Toprakta Potasyum Tayininde Kullanılan Bazı Kimyasal ve Biyolojik Yöntem Sonuçlarının Doğal Radyoaktif Potasyum (K-40) Ölçümleriyle Karşılaştırılması Üzerinde Araştırmalar[1*]

Bihter Çolak[2] Rafet Kılınç[3]

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, toprakta K tayini amacıyla kullanılan bazı kimyasal ve biyolojik yöntem sonuçlarının toprakta doğal olarak bulunan K-40 ölçümleriyle karşılaştırmaktır.

Amacın sağlanması için K kapsamları farklı üç toprak ve dokuz K tayini yöntemi kullanılmıştır.

Denemelerden elde edilen sonuçlara göre, toprakların kimyasal yöntemlerle saptanan total ve rezerv kaynaklardan serbest bırakılan K kapsamları, K-40 ölçümlerine oranla ve sırasıyla %25 ve %40 noksan sonuç vermişlerdir.

Neubauer yöntemiyle total potasyumun %2.7'si ölçülmektedir. Araştırmada kullanılan diğer kimyasal yöntemlerle topraktan ekstre edilen K miktarları, total K ölçümlerinin hata sınırları içerisinde kalmış ve bu nedenle karşılaştırma mümkün olamamıştır.

Bu araştırma, K-40 ölçümlerinin toprak verimliliği alanında ve bitki besleme çalışmalarında başarıyla kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Sözcükler: Toprak, K-40, potasyum belirleme yöntemleri, bitki besleme.

---

[1] E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü 2001-ZRF-017 No'lu Y.Lisans Tez Projesi Özetidir.

[2] Arş. Gör. E.Ü.Z.F Toprak Bölümü 35100 Bornova-İzmir, bihter_colak@hotmail.com

[3] Prof. Dr., E.Ü.Z.F Toprak Bölümü

[*] E.Ü.Z.F Dergisi, 2005, 42(1):119-130 tam metin olarak yayınlanmıştır.

Comparison Of The Results Of Chemical And Biological K Determination Methods With The Naturally Radioactive Potassium (K-40) Measurements İn Soils.

ABSTRACT

In the present investigations, three different soil samples and nine K determination methods were used. K-40 measurements were performed using 184 cc P type of γ spectrometer.

According to the results, total and non exchangeable K content of the soils which were determined by chemical methods were respectively found 25 and 40 percent less than K-40 measurements.

The neubauer method's results were found equal to 2.7% of total K contents of the soils which were measured by radiometric methods. Because of too low K quantities extracted from the soils, the other chemical methods have not yielded comperable results.

The present experiments have obviously shown that K-40 measurements can be successfully used in the fields of soil fertility and plant nutrition studies.

Key Words: Soil, K-40, K determination methods, plant nutrition.

GİRİŞ

Toprakların bitki tarafından alınabilir K kapsamlarının ve bitkiye potasyum sağlama güçlerinin doğru olarak saptanması pratik tarım açısından büyük önem taşır. Çünkü rasyonel bir potasyum gübrelemesi yapabilmek ve buna bağlı olarak verim ve kalitenin arttırılması bu kriterlere dayanmaktadır. Toprakların bitki tarafından alınabilir potasyum kapsamlarının belirlenmesinde biyolojik ve kimyasal yöntemler kullanılır. Biyolojik yöntemlerde bitki yetiştirildiği için daha doğru sonuç verirler. Ancak uzun zaman almaları, daha çok işgücü ve masraf gerektirmeleri gibi nedenlerden dolayı günlük (rutin) analizlerde kullanılma olanakları yoktur. Kimyasal yöntemler ise kısa sürede ve kolay sonuç verirler. Fazla işgücü ve masraf gerektirmezler. Bu nedenle, günlük analizlerde kimyasal yöntemlerin kullanılması zorunlu olmaktadır.

Potasyum tayini amacıyla Dünya laboratuarlarında çalkalama süreleri ve kimyasal çözücüleri farklı pek çok analiz yöntemi kullanılmaktadır. Kimyasal yolla belirlenen potasyum miktarları, kuşkusuz, çözücünün topraktan K çözme gücüne ve çalkalama süresine bağlıdır. Bu nedenle ölçülen K miktarları arasında büyük farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca kimyasal yöntemlerin uygulanmaları

sırasında yapılan işlemlerin uzunluğuna bağlı olarak ekstraksiyon kayıpları olabilmekte, süzme aktarma işlemleri ve alet kalibrasyonundan kaynaklanan sistematik hatalar yapılabilmektedir. Bu hataların gübre önerisine yansıması sonucunda fazla veya eksik gübre kullanımı, verim ve kalitede önemli kayıplara yol açabilir. Dünyada yılda 22 milyon ton potasyumlu gübre kullanıldığı düşünülünce, olayın ekonomik boyutları daha iyi anlaşılmaktadır.

Bu araştırma da kimyasal yöntemlerin hata paylarının toprakta doğal olarak bulunan K-40'tan yararlanarak saptanabileceği öngörülmüştür. Çünkü K elementinin %0,0118'i K-40 radyoizotopu halinde ve doğal olarak radyoaktiftir. Enerjileri sırasıyla 1,32 ve 1,46 Mev* olan β^- ve γ ışınları yayınlar. Yarı ömrü $1{,}3\times10^9$ yıldır (Anonymus, 1966). γ spektrometresiyle toprakların K-40 kapsamları doğru olarak saptanabilmekte ve buradan da total potasyum hesaplanabilmektedir (Barın ve Yıldırım, 1997).

Topraktaki K-40'ın çevre ve insan sağlığına etkilerini incelemek amacıyla pek çok sayıda araştırma yapılmıştır. Ancak K-40 ölçümleriyle potasyum tayini yöntemlerinin sonuçlarını kontrol etmeye yönelik hiçbir araştırmaya Türk ve Dünya literatüründe rastlanmamıştır.

Bu araştırmanın amacı, potasyum kapsamları farklı topraklarda klasik potasyum tayini yöntemlerinin verdiği sonuçları K-40 ölçümleriyle mukayese etmek, yöntemlerin hata yüzdelerini belirlemek ve mümkün olabilirse klasik yöntemler yerine K-40 ölçümlerini önermektir. Ayrıca, K-40 ölçümlerinin Bitki Besleme ve Toprak Verimliliğinin başka alanlarında da kullanılmasına olanak verecek bazı verilerin elde edilmesi hedef alınmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma materyalini, potasyum ve kil kapsamları farklı 3 toprak örneği oluşturmaktadır. Araştırma da kullanılan Ödemiş toprağı potasyumca fakir (78 ppm), Urla toprağı orta (313 ppm) ve Salihli toprağı zengin (441ppm) durumdadır (Fawzi ve El Fouly, 1980).

Toprakların K kapsamlarının belirlenmesi amacıyla, yurdumuzda ve Dünyada çok yaygın kullanılan 8 kimyasal ve 1 biyolojik yöntem seçilmiş ve bu yöntemlerin özellikleri Çizelge 1' de gösterilmiştir.

Çalışmada kullanılan yüksek rezolusyonlu gama spektrometre sistemiyle ölçülen örneklerin potasyum konsantrasyonu, K-40' ın

1460,75 KeV enerjili gaması kullanılarak doğrudan saptanmıştır (Yaprak, 1995).

Çizelge 1. Toprak örneklerinin K kapsamlarının belirlenmesinde uygulanan yöntemler

Yöntemin Adı	Ekstraksiyon Çözeltisi	Toprak Çözelti Oranı	Ekstraksiyon Süresi ve Şekli	Literatür
0,5 N Amonyum Asetat	0,5 N NH_4OAc	1:5	1 Saat	Nielsen,1972.
1 N Amonyum Asetat	1 N NH_4OAc	1:10	30 Dakika	Atalay, 1982.
0,01 M Kalsiyum Klorür	0,01 M $CaCl_2$	1:16	1 Saat	Woodruf ve Mc İntosh,1960.
0,3 N Hidroklorik Asit	0,3 N HCl	1:10	30 Dakika	Atalay, 1982
0,5 N Hidroklorik Asit	0,5 N HCl	1:10	2 Saat	Convers ve Mc Lean, 1969.
1 N Nitrik Asit	1 N HNO_3	1:10	10 Dakika kaynatma	Pratt,1965.
Saf Su	H_2O	1:2	16 Saat Bekletme	Schmehl ve Jackson, 1957.
Toplam Potasyum	%48 HF + %72 $HClO_4$	-	200-225 ^{0}C'de Yakma	Kacar, 1995.
Neubauer Yöntemi	Arpa bitkisi	-	-	Özbek, 1969

Araştırmada tüm analizler 3 tekrarlamalı olarak yapılmış ve elde edilen sonuçların farklılığı Khi kare (X^2) testi uygulanarak kontrol edilmiştir (Açıkgöz, 1993).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Toprakların Farklı Kimyasal yöntemlerle Saptanan K Kapsamlarına İlişkin Bulgular

Araştırmamızda K tayini amacıyla uygulanan farklı kimyasal yöntemlerin verdikleri sonuçlar, toplu olarak Çizelge 2' de açıklanmıştır.

Çizelge 2. Toprakların farklı yöntemlerle saptanan K kapsamları (ppm).

Toprak Örneği	Neubauer	Saf Su	0,01 M $CaCl_2$	0,5 N NH_4OAc	1 N NH_4OAc	0,3 N HCl	0,5 N HCl	1 N HNO	Total K
Ödemiş	289	18,6	47,0	74,4	78,0	127	156,8	735	9000
Urla	420	46,0	235,0	265,0	313,6	343	362,6	909	10300
Salihli	512	82,3	236,6	418,0	441,0	382	411,6	1058	14000

Görüldüğü gibi, en düşük potasyum değerlerini saf su yöntemi vermiş, bunu 0,01 M $CaCl_2$ sonuçları izlemiştir. En yüksek değer ise rezerv kaynaklardan gelen potasyumu da içermesi nedeniyle 1 N HNO_3 ile kaynatma yönteminden elde edilmiştir. Benzer sonuçlar Teceren (1975) ve Atalay (1982) tarafından da rapor edilmiştir. Toprakların bitki tarafından alınabilir K kapsamlarını belirten Neubauer denemesi sonuçları sırasıyla 289, 420 ve 512 ppm olarak saptanmıştır. Bu değerler, total K ve 1 N HNO_3 ile kaynatma yöntemi hariç, diğer kimyasal yöntem sonuçlarından yüksek durumdadır.

Toprakların Total K Kapsamlarının Karşılaştırılması

Toprak örnekleri dövülüp elenerek analize hazırlandıktan sonra hiçbir işlem yapılmadan özel plastik kaplara 100'er gr. toprak tartılmış ve 8192 kanallı (8K) γ spektrometresi ile K-40 ölçümleri yapılmıştır. Ölçülen K-40 miktarlarının total K' nın % 0.0118'i olmasından hareket edilerek toprakların total K kapsamları hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar kimyasal yolla saptanan total K miktarlarıyla beraber Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Toprakların radyometrik ve kimyasal yöntemlerle saptanan total K kapsamları.

Toprak	Ölçülen Aktivite Bq/Kg	Total K		Hata %	Kimyasal Yolla Saptanan Total K (ppm)
		%	ppm		
Ödemiş	362	1,171±0,032	11710±320	2.71	9000
Urla	454	1,466±0,037	14660±370	2.51	10300
Salihli	560	1,807±0,044	18070±440	2.45	14000

Çizelgede de belirtildiği gibi toprakların radyometrik yöntemle saptanan total K kapsamları Kacar (1995) tarafından verilen 5000-25000 ppm sınırlarına uygun biçimde Ödemiş toprağında 11710 ppm, Urla toprağında 14660 ppm ve Salihli toprağında ise 18070 ppm olarak

ölçülmüştür. 3 tekrarlama ortalaması olan bu rakamların hata yüzdeleri sırası ile 2.71, 2.51 ve 2.45' tir.

Platin kaplarda %48 HF + %72 $HClO_4$ karışımıyla ısıtılarak belirlenen total K sonuçları ise 9000, 10300 ve 14000 ppm bulunmuştur. Radyometrik ölçüm sonuçlarını 100 kabul ederek bir değerlendirme yapılırsa kimyasal yöntem, total potasyumun Ödemiş ve Salihli topraklarında ancak %77' sini, Urla toprağında ise %70' ini ölçebilmiştir.

Toprakların Alınabilir K Kapsamlarının Karşılaştırılması

Total K miktarları saptandıktan sonra toprak örneklerine 7 farklı kimyasal yöntem uygulanmış ve çalkalama süreleri sonunda flamefotometrik K analizleri yapılmıştır. Kimyasal yöntemlerin topraktan çözüp aldıkları K miktarlarını belirlemek amacıyla filtre kağıdı üzerinde kalan toprak örnekleri kurutularak bunlara da radyometrik total K analizleri uygulanmıştır. Ancak, 1 N HNO_3 ile kaynatma yöntemi dışındaki kimyasal yöntemlerden sonuç alınamamıştır. Çünkü kimyasal yöntemlerle topraktan çözülüp alınan K miktarları total potasyuma oranla çok düşüktür. Bu nedenle flamefotometrik ölçüm sonuçları, radyometrik ölçümlerin hata sınırları içerisinde kalmış ve yöntemler arasında fark bulunamamıştır. Nitekim, Çizelge 2'de verilen kimyasal yöntem sonuçları incelendiğinde hiçbirinin total K ölçümlerinin hata sınırları olarak belirlenen 320, 370 ve 440 ppm'den yüksek olmadığı görülmektedir. Bu nedenle araştırmamızda sadece 1 N HNO_3 ile kaynatma yönteminin verdiği sonuçlar Çizelge 4'de belirtilmiştir.

Çizelge 4. Radyometrik ve kimyasal yolla saptanan 1 N HNO_3 ile kaynatma yöntemi sonuçları.

Toprak	Total K		1 N HNO_3 ile Kaynatmadan sonra Total K		Fark (ppm)	Kimyasal yolla Saptanan (ppm)
	Bq/kg	ppm	Bq/kg	ppm		
Ödemiş	362	11710	323	10437	1273	735
Urla	454	14660	402	13007	1653	909
Salihli	560	18070	499	16127	1943	1058

Çizelgeden de izlendiği gibi rezerv kaynaklardan gelen potasyumu da içeren 1 N HNO_3 ile kaynatma yönteminin K-40 ölçümlerine dayalı olarak verdiği sonuçlar Ödemiş toprağında 1273 ppm, Urla toprağında 1653 ppm, Salihli toprağında ise 1943 ppm' dir.

Bu miktarların kimyasal yolla saptanan K miktarlarından oldukça yüksek bulunduğu görülmektedir. Flamefotometre okumaları, rezerv kaynaklardan gelen ve K-40 ölçümleriyle saptanan potasyumun Ödemiş toprağında %57,73, Urla toprağında %56,00 ve Salihli toprağında da %56,51' ini ölçebilmiştir.

Çalışmamızda K-40 ölçümlerine dayalı olarak saptanan total K miktarları 100 kabul edilerek, kimyasal yöntemlerin ve Neubauer yönteminin total potasyumun yüzde kaçını ölçebildiği de araştırılmış, hesaplanan % miktarlar Çizelge 5'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. K-40 ölçümleriyle saptanan total K miktarlarının %'si olarak kimyasal ve biyolojik yöntem sonuçları.

Toprak Örneği	Neubauer	Saf Su	0,01 M CaCl2	0,5 N NH4OAc	1 N NH4OAc	0,3 N HCl	0,5 N HCl	1 N HNO3	Total K
Ödemiş	2,47	0,16	0,40	0,63	0,66	1,08	1,34	6,28	77
Urla	2,86	0,31	1,60	1,81	2,14	2,34	2,48	6,20	70
Salihli	2,83	0,45	1,31	2,31	2,44	2,11	2,28	6,08	77

Bitki tarafından topraktan alınabilen K miktarlarını ifade eden ve pek çok araştırmada standart biyolojik yöntem olarak değerlendirilen Neubauer yöntemiyle kaldırılan potasyum miktarları total potasyumun sırasıyla %2,47, %2,86 ve %2,83' ünü oluşturmaktadır. Khi kare testine göre bu yüzdeler birbirinden farklı değildir. Bu sonuç toprakların potasyum kapsamları, kil yüzdeleri, kil tipleri ve KDK' ları farklı olmasına rağmen, Neubauer yöntemiyle total potasyumun ortalama %2,72 kadarının bitki tarafından topraktan alınabildiğini ortaya koymaktadır. Diğer bir anlatımla Neubauer yöntemi sonuçlarına bakılarak total potasyum hakkında yaklaşık bilgiler sağlanabilineceğini göstermektedir. Aynı düşünceyle 1 N HNO_3 yöntemiyle bir kez kaynatma sonucunda total potasyumun %6' sının ölçülebildiği yargısına varılmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Toprakta potasyum tayininde kullanılan kimyasal ve biyolojik yöntemlerin, doğal radyoaktif K (K-40) ölçümleriyle karşılaştırılmasına yönelik bu araştırmanın ortaya koyduğu sonuçlar ve bu sonuçlardan çıkarılabilecek pratik öneriler aşağıda özetlenmiştir.

1. K kapsamları, kil yüzdeleri, kil tipleri ve KDK' ları farklı 3 toprak örneğine uygulanan kimyasal yöntemlerden sadece total K (%48 HF + %72 $HClO_4$) ve 1 N HNO_3 ile kaynatma yöntemleri K-40 ölçümleriyle mukayese edilebilir sonuçlar vermiştir. Diğer kimyasal yöntemlerle saptanan K miktarları total potasyuma oranla çok düşük olduğundan K-40 ölçümlerinin hata sınır değerleri içerisinde kalmış ve aralarında fark bulunamamıştır.

2. Kimyasal yolla toprakların total K kapsamlarını belirlemek amacıyla kullanılan %48 HF + %72 $HClO_4$ yöntemi, radyometrik yolla saptanan total potasyumun ancak %75' ini ölçebilmiş, diğer bir anlatımla %25 eksik sonuç vermiştir. Bu nedenle toprakların total K kapsamları; platin kap, HF ve $HClO_4$ gibi pahalı malzemeler gerektiren ve uygulanması son derece güç olan bu kimyasal yöntem yerine, hiçbir masraf ve işlem gerektirmeyen γ spektrometresiyle K-40 ölçülerek belirlenmelidir. Böylece hem masrafsız hem de %100 doğru sonuç alınabilir.

3. Bitki tarafından alınabilir K miktarlarını ifade eden Neubauer yöntemi, total potasyumun ortalama %2,72'sini ölçebilmektedir. Bu bulgu, zaman ve işgünü gerektiren Neubauer yöntemi yerine, Radyometrik yolla ölçülen total K miktarının %2,72' si alınarak toprakların bitki tarafından alınabilir K kapsamının hesaplanabileceğini göstermektedir.

4. 1 N HNO_3 ile kaynatma yöntemi ortalama olarak % 40 noksan sonuç vermektedir. 1 N HNO_3 ile kaynattıktan sonra filtre kağıdı üzerinde kalan toprak kurutularak radyometrik total K ölçümü yapılırsa, rezerv kaynaklardan gelen K miktarları daha doğru olarak saptanabilir.

5. Bu araştırmanın verdiği sonuçlar K-40 ölçümlerinin toprak verimliliği ve bitki besleme sahalarında da kullanılabileceğini göstermesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Verim ve kalitenin arttırılmasında önemli bir element olan potasyumla ilgili başka sorunların çözümünde de radyometrik K–40 ölçümlerinin denenmesi bilim ve ekonomiye önemli katkılar getirebilir ve araştırmacılara yeni ufuklar açabilir.

KAYNAKLAR

Açıkgöz, N., 1993. Tarım Araştırma ve Deneme Metodları, E.Ü.Z.F yayınları, No: 478, İzmir.

Anonymous, 1966. The Radiochemical Manual, The Radiochemical Center, Amersham. England.

Atalay, I. Z., 1982. Gediz Havzası Allüviyal Topraklarının Potasyum Durumu ve Alınabilir Potasyum Tayininde Kullanılacak Yöntemler Üzerinde Bir Araştırma, E.Ü.Z.F. Toprak Bölümü (Basılmamış, Doçentlik Tezi).

Barın, E., A. ve Yıldırım, E., 1997. Topraktan Bitkilere Potasyum Geçişinin K-40 Yoluyla Kontrol Edilmesi, İzmir Fen Lisesi Mezuniyet Projesi (Basılmamış, Diploma Tezi).

Convers, E. S., Mc Lean, E. O., 1969. Plant Uptake and Chemical Extractions for Evalouating Potassium Release Characteristic of Soils, Soil Science Soc. Amer. Proc. p: 226-230.

Fawzi, A. F. A., El-Fouly, M. M., 1980. Soil and Leaf Analysis of Potassium in Different Areas of Egypt. Preceeding of The International Workshop "Role of Potassium in Crop Production" 20-22 Nov. L979. Cairo p: 73.

Kacar, B., 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. A.Ü.Z.F Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, s: 255.

Nielsen, J. D, 1972. Fixation and Release of Potassium and Amonnium Ions in Danish Soils. Plant and Soil 36. p: 7l-88.

Özbek, N., 1969. Deneme Tekniği I. Sera Denemesi Tekniği ve Metotları, A.Ü.Z.F. Yayınları No: 406, s: 162-176.

Pratt, P. F., 1965. Potassium Methods of Soil Analysis. Part 2, Amer. Soc. of Agro. Inc. Publisher, Madison, US. s: 1022.

Schmehl, W. R., Jackson, M. L., 1957, Mineralogical Analysis of Soil Clays from Colorida Surface Soil, Soil Sci. Soc. Prac. 21, P: 373-380

Teceren, M., 1975. Güney Anadolu Bölgesi Topraklarının K Durumu ve Alınabilir K Tayininde Kullanılacak Metotlar Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü.Z.F. Radyofizyoloji ve Toprak Verimliliği Kürsüsü (Doktora Tezi)

Woodruf, C. M., Mc İntosh, J. L., 1960. Testing Soil For Potassium, Transactions of 7th İnternational Congress of Soil Science, Volume III. Commission IV. Fertility and Plant Nutrition, Madison Wisconsin, USA. p: 80-85.

Yaprak, G., 1995. Radyoaktif Mineral İçeren Örneklerin Gama Spektroskopik Analizlerinde Matris Etkisi ve Self Absorbsiyon İçin Bir Düzeltme Yönteminin Geliştirilmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Nükleer Bilimler Anabilim Dalı, Bornova-İzmir (Doktora Tezi).