

Toprakta Potasyum Tayininde Kullanılan Bazı Kimyasal ve Biyolojik Yöntem Sonuçlarının Doğal Radyoaktif Potasyum (K-40) Ölçümleriyle Karşılaştırılması Üzerinde Araştırmalar¹

Bihter ÇOLAK² Rafet KILINÇ³

Summary

Comparison of the Results of Chemical and Biological K Determination Methods with the Naturally Radioactive Potassium (K-40) Measurements in Soils.

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 comparable 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.

Giriş

Toprakların bitki tarafından alınabilir K kapsamının 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 artırılması bu kriterlere dayanmaktadır. Toprakların bitki tarafından

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

alınabilir potasyum kapsamalarının 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 kullanılmaları 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 laboratuvarlarında çalkalama süreleri ve kimyasal çözücülerini 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 yansımaları 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 anlaşılabilir.

Bu araştırmada 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 yayımlar. Yarı ömrü $1,3 \times 10^9$ yıldır (Anonymus, 1966). Tahribatsız bir yöntem olan γ spektrometresiyle toprak içinde inorganik yada organik bileşik halinde bulunan toplam potasyum, doğrudan radyoaktif K-40 aktivitesinden gidilerek hesaplanabilmektedir (Yaprak, 1995). Nitekim Barın ve Yıldırım (1997), % bileşimleri belli potasyumlu gübrelerin γ spektrometresiyle %K miktarını saptamışlardır, elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Potasyumlu Gübrelerin %K Derişimleri

Gübreler	Formülden Hesaplanan %K	Gama Spektrometresi ile Ölçülen %K
K ₂ SO ₄	49.40	47.8±1
KNO ₃	38.67	39.9±1
KCl	52.44	52.2±1

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 kapsamaları 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 kapsamaları 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 bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin bulgular Çizelge.2'de verilmiştir. Ödemiş toprağı pH yönünden nötr, Urla ve Salihli toprakları ise hafif Alkali reaksiyonludur (Kellog, 1952). Soil Survey Staff (1951) tarafından verilen sınır değerlerine göre, topraklar tuzsuz sınıfı girmekle beraber Urla toprağının sınırda olması dikkat çekmektedir. Ödemiş toprağı kireççe fakir Urla ve Salihli toprakları ise kireççe zengin durumdadır (Evliya, 1964). Toprakların organik madde kapsamaları göz önüne alındığında hepsinin humus bakımından fakir olduğu yargısına varılmaktadır (Kovancı, 1969). % Total azot içerikleri, Wiegner'nin genel toprak verimliliği için kabul ettiği değerleri kaynak gösteren Kovancı (1982)' ya göre sınıflandırılırsa, Ödemiş ve Salihli topraklarının azotça orta, Urla toprağının ise iyi durumda olduğu söylenebilir. Örneklerin %Mil ve

%Kil kapsamlarından yola çıkılarak yapılan değerlendirmeden, toprakların sırasıyla kumlu, tınlı ve Kumlu Killi Tın bünyeye sahip oldukları anlaşılmaktadır. Toprakların %Kil kapsamları ile alınabilir K ve KDK arasındaki paralellik dikkat çekicidir. Topraklar alınabilir fosforca zengin olup (Bingham, 1949), alınabilir Ca miktarları %kireç içeriklerine uyum göstermektedir. Alınabilir Mg miktarları her üç toprak örneğinde de Loué (1968) tarafından verilen sınır değerlerine göre yüksek durumdadır. Çizelge 2’de yer alan Fe, Zn, Cu ve Mn miktarları izlendiğinde her üç toprağında bu elementler yönünden oldukça zengin buldukları anlaşılmaktadır (Lindsay ve Norvell, 1978).

Çizelge 2. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri.

	I Ödemiş	II Urla	III Salihli
PH	7.28	7.69	7.76
Toplam Tuz (%)	0.045	0.150	0.049
Kireç (%)	0.50	7.93	9.95
Kum (%)	77.80	53.88	59.44
Mil (%)	12.08	28	20
Kil (%)	10.12	18.12	20.56
Bünye	Kumlu	Tınlı	Kumlu Killi Tın
Potasyum fiksasyon Kapasitesi (%)	18	12	25
KDK (me/100 gr)	5.86	16.30	20.65
Organik Madde (%)	0.95	1.65	1.90
Toplam Azot (%)	0.07	0.168	0.095
Alınabilir Fosfor (ppm)	9.64	9.96	9.80
Alınabilir Potasyum (ppm)	78	314	441
Alınabilir Kalsiyum (ppm)	300	2880	3900
Alınabilir Magnezyum (ppm)	234	439	335
Alınabilir Demir (ppm)	12.1	15.9	3.2
Alınabilir Bakır (ppm)	1.45	1.10	1.66
Alınabilir Çinko (ppm)	1.68	7.04	2.13

Toprakların K kapsamlarının belirlenmesi amacıyla, yurdumuzda ve Dünyada çok yaygın kullanılan 8 kimyasal ve 1 biyolojik yöntem seçilmiş ve bu yöntemlerin özellikleri Çizelge 3.' de gösterilmiştir.

Bu yöntemlerden; saf su ile çalkalama suda çözünebilir Potasyumu, 1 N NH₄OAc değişebilir ve suda çözünebilir potasyumu, 1 N HNO₃ ile kaynatma rezerv kaynaklardan gelen potasyumu ve %48 HF + %72 HClO₄ yöntemi ile minerallerin yapısında bulunanlarda dahil toprağın kapsadığı tüm potasyum miktarını ifade etmektedir. Ancak bu genellemenin kesin olduğu söylenemez. Çünkü bu formlar arasında hızlı veya yavaş sürekli değişim söz konusudur (Kacar, 1995).

Çizelge 3. Toprak örneklerinin K kapsamlarının belirlenmesinde uygulanan yöntemler

Yöntemin Adı	Ekstraksiyon Çözültisi	Toprak Çözelti Oranı	Ekstraksiyon Süresi ve Şekli	Literatür
0.5 N Amonyum Asetat	0.5 N NH ₄ OAc	1:5	1 Saat	Nielsen,1972.
1 N Amonyum Asetat	1 N NH ₄ OAc	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 ₂ O	1:2	16 Saat Bekletme	Schmehl ve Jackson, 1957.
Toplam Potasyum	%48 HF + %72 HClO ₄	-	200-225 °C'de Yakma	Kacar, 1995.
Neubauer Yöntemi	Arpa bitkisi	-	-	Özbek, 1969

Çalışmada kullanılan yüksek rezolusyonlu gama spektrometre sistemiyle ölçülen örneklerin potasyum konsantrasyonu, K-40' ın 1460,75 KeV enerjili gaması kullanılarak doğrudan saptanmıştır. (Yaprak,1995; Epik ve Yaprak, 2003).

Kimyasal yöntemlerin uygulanması sırasında filtre kağıdı üzerinde kalan toprak örnekleri kurutulmuş bunlarda toplam K-40 analizi yapılmış ve işlem görmemiş topraklarda saptanan K-40 miktarlarından çıkarılarak yöntemlerin topraktan çözüp aldığı K miktarları bulunmuştur.

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

Bulgular ve Tartışma

Toprakların Farklı Kimyasal yöntemlerle Saptanan K Kapsamlarına İlişkin Bulgular

Araştırmamızda K tayini amacıyla uygulanan farklı kimyasal yöntemlerin verdikleri sonuçlar, toplu olarak Çizelge 4' de açıklanmıştır.

Çizelge 4. Toprakların farklı yöntemlerle saptanan K kapsamları (ppm).

	Ödemiş	Urla	Salihli
Neubauer	289	420	512
Saf Su	18.6	46.0	82.3
0,01 M CaCl ₂	47.0	235.0	236.6
0.5 N NH ₄ OAc	74.4	265.0	418.0
1 N NH ₄ OAc	78.0	313.6	441.0
0.3 N HCl	127	343	382
0.5 N HCl	156.8	362.6	411.6
1 N HNO ₃	735	909	1058
Toplam K	9000	10300	14000

Görüldüğü gibi, en düşük potasyum değerlerini saf su yöntemi vermiş, bunu 0.01 M CaCl₂ sonuçları izlemiştir. En yüksek değer ise rezerv kaynaklardan gelen potasyumu da içermesi nedeniyle 1 N HNO₃ 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, toplam K ve 1 N HNO₃ ile kaynatma yöntemi hariç, diğer kimyasal yöntem sonuçlarından yüksek durumdadır.

Toprakların Toplam 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 toplam K' nın % 0.0118' i olmasından hareket edilerek toprakların toplam K kapsamları hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar kimyasal yolla saptanan toplam K miktarlarıyla beraber Çizelge 5' de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Toprakların radyometrik ve kimyasal yöntemlerle saptanan toplam K kapsamları.

Toprak	Ölçülen Aktivite Bq/Kg	Toplam K		Hata %	Toplam 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

*: Kimyasal Yolla Saptanan

Çizelgede de belirtildiği gibi toprakların radyometrik yöntemle saptanan toplam 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 tekrarlıma ortalaması olan bu rakamların hata yüzdeleri sırası ile 2.71, 2.51 ve 2.45' tir.

Platin kaplarda %48 HF + %72 HClO₄ karışımıyla ısıtılarak belirlenen toplam K sonuçları ise 9000, 10300 ve 14000 ppm bulunmuştur. Radyometrik ölçüm sonuçlarını 100 kabul ederek bir değerlendirme yapılırsa kimyasal yöntem, toplam potasyumun Ödemiş ve Salihli topraklarında ancak %77' sini, Urla toprağında ise %70' ini ölçebilmiştir.

Toprakların Alınabilir K Kapsamlarının Karşılaştırılması

Toplam 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 toplam K analizleri uygulanmıştır. Ancak, 1 N HNO₃ ile kaynatma yöntemi dışındaki kimyasal yöntemlerden sonuç alınamamıştır. Çünkü kimyasal yöntemlerle topraktan çözülüp alınan K miktarları toplam potasyuma oranla çok düşüktür. Bu nedenle flamefotometrik ölçüm sonuçları, radyometrik ölçümlerin hata sınırları içerisinde kalmış ve yöntemler arasında fark bulunamamıştır. Nitekim, Çizelge 4.'de verilen kimyasal yöntem sonuçları incelendiğinde hiçbirinin toplam K ölçümlerinin hata sınırları olarak belirlenen 320, 370 ve 440 ppm' den yüksek olmadığı görülmektedir. Bu nedenle araştırmamızda sadece 1 N HNO₃ ile kaynatma yönteminin verdiği sonuçlar Çizelge 6.' da belirtilmiştir.

Çizelge 6. Radyometrik ve kimyasal yolla saptanan 1 N HNO₃ ile kaynatma yöntemi sonuçları.

Toprak	Toplam K		Toplam K*		Fark (ppm)	Toplam K (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

*: 1 N HNO₃ ile Kaynatmadan sonra radyometrik yöntemle saptanan

** : 1 N HNO₃ ile Kaynatmadan sonra Kimyasal yolla saptanan

Çizelgeden de izlendiği gibi rezerv kaynaklardan gelen potasyumu da içeren 1 N HNO₃ 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 toplam K miktarları 100 kabul edilerek, kimyasal yöntemlerin ve Neubauer yönteminin toplam potasyumun % kaçını ölçebildiği de araştırılmış, hesaplanan % miktarlar Çizelge 7.' de gösterilmiştir.

Çizelge 7. K-40 ölçümleriyle saptanan total K miktarlarının %' si olarak kimyasal ve biyolojik yöntem sonuçları.

	Ödemiş	Urla	Salihli
Neubauer	2.47	2.86	2.83
Saf Su	0.16	0.31	0.45
0.01 M CaCl ₂	0.40	1.60	1.31
0.5 N NH ₄ OAc	0.63	1.81	2.31
1 N NH ₄ OAc	0.66	2.14	2.44
0.3 N HCl	1.08	2.34	2.11
0.5 N HCl	1.34	2.48	2.28
1 N HNO ₃	6.28	6.20	6.08
Toplam K	77	70	77

Bitki tarafından topraktan alınabilen K miktarlarını ifade eden ve pek çok araştırmada standart biyolojik yöntem olarak değerlendirilen Neubauer yöntemiyle kaldırılan potasyum miktarları toplam potasyumun sırasıyla %2.47, %2.86 ve %2.83' ünü oluşturmaktadır. Khi kare testine göre bu yüzdeler birbirinden farklı değildir. Bu sonuç toprakların potasyum kapsamaları, kil yüzdeleri, kil tipleri ve KDK' ları farklı olmasına rağmen, Neubauer yöntemiyle toplam potasyumun ortalama %2.72 kadarının bitki tarafından topraktan alınabildiğini ortaya koymaktadır. Diğer bir anlatımla Neubauer yöntemi sonuçlarına bakılarak toplam potasyum hakkında yaklaşık bilgiler sağlana bilineceğini göstermektedir. Aynı düşünceyle 1 N HNO₃ yöntemiyle bir kez kaynatma sonucunda toplam potasyumun %6' sının ölçülebildiği yargısına varılmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

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 kapsamaları, kil yüzdeleri, kil tipleri ve KDK' ları farklı 3 toprak örneğine uygulanan kimyasal yöntemlerden sadece toplam K (%48 HF + %72 HClO₄) ve 1 N HNO₃ ile kaynatma yöntemleri K-40 ölçümleriyle mukayese edilebilir sonuçlar vermiştir. Diğer kimyasal yöntemlerle saptanan K miktarları toplam potasyuma oranla çok düşük olduğundan K-40 ölçümlerinin hata sınır değerleri içerisinde kalmış ve aralarında fark bulunamamıştır.

2. Kimyasal yolla toprakların toplam K kapsamlarını belirlemek amacıyla kullanılan %48 HF + %72 HClO₄ yöntemi, radyometrik yolla saptanan toplam potasyumun ancak %75' ini ölçebilmiş, diğer bir anlatımla %25 eksik sonuç vermiştir. Bu nedenle toprakların toplam K kapsamları; platin kap, HF ve HClO₄ 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 alınabileceği düşünülmektedir..

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

4. 1 N HNO₃ ile kaynatma yöntemi ortalama olarak % 40 noksan sonuç vermektedir. 1 N HNO₃ ile kaynattıktan sonra filtre kağıdı üzerinde kalan toprak kurutulup radyometrik toplam K ölçümü yapılırsa, rezerv kaynaklardan gelen K miktarları daha doğru olarak saptanabileceği düşünülmektedir.

5. Bu araştırmanın verdiği sonuçlar K-40 ölçümlerinin toprak verimliliği ve bitki besleme sahalarında da kullanılabileceğini göstermesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Verim ve kalitenin artırılmasında 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.

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 toplam ve rezerv kaynaklardan serbest bırakılan K kapsamları, K-40 ölçümlerine oranla ve sırasıyla %25 ve %40 noksan sonuç vermişlerdir. Neubauer yöntemiyle toplam potasyumun %2.7'si ölçülmektedir. Araştırmada kullanılan diğer kimyasal yöntemlerle topraktan ekstre edilen K miktarları, toplam 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.

Kaynaklar

- Açıköz, N. 1993. Tarım Araştırma ve Deneme Metodları. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No:478.
- Anonymus. 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 E. Yıldırım. 1997. Toprakta Bitkilere Potasyum Geçişinin K-40 Yoluyla Kontrol Edilmesi. İzmir Fen Lisesi Mezuniyet Projesi (Basılmamış, Diploma Tezi).
- Bingham, F.T. 1949. Soil Test for Phosphate. Calif. Agr., 3:11-14
- Convers, E.S. and E.O. Mc Lean. 1969. Plant Uptake and Chemical Extractions for Evaluating Potassium Release Characteristic of Soils. Soil Science Soc. Amer. Proc., Pages 226-230.
- Epik, Ö. ve G. Yaprak. 2003. The Mushrooms as Bioindicators of Radiocesium in Forest Ecosystem, s.1517-1520. Fifth General Conference of The Balkan Physical Union (25-29 August 2003) Vrnjacka Banja, Serbia and Montenegro.
- Evlıya, H. 1964. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. A.Ü.Z.F Yayınları. No.36.
- Fawzi, A.F.A. and M.M. El-Fouly. 1980. Soil and Leaf Analysis of Potassium in Different Areas of Egypt. Pages: 73, Preceding of The International Workshop Role of Potassium in Crop Production (20-22 November 1979) Cairo.
- Kacar, B. 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. A.Ü.Z.F Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları. No:3.
- Kellog, C.E. 1952. Our Garden Soils. The Mc Millan Company, No:4.
- Kovancı, İ. 1969. İzmir Bölgesi Tarla Topraklarında Nitrikasyonun Durumu ve Bunun Toprak Özellikleri ile İlişkileri Üzerinde Araştırmalar. E.Ü. Bitki Besleme Kürsüsü (Doçentlik Tezi).
- Kovancı, İ. 1982. Bitki Besleme Fizyolojisi I-II. E.Ü.Z.F Toprak Bölümü Ders Notları. Teksir No:49.
- Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of DTPA Soil Test for Zn, Fe, Mn and Cu. Soil Science Soc. of Amer. Journal 42:421-428.
- Loué, A. 1968. Diagnostic Petiolaire De Prospection. Pages:31-41, Etudes Sur La Nutrition et La Fertilization Potassique de La Vigne. Societe Commerciale De Potasse D'Alsace Services Agronomique.
- Nielsen, J.D. 1972. Fixation and Release of Potassium and Ammonium Ions in Danish Soils. Pages: 71-88, Plant and Soil.
- Özbek, N. 1969. Deneme Tekniği I. Sera Denemesi Tekniği ve Metotları. A.Ü.Z.F. Yayınları, 406:162-176.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium Methods of Soil Analysis. Part 2, Amer. Soc. of Agro. Inc. Publisher, Madison, US. 1022 s.
- Schmehl, W. R. and M. L. Jackson. 1957. Mineralogical Analysis of Soil Clays from Colorida Surface Soil. Soil Sci. Soc. Prac., 21:373-380.
- 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).

- U.S. Soil Survey Staff. 1951. Soil Survey Manual. U.S. Department of Agriculture. Handbook. U.S. Government Printing Office, Washington. No:18.
- Woodruff, C. M. and J.L. McIntosh. 1960. Testing Soil For Potassium. Pages: 80-85, Transactions of 7th International Congress of Soil Science, Volume III. Commission IV. Fertility and Plant Nutrition, Madison Wisconsin, USA.
- 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).