	13.36	26.23	33.83	35.14	28.21	22.27	32.67	18.81	9.90	8.91
B ₃	13.86	29.20	34.82	37.12	28.21	21.78	32.18	18.81	9.90	8.91
C ₁	12.77	32.13	32.96	41.20	34.60	22.24	32.13	18.95	9.88	9.06
C ₂	14.00	33.78	32.96	43.26	36.25	22.24	32.13	18.95	10.30	8.24
C ₃	14.00	36.66	32.96	45.32	37.90	23.48	32.13	18.54	9.88	9.88
D ₁	13.67	39.18	33.66	53.38	47.86	23.67	33.40	19.46	14.46	9.46
D ₂	14.46	43.65	34.45	57.59	49.70	23.93	33.66	19.46	14.46	9.46
D ₃	17.79	44.81	38.22	57.99	52.72	30.31	36.24	21.08	11.86	11.20
E ₁	16.48	42.02	36.25	58.50	56.85	26.36	33.78	22.24	12.36	14.83
E ₂	16.48	47.79	36.25	65.92	59.32	28.01	38.72	23.98	14.00	14.00
E ₃	16.48	48.61	36.25	64.27	63.44	28.01	41.20	23.89	13.18	12.36

Standart metod ile elde edilen değerler de dahil edilerek yapılan istatistiki analizde, gerek topraklar ve gerekse muameleler arasında çok önemli bir farklılık olduğu tesbit edilmiştir. Duncan Testi D_1, D_2, D_3 ve E_1, E_2, E_3 muamelelerinin standart metod ile aynı popülasyondan (% 5 ihtimal sınırları için) geldiklerini, diğer muamelelerin ise ($B_1, B_2, B_3, C_1, C_2, C_3$) standart metod ile benzer sonuçlar vermediğini göstermektedir. Bu duruma göre, 40 ve 50 ml AA kullanılması halinde elde edilen değerler, standart metod yoluyla bulunanlara benzer olmaktadır. Her toprağın durumu birbirinden farklı olmakla beraber, genel bir ifade olarak solusyon miktarı ve çalkalama müddeti arttırıldıķca solusyona geçen Ca+Mg miktarları da artmaktadır. Ortaya çıkan artışlar, $CaCO_3$ ihtiva eden topraklarda çok fazla, diğerlerinde ise azdır. Örneğin, % 4.83 ve % 16.59 oranında $CaCO_3$ ihtiva eden 4 ve 5 numaralı topraklarda, ilk muameleye (B_1) göre son muamelede (E_3) meydana gelen artışlar sırasıyla % 90 ve % 137 dir. Buna karşılık $CaCO_3$ ihtiva etmeyen 8 numaralı topraktaki artış ise % 30 civarındadır.

Değişebilir Ca+ Mg için elde edilen bu sonuç, aslında büyük bir anlam taşımaz. Zira, araştırmada kullanılan toprak rneklerinin $CaCO_3$ miktarları birbirinden farklıdır. Bu nedenle, kireç ihtiva etmeyen 5 toprak rneği (6, 7, 8, 9 ve 10 numaralı topraklar) seçilmiş ve aynı istatistiki desen kul-

lanılarak yeniden analize tabi tutulmuştur. Yapılan istatistiki analizde, yine topraklar ve muameleler arasında çok önemli farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır. Uygulanan Duncan Testi; E_1, E_2, E_3 ve D_3 muameleleri hariç, diğerlerinin standart metod ile aynı popülasyondan (% 5 ihtimal sınırları için) geldiklerini göstermiştir. Bu duruma göre, 15 ve 25 ml lik bütün muameleler ile 40 ml amonyum asetatın 10 ve 20 dakikalık çalkalama müddetleri standart metod ile benzer sonuçlar vermektedir

Grldği gibi, gerek kireçli ve gerekse kireçsiz topraklarda solusyon miktarı ve çalkalama müddeti arttırıldıķca, değişebilir Ca + Mg miktarında da bir artış meydana gelmektedir. $CaCO_3$ ihtiva eden topraklardaki bu artış, büyük lde $CaCO_3$ in eririliliği ile ilgilidir $CaCO_3$, pH değeri 7 olan AA içerisinde erimekte ve bu nedenle değişebilir Ca + Mg miktarı yüksek bulunmaktadır. Ortaya çıkan bu zorluklardan dolayı serbest karbonat, jibs ve fazla tuz ihtiva eden topraklarda değişebilir Ca + Mg un llmesi tavsiye edilmemektedir (Heald, 1965). Serbest kireç ihtiva etmeyen topraklarda meydana gelen artışların ise, toprak - solusyon oranı ve çalkalama müddeti ile ilgili olduğu ileri sürülebilir.

Serbest kireç ihtiva eden topraklarda ortaya çıkan bu tip zorluklar nedeniyle bazı araştırmacılar; toprağın pH değeri 8.2 olan $BaCl_2$ - Triethanolamine ile ekstrakte edil-

mesini, CaCO_3 ın bu solusyon içerisinde erimediğini ve bu suretle daha önce belirtilen zorlukların giderilebileceğini bildirmektedirler (Kelley, 1960). Jackson (1958) a göre, BaCl_2 - Triethanolamine kullanılması halinde; teşekkül eden BaCO_3 , kalsit ve dolomit parçacıklarının yüzeyini kaplamakta ve adı geçen mineralleri eriyemez duruma getirmektedir. Ancak, değişebilir katyonların ekstrakte edilmesinde BaCl_2 - Triethanolamine kullanılması ile diğer bazı zorluklar ortaya çıkmaktadır. Ortamda Ba bulunması halinde; Ba, EDTA ile erirliliği düşük olan bir kompleks meydana getirmekte ve solusyondaki Ca + Mg tesbit edilememektedir. Bu nedenle, ortamdaki Ba un, BaSO_4 olarak uzaklaştırılması gerekmekte ve bu işlem de oldukça fazla zaman almaktadır. Genel bir kaide olarak, ortamdaki Ba konsantrasyonu kalsiyuma erişme-

diği müddetçe herhangi bir problem söz konusu değildir (Heald, 1965). Topraklarda mevcut Ba miktarı çoğunlukla problem yaratacak ölçüde değildir. Fakat eksraksiyonda BaCl_2 - Triethanolamine kullanılması halinde, daha önce belirtilen zorluklar ortaya çıkmaktadır.

Araştırmacı, daha önce yapmış olduğu bir çalışmada (Sağlam, 1974), BaCl_2 - Triethanolamine ile ekstrakte ettiği ilk beş toprağın Ca + Mg miktarlarını, atomik absorbsiyon cihazı ile tesbit etmiştir. Gerek AA ile ekstrakte edilen ve gerekse BaCl_2 - Triethanolamine ekstrakte edilen Ca + Mg miktarlarını, ilk beş toprak için karşılaştırmak faydalı olacaktır (Tablo 7). Diğer taraftan, aynı tabloda mukayese etme bakımından bu toprakların katyon değişim kapasiteleri de verilmiştir.

TABLO 7

Bir-5 numaralı toprakların amonyum asetat ve BaCl_2 - Triethanolamine ile ekstrakte edilen Ca + Mg miktarları ve katyon değişim kapasiteleri (KDK)

Toprak No.	Ca + Mg (me./100 gr.)		KDK (me./100 gr.)
	AA	BaCl_2 -Tri.	
1	13.46	11.60	10.97
2	43.95	15.40	11.06
3	33.66	28.66	33.14
4	61.77	21.71	18.26
5	59.79	13.07	12.23

Tablo 7 den de görüldüğü üzere, 5 toprağın AA ile bulunan Ca + Mg miktarları BaCl₂ - Tri. ile bulunanlardan daha fazladır. İki metod arasındaki farklılık topraktan toprağa değişiklik göstermektedir. AA ile elde edilen Ca + Mg miktarları, % 4.83 ve 16.59 oranında CaCO₃ ihtiva eden 4 ve 5 numaralı topraklarda, diğerinden sırasıyla 3 ve 4.5defa daha fazladır. CaCO₃ ihtiva etmeyen veya pek az ihtiva eden 1 ve 3 numaralı topraklarda ise, aradaki fark oldukça azdır. Bu durum, doğrudan doğruya CaCO₃ in bu solusyonlardaki erirliği ile ilgilidir.

Her iki metod ile bulunan Ca + Mg miktarları KDK ile mukayese edildiğinde, AA ile bulunan değerlerin bütün topraklarda KDK ni geçtiği görülür. Aradaki farklılıklar CaCO₃ miktarı ile ilgili olarak artmakta veya azalmaktadır. Örneğin, % 16.59 CaCO₃ ihtiva eden 5 numaralı topraktaki Ca + Mg, KDK den 5 defa daha fazladır. Eser miktarda CaCO₃ ihtiva eden 3 numaralı toprakta ise, Ca + Mg miktarı KDK ne oldukça yakındır. BaCl₂ - Tri. metodu ile bulunan Ca + Mg miktarları, 3 numaralı toprak hariç yine KDK den fazladır. Ancak aradaki farklılıklar çok azdır.

TABLO 8

Üç adet yüzey Nebraska toprağının bazı kimyasal özellikleri, iki ayrı metod ile bulunan değişebilir katyon miktarları ve KDK

Toprak No.	pH (1:2.5)	CaCO ₃ (%)	Değişebilir Katyonlar (me./100 gr.)		KDK (me./100 gr.)	
			AA	BaCl ₂ -TRI.		
1	6,0	—	Na	1.28	1.44	
			K	1.14	1.62	
			Ca	6.44	5.35	9.77
			Mg	2.34	1.72	
			Top.	11.20	10.13	
2	7.0	0.58	Na	1.25	1.64	
			K	1.70	2.01	
			Ca	18.98	14.39	20.99
			Mg	4.40	2.85	
			Top.	26.33	20.89	
3	8.0	7.18	Na	3.29	3.00	
			K	1.45	1.86	
			Ca	34.72	14.00	15.85
			Mg	5.90	2.62	
			Top.	45.36	21.48	

Araştırmacı, Tablo 8 de bazı kimyasal özellikleri verilen 3 adet Nebraska toprağı ile yürüttüğü diğ er bir çalışmada, toprakların de ğişebilir katyon muhtevalarını iki ayrı metod (AA ve BaCl₂ - Tri.) kullanarak tayin etmiştir. Toprakların de ğişebilir katyon miktarları ve KDK de yine aynı tabloda (Tablo 8) gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, 1 numaralı toprakta her iki metod ile ekstrakte edilen katyon toplamı birbirine ve aynı zamanda KDK ne oldukça yakındır. İki numaralı toprakta BaCl₂ - Tri. ile bulunan de ğişebilir katyon toplamı KDK ne çok yakın olup, AA ile bulunan katyon toplamından biraz daha azdır. Üç numaralı toprakta, BaCl₂ - Tri. ile bulunan de ğişebilir katyon toplamı KDK den biraz fazla, AA ile elde edilen toplam ise, KDK nin takriben 3 misli kadardır. Benzer farklılıklar, sadece de ğişebilir. Ca + Mg miktarlarına dikkat edildiği taktirde de müşahade edilebilir. Birinci toprağın Ca + Mg de ğerleri her iki metod için birbirine pek yakındır (8.78 ve 7.07 me./100 gr.) İkinci toprakta AA ile elde edilen Ca + Mg miktarı (23.38 me./100 gr.) diğ erinden (17.24 m./100 gr.) biraz fazla olup, üçüncü toprakta AA ile bulunan de ğer BaCl₂ - Tri. ile elde edilenden (40.62 ve 16.62 me./100 gr.) 2.5 defa daha fazladır.

Görüldüğü gibi, CaCO₃ ihtiva eden topraklarda de ğişebilir Ca + Mg tayini bir sorun olarak karşımıza çıkmakta ve sadece Ca+Mg un miktarı KDK ni büyük ölçüde geçmektedir. Bu nedenle, bu tip

topraklarda BaCl₂ - Tri. metodunun kullanılması veya KDK den de ğişebilir Na + K un çıkarılması suretiyle Ca + Mg un hesaplanması yoluna gidilmesi tavsiye edilmektedir (Kelley, 1960).

TAVSİYELER

Bu araştırma sonuçlarına göre, topraktaki de ğişebilir katyonların tayin edilmesi yönünden bazı tavsiyelerde bulunmak imkan dahilindedir.

a) Sodyum

Çalışmada, standart metod olarak kullanılan metod ve uygulanan diğ er muameleler arasında istatistiki bakımdan çok önemli farklılıklar tesbit edilmiştir. E₁ ve E₂ muameleleri hariç, diğ erleri standart metod ile uygunluk göstermektedir. Gerek 15, 25 ve 40 ml. AA kullanılması ve gerekse de ğişik çalkalama müddetlerinin uygulanması neticeyi pek etkilememektedir. Bu nedenle, standart metod yerine bu muamelelerden herhangi birinin kullanılabilceği ileri sürülebilir. Gerek çalışma kolaylığı ve gerekse yeter ölçüde süzük elde etme bakımından, 25 ml amonyum asetat kullanılması ve 10 dak. çalkalanması uygun olarak mütalâa edilebilir.

b) Potasyum

De ğişebilir K yönünden E₁, E₂, ve E₃ muameleleri hariç, diğ erleri standart metod ile benzer de ğerler vermektedir. E muamelelerinin

dışındaki her muamele standart metod yerine kullanılabilir. Bununla beraber daha önce ileri sürülen nedenlerle, amonyum asetatı 25 ml almak ve 10 dak. çalkalamak çeşitli yönlerden avantajlara sahiptir.

c) Kalsiyum + Magnezyum

Değişebilir Ca + Mg için doğrudan doğruya bir öneride bulunmak zor ve hatalı bir yoldur. Zira, kireçli topraklarda standart metod ile bulunan Ca + Mg miktarlarını bir ölçü olarak kabul etmek doğru değildir. Daha önce izah edilen nedenlerle, bu tip topraklarda yüksek değerler elde edilmektedir. Bu sebeple, CaCO₃ ve fazla miktarda tuz ihtiva etmeyen topraklar için bir öneride bulunulabilir. Çalışma sonuçlarına göre; E₁, E₂, E₃ ve D₃ muameleleri hariç, diğerleri standart metod ile uygunluk halindedir. Yine, 25 ml amonyum asetat ve 10 dak. lık çalkalama müddetinin bu maksat için kullanılabilceği ileri sürülebilir.

Değişebilir Katyonların Ekstrakte Edilmesi için Tavsiye Edilen Metod :

Üç gr. havada kuru toprak örneği alınır ve 25 ml pH değeri 7 olan 1 N amonyum asetat ile bir erlenmayer içerisinde 10 dakika çalkalanır. Karışım bir filtre

kâğıdı kullanılarak süzülür. Alta geçen süzükteki Na ve K alev fotometresi, Ca + Mg ise EDTA ile titrasyon suretiyle tayin edilir. Neticeler me./100 gr. olarak fırında kuru ağırlık esasına göre hesaplanır.

Tavsiye edilen metotta Na ve K için herhangi bir sorun mevcut değildir. Ancak, Ca + Mg tayinleri sadece kireçsiz ve tuz ihtiva etmeyen topraklar için geçerli olabilir. Kireçli topraklarda ise, değişebilir Na + K un KDK den çıkarılması suretiyle Ca + Mg un bulunabileceği hatırlanmalıdır. Diğer taraftan, ileri sürülen bütün bu hususların tuzlu ve sodyumlu olmayan normal topraklar için olduğunu belirtmek faydalı olacaktır.

Önerilen bu metod yardımıyla, daha az iş gücü ve daha az masraf sarfedilerek ve santrüfuje ihtiyaç olmayacağı, değişebilir katyonlar kolaylıkla tayin edilebilir. Sadece masraf yönünden ele alınırsa; tavsiye edilen metod, U. S. Salinity Lab. Staff (1954) tarafından ileri sürülen metoda oranla 4 defa daha ucuzdur. Bu nedenle, söz konusu metod birçok gayelerle ve özellikle Toprak - Su Laboratuvarlarında başarı ile kullanılabilir. Nitekim, Nebraska Üniversitesi Toprak Analiz Laboratuvarında da aynı metod uygulanmaktadır.

SUMMARY

AN INVESTIGATION ON DETERMINATION OF EXCHANGABLE CATIONS IN SOILS AND SELECTION OF A SIMPLE METHOD

A number of methods exist for determination of exchangeable cations, such as Na, K, Ca and Mg in soils. The main principle of the methods is treatment of soil with another cation by which exchangeable cations are replaced and to measure the amount of cations in the solution by a suitable method. In most cases, 1 N ammonium acetad has been used due to some advantages. The purpose of this experiment is to find a more simple method that is in agreement with ammonium acetad method.

In this research, the amount of exchangeable cations found by the method of U.S. Salinity Lab. Staff (1954) is chosen as standard. On the other hand, soil sample of 3 gr. is treated with 15, 25, 40 and 50 ml of ammonium acetad using different shaking time of 10, 20 and 30 minutes. The results obtained from the treatments are compared with standard method. Ten soil samples taken from surface are used in this experiment.

According to the results, the amounts of Na and K obtained from 10 minutes of shaking of the soil samples with 25 ml of ammonium acetad are in agreement with standard method. Ca + Mg in soils containing salt and free carbonate exceeds cation exchange

capacity and some other methods should be used in this kind of soils. In noncalcareous soils, the determination of Ca + Mg in the solution obtained by this way can be measured. The simple method can be used in soil testing laboratories and for some other purposes. Furthermore, this method is valid for nonsaline and nonsodic soils.

FAYDALANILAN YAYINLAR

- Allison, F.E., C.D. Moodie, 1965. Carbonate. In C.A. Black (Ed.). Methods of Soil Analysis, Part 2, Agronomy 9 : 1379 - 1396. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Bayraklı, F., 1974. Bayburt ve Erzincan Ovaları ile Rize Bölgesi Topraklarının Fosfor Durumları Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Erzurum (Basılmamış).
- Chapman, H.D., 1965 Cation - Exchange Capacity. In C.A. Black (Ed.). Methods of Soil Analysis, Part 2, Agronomy 9 : 891 - 901. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Düzgüneş, O., 1963 Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.

Heald, W.R., 1965. Calcium and Magnesium. In C.A. Black (Ed.). Methods of Soil Analysis, Part 2, Agronomy 9 : 999 - 1010. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, U.S.A.

Jackson, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice - Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J., U.S.A.

Kelley, W.P., (Tercüme eden : İlhan Akalan) 1960. Topraklarda Katyon Mübadelesi. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

Pratt, P.F., 1965. Potassium, Sodium. In C.A. Black (Ed.). Methods of Soil Analysis, Part 2, Agronomy 9 : 1022 - 1034. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, U.S.A.

Sağlam, M. T., 1974. Erzurum, Hasankale ve Erzincan Ovası Topraklarında Amonyum Fiksasyonu, Amonyum Fiksasyonu ile Potasyum Arasındaki Bazı İlişkiler, Mineralize Olan Nitrojen ve Nitrojen Kayıpları Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Erzurum (Basılmamış).

Steel, R.G.D., J.H. Torrie, 1960. Principles and Procedures of Statistics. Mc Graw - Hill Book Comp. Inc. New York, U.S.A.

U.S. Salinity Lab. Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agr. Handbook No. : 60, U.S. Dept. Agr. U.S.A.