

BURSA OVASI TOPRAKLARININ FOSFOR DURUMU VE BU TOPRAKLARDA ALINABİLİR FOSFOR MİKTARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILACAK YÖNTEMLER*

Oya OKAN**

Ahmet ÖZGÜMÜŞ***

ÖZET

Bu araştırma, Türkiye'nin önemli tarımsal alanlarından olan Bursa Ovası topraklarının fosfor durumunu belirlemek ve topraktaki yarayırlı fosforun ekstraksiyonunda kullanılan çeşitli kimyasal yöntemler arasındaki ilişkileri araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

Bursa Ovası'nın 18 değişik yerinden 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmış ve toprakların fosfor durumunu belirlemek amacıyla yedi kimyasal yöntem kullanılmıştır. Toprakların, Olsen ve arkadaşları yöntemi ile belirlenen bitkiye yarayırlı fosfor kapsamı 2.14-116.23 ppm P arasında değişmektedir. Araştırma sonuçları Bursa Ovası topraklarının bitkiye yarayırlı fosfor bakımından genellikle zengin olduğunu göstermektedir. Toprakların fosfor kapsamını belirlemede kullanılan yöntemler arasında önemli ilişkiler bulunmuştur.

SUMMARY

The Phosphorus Status of The Soils of Bursa Plain and Methods Used To Determine The Available Phosphorus Content of The Soils

This research was conducted to determine the phosphorus status of the soils of Bursa Plain and to investigate the relationships among the methods used for the extraction of available phosphorus from the soils.

The soil samples at a depth of 0-20 and 20-40 cm were collected from 18 different points of the research area and seven chemical methods have been used for determining the phosphorus status of the soils. The available phosphorus contents of the soils determined by the Olsen et al method varied from 2.14 to 116.23 ppm P. The results indicated that the soils of Bursa Plain were generally rich in plant

* Bu çalışma, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 14.7.1988 tarih ve 88/17 sayılı kararları ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

** Ziraat Yüksek Mühendisi

*** Doç. Dr.; Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü

GİRİŞ

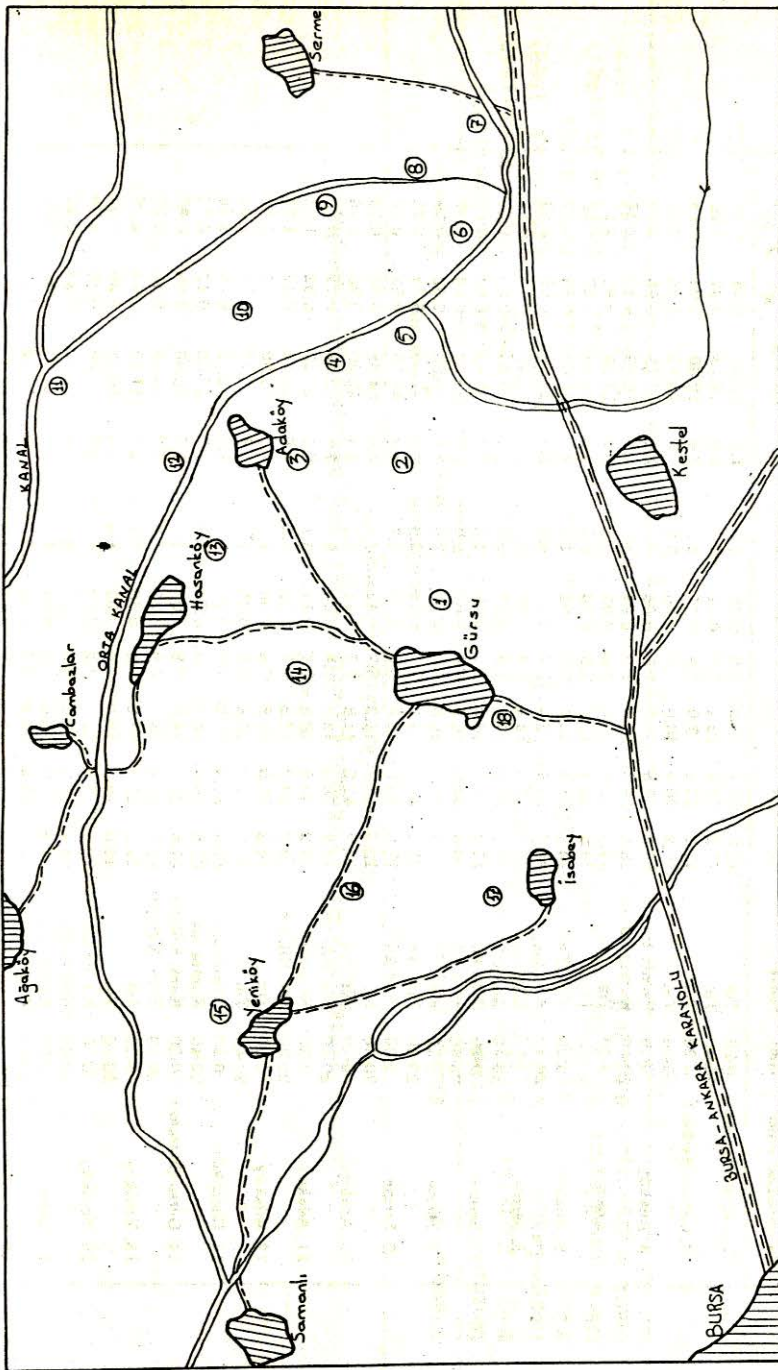
Kültür topraklarından elde edilecek ürün miktarı ve kalitesini belirleyen temel etmenlerden biri, topraklarda bulunan ve bitkilerin yararlanabilecekleri durumda olan bitki besin maddeleri miktarıdır. Bitkilerin, topraklara verilen fosforun çok az bir bölümünden yararlanabilmesi ve fosforun toprakta çeşitli etmenlere bağlı olarak tutulup zamanla yaraysız şekilde dönüşmesi, fosforlu gübreleme konusunda önemli güçlükler doğurmaktadır. Bu nedenle bütün dünyada olduğu gibi, değişik iklim ve toprak özelliklerine sahip olan ülkemizde de, toprakların bitkiye yarayışlı fosfor kapsamlarını belirlemek üzere çeşitli çalışmalar yapılmakta ve yörelerin özelliklerine göre kullanılacak en uygun analiz yöntemleri araştırılmaktadır.

Ülkemizin genellikle kireçli ve alkalin reaksiyonlu olan topraklarında fosfor ekstraksiyonu için, Olsen ve ark. (1954)'nın geliştirdikleri 0.5 M NaHCO₃ (pH: 8.5) ile ekstraksiyon yönteminin başarıyla kullanılacağı çeşitli araştırmalarla ortaya konulmuş bulunmaktadır (Özbek 1971). Bu yöntemin çeşitli yöreler için ve farklı bitkilere göre kalibrasyonu ile ilgili olarak yapılan çalışmalar ise sürmektedir. Sefa (1980 ve 1981), Marmara ve Batı Geçit Bölgesi'nde patates ve buğday için Olsen ve arkadaşları yönteminin kalibrasyonu ile ilgili olarak yaptığı çalışma sonunda, toprakların fosfor kapsamlarının genellikle düşük olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı, Olsen ve arkadaşları yöntemi ile belirlenen fosfor değerlerine göre toprakları sınıflandırarak, bu bitkilere uygulanacak en ekonomik fosforlu gübre miktarlarını vermiştir.

Bursa Ovası toprakları hafif alkalin özellikte olup, bu yörede özellikle sebze ve meyveler olmak üzere çok çeşitli bitkiler yetiştirilmekte ve yoğun şekilde gübre kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, önemli bir tarımsal potansiyele sahip olan Bursa Ovası topraklarının fosfor durumlarını belirlemek ve bu amaçla kullanılan çeşitli kimyasal ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkileri araştırmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Toprak örnekleri, Bursa Ovasını temsil edebilecek 18 yerden 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden alınmıştır. Örneklerin alındıkları yerler şekil 1'de gösterilmiştir. Bez torbalar içerisinde laboratuvara getirilen toprak örnekleri, gölge bir yerde hava kuru duruma gelinceye kadar kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten elenerek laboratuvar analizlerine hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1962) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir. pH (1: 2.5 toprak-su süspansiyonunda), organik madde (Walkley-Black yöntemine göre), kation değişim kapasitesi (1.0 N sodyum asetat, pH: 8.2, ile doyurma yöntemiyle), değişebilir sodyum ve potasyum (1.0 N amonyum asetat, pH: 7, ile ekstraksiyon yöntemiyle) ise Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Toprak örneklerinin kalsiyum karbonat kapsamı Scheibler kalsimetresi ile, toplam tuz ise saturasyon çamurunun elektriksel iletkenliğinin ölçülmesi ile belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil: 1
Toprak örneklerinin alındıkları yerler

1/25.000

Tablo: 1
Araştırmada Kullanılan Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Top. Toprakların No. alındıkları yerler	Derinlik (cm)	Bünye	Kum %	Kil %	Silt %	pH	Tuz %	CaCO ₃ %	Org. Mad. %	K.D.K. me/100g	Değişebilir Kationlar (me/100g)	
											K ⁺	Na ⁺
1. Gürsu (Merkez)	0-20	Tın	42.8	21.2	36.0	7.2	0.15	0.3	1.3	19.37	0.45	0.23
" "	20-40	Tın	47.2	23.4	29.4	7.9	0.11	7.7	1.0	18.13	0.37	0.21
2. Gürsu (Merkez)	0-20	Tın	41.2	20.8	38.0	7.8	0.11	8.1	2.6	19.00	0.94	0.19
" "	20-40	Tın	39.2	20.8	40.0	7.7	0.06	5.2	1.5	16.75	0.46	0.41
3. Adaköy	0-20	Kumlu tın	53.2	16.8	30.0	7.5	0.06	—	2.1	13.75	0.55	2.09
" "	20-40	Kumlu tın	53.2	18.8	28.0	7.9	0.04	—	1.5	12.89	0.42	2.37
4. Adaköy	0-20	Tın	33.2	22.8	44.0	7.6	0.09	7.9	1.6	14.00	0.61	2.12
" "	20-40	Tın	33.2	23.4	43.4	7.6	0.10	8.2	1.6	12.34	0.47	1.45
5. Adaköy	0-20	Siltli Kil	13.2	41.4	45.4	7.5	0.08	4.9	2.7	23.00	0.84	0.37
" "	20-40	Killi tın	21.2	35.4	43.4	7.7	0.06	4.9	1.9	23.88	0.66	0.48
6. Serme	0-20	Killi tın	31.2	35.4	33.4	7.8	0.08	1.3	2.3	19.63	0.76	0.81
" "	20-40	Killi tın	37.2	28.8	34.0	7.8	0.07	2.8	2.4	19.38	0.68	1.42
7. Serme	0-20	Siltli kil	15.2	44.8	40.0	7.9	0.07	4.3	2.2	23.50	0.63	0.20
" "	20-40	Siltli kil	10.4	44.0	45.6	7.8	0.07	5.0	1.8	23.50	0.48	0.27
8. Serme	0-20	Kil	17.2	44.0	38.8	7.7	0.10	2.9	3.1	24.00	0.52	0.29
" "	20-40	Killi tın	31.2	36.0	32.8	7.7	0.09	2.9	2.5	21.50	0.38	0.21
9. Serme	0-20	Siltli kil	17.2	40.0	42.8	6.8	0.15	2.7	4.3	45.75	0.53	0.15
" "	20-40	Kil	19.2	46.0	34.8	6.7	0.13	1.4	3.5	54.38	0.65	0.19
10. Adaköy	0-20	Siltli kil	13.2	42.0	44.8	7.7	0.11	3.1	4.4	52.50	0.76	0.18
" "	20-40	Silt. Kil. tın	19.2	38.0	42.8	7.8	0.06	6.6	4.3	42.25	0.72	0.20
11. Adaköy	0-20	Siltli kil	19.2	40.0	40.8	7.7	0.11	3.1	2.1	23.25	0.52	1.42
" "	20-40	Silt. Kil. tın	19.2	38.0	42.8	7.7	0.08	5.3	3.0	21.50	0.42	1.33
12. Adaköy	0-20	Tın	44.2	22.0	33.8	7.8	0.06	1.9	1.9	13.50	0.74	1.40
" "	20-40	Tın	47.2	22.0	30.8	7.8	0.05	1.1	1.8	13.13	0.58	1.37
13. Hasanköy	0-20	Kumlu tın	62.4	16.4	21.2	7.9	0.04	3.7	1.7	12.38	0.46	0.26
" "	20-40	Kumlu tın	65.6	16.4	18.0	7.9	0.04	3.5	1.7	12.00	0.43	0.76
14. Gürsu (Merkez)	0-20	Kum. Killi tın	51.6	22.4	26.0	7.8	0.07	3.7	1.7	16.50	0.69	0.86
" "	20-40	Kum. Killi tın	49.6	24.4	26.0	7.9	0.06	4.8	2.2	15.25	0.56	0.97
15. Yeniköy	0-20	Tın	41.6	21.4	43.0	7.9	0.06	7.7	2.1	11.25	0.43	0.28
" "	20-40	Tın	43.6	16.4	40.0	7.8	0.05	8.4	1.6	10.38	0.36	0.52
16. Yeniköy	0-20	Kumlu tın	70.4	8.4	21.2	8.2	0.03	5.5	1.2	9.00	0.30	0.29
" "	20-40	Kumlu tın	68.4	8.4	23.2	8.0	0.03	6.0	1.6	9.00	0.26	0.21
17. Isabey	0-20	Kumlu tın	57.6	10.4	32.0	7.9	0.04	4.2	1.7	20.25	0.50	0.33
" "	20-40	Kumlu tın	53.6	12.4	34.0	7.7	0.05	3.5	2.0	18.38	0.38	0.35
18. Gürsu (Merkez)	0-20	Kumlu tın	53.6	14.4	32.0	7.9	0.08	11.4	1.9	17.75	0.51	0.29
" "	20-40	Kumlu tın	55.6	12.4	32.0	7.7	0.06	11.9	2.0	18.00	0.35	0.34
Ortalama	:	:	26.4	26.2	35.1	7.7	0.08	4.6	2.2	20.60	0.54	0.71
En düşük	:	:	10.4	8.4	18.0	6.7	0.03	—	1.0	9.00	0.26	0.15
En yüksek	:	:	70.4	46.0	45.6	8.2	0.15	11.9	4.4	54.38	0.94	2.37

Tablo: 2
Araştırma Topraklarında Bitki Tarafından Alınabilir Haldeki Fosfor Miktarının Belirlenmesinde
Kullanılan Ekstraksiyon Yöntemleri

Yöntemin Adı	Ekstrakt Çözeltisi	Toprak (g): Ekstrakt Çözeltisi (ml) Oranı	Çalkalama Süresi	Kaynaklar
Bingham	Saf su	1 : 10	5 dakika	Bingham (1949)
Bray ve Kurtz No. 1	0.025 N HCl + 0.03 N NH ₄ F	1 : 7	5 dakika	Bray ve Kurtz (1945)
Doppel-Laktat	0.04 N Ca-laktat + 0.01 N HCl, pH = 3.6	1 : 50	90 dakika	Egner ve ark. (1960)
Kacar	0.06 N H ₂ SO ₄ + 0.03 N NH ₄ F	1 : 7	5 dakika	Kacar (1966)
Olsen ve arkadaşları	0.5 M NaHCO ₃ , pH = 8.5	1 : 20	30 dakika	Olsen ve ark. (1954)
Smith ve Arkadaşları	0.025 N HCl + 0.03 N NH ₄ F	1 : 100	1 dakika	Smith ve ark. (1957)

Araştırma topraklarında bitki tarafından alınabilir halde bulunan fosforun belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon yöntemleri Tablo 2'de verilmiştir. Bu yöntemlerle ekstrakte edilen fosfor, askorbik asit yöntemine göre mavi renk oluşturulduktan sonra spektrofotometrede 882 nm dalga boyunda okuma yapılarak belirlenmiştir (Watanabe ve Olsen 1965). Topraklarda toplam fosfor miktarı ise Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde Sherman (1942) yöntemiyle belirlenmiştir.

Tablo: 3
Bursa Ovası Topraklarının Çeşitli Kimyasal Yöntemlerle Belirlenen Fosfor Miktarları (P, ppm)

Toprakların Alın. Yerler	Derinlik (cm)	Y Ö N T E M L E R						Toplam Fosfor
		Bray ve		Kurtz No.1	Doppel-Laktat	Kacar	Olsen ve Ark.	
		Bingham						
1. Gürsu (Merkez)	0-20	0.36	1.23	118.18	46.65	16.76	94.08	1224
" "	20-40	0.25	0.34	7.25	0.51	4.78	40.66	789
2. Gürsu (Merkez)	0-20	3.46	10.89	207.35	63.70	83.19	190.09	1375
" "	20-40	0.48	1.71	74.68	16.47	32.86	90.05	981
3. Adaköy	0-20	0.34	25.71	284.93	119.56	26.85	281.67	1590
" "	20-40	0.57	2.57	126.88	50.77	17.88	116.56	1303
4. Adaköy	0-20	1.25	1.63	123.98	40.28	42.34	122.56	1363
" "	20-40	0.50	0.37	68.15	11.37	26.91	78.26	1220
5. Adaköy	0-20	0.56	40.44	142.83	47.63	66.53	215.07	1555
" "	20-40	0.46	32.43	89.90	34.01	26.85	158.87	1292
6. Serme	0-20	0.56	32.43	87.00	40.77	38.82	164.42	1100
" "	20-40	0.78	30.28	87.00	33.65	14.34	155.40	1124
7. Serme	0-20	0.39	31.10	91.35	35.28	35.50	145.00	1387
" "	20-40	0.37	8.30	22.12	6.76	9.21	54.12	1005
8. Serme	0-20	0.36	6.66	16.68	3.73	18.70	74.37	1088
" "	20-40	0.35	3.66	22.91	1.91	10.39	47.59	311
9. Serme	0-20	0.39	7.59	14.74	6.08	72.72	173.79	1040
" "	20-40	0.42	6.35	10.39	8.13	61.07	159.22	1411
10. Adaköy	0-20	0.17	16.94	81.93	22.64	75.24	106.49	2356
" "	20-40	0.25	1.94	49.30	9.02	64.02	65.68	2224
11. Adaköy	0-20	0.27	19.15	105.85	21.07	35.40	117.25	732
" "	20-40	0.25	10.02	82.65	11.96	22.84	77.43	1232
12. Adaköy	0-20	0.86	34.39	250.85	106.62	29.97	177.61	1782
" "	20-40	0.29	40.87	233.45	96.44	19.47	164.42	1842
13. Hasanköy	0-20	0.29	22.41	65.25	38.03	6.37	64.52	1220
" "	20-40	0.30	16.41	52.93	27.34	6.14	56.89	1196
14. Gürsu (Merkez)	0-20	1.99	41.82	209.53	92.51	28.32	157.48	1686
" "	20-40	2.83	30.05	208.80	82.91	25.37	141.53	1877
15. Yeniköy	0-20	0.42	0.57	33.35	5.83	24.78	27.56	1423
" "	20-40	0.53	0.51	19.43	3.68	2.14	15.73	1136
16. Yeniköy	0-20	2.46	45.97	292.90	129.92	42.19	281.67	1973
" "	20-40	1.11	27.18	246.50	128.58	38.35	223.39	1829
17. İsabey	0-20	9.80	248.74	667.00	373.38	91.45	649.35	3002
" "	20-40	7.06	200.67	516.20	276.85	73.75	441.23	2320
18. Gürsu (Merkez)	0-20	2.66	2.39	458.20	40.28	116.23	298.32	2463
" "	20-40	0.63	1.53	362.50	19.80	82.31	224.50	2248
Ortalama	:	1.22	27.92	153.68	72.99	38.61	157.02	1489
En düşük	:	0.17	0.34	7.25	0.51	2.14	15.73	311
En yüksek	:	9.80	248.74	667.00	373.38	116.23	649.35	3002

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırma topraklarında fosfor belirlenmesinde kullanılan değişik kimyasal yöntemlerle elde edilen sonuçlar Tablo 3'de toplu olarak verilmiştir.

Araştırma topraklarındaki toplam fosfor miktarı 311 ppm P (8 numaralı Serme toprağı) ile 3002 ppm P (17 numaralı İsabey toprağı) arasında değişmekte olup ortalama 1489 ppm P'dur. Araştırma topraklarının toplam fosfor kapsamı oldukça yüksek bulunmuştur. Ülkemiz toprakların toplam fosfor yönünden genellikle zengin olduğu bilinmektedir. Ancak, toprakların toplam fosfor kapsamının, bitkilerin fosfor gereksinimlerini karşılama yönünden fazla bir anlam taşımadığı birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiş bulunmaktadır. (Aydeniz 1975, Kamprath ve Watson 1980, Kacar ve Kovancı 1982).

Toprakların, ekstrakt çözeltisi saf su olan Bingham yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı 0.17-9.80 ppm P arasında değişmekte olup, diğer yöntemlerle belirlenen fosfor miktarlarından düşük bulunmuştur. Ekstrakt çözeltisi 0.025 N HCl-0.03 N NH₄F olan Bray ve Kurtz No. 1 yöntemi ile belirlenen fosfor miktarları 0.34-248.74 ppm P arasında, ekstrakt çözeltisi 0.04 N Ca-laktat-0.01 N HCl olan yöntemle belirlenen fosfor miktarları 7.25-667.00 ppm P arasında, ekstrakt çözeltisi 0.06 N H₂SO₄-0.03 N NH₄F olan Kacar yöntemi ile belirlenen fosfor miktarları ise 0.51-373.38 ppm P arasında, ekstrakt çözeltisi 0.025 N HCl-0.03 N NH₄F olan Smith ve arkadaşları yöntemi ile belirlenen fosfor miktarları ise 15.73-649.35 ppm P arasında değişmektedir. Ülkemizdeki alkalın özellikteki topraklar için en uygun yöntem olduğu çeşitli araştırmalarla belirlenen Olsen ve arkadaşları yöntemi ile Bursa Ovası topraklarında belirlenen fosfor miktarları ise 2.14-116.23 ppm P arasında değişmektedir.

Araştırma topraklarında fosfor belirlemek üzere kullanılan kimyasal yöntemlerin birbirleriyle olan ilişkilerini gösteren korelasyon katsayıları (r) Tablo 4'de verilmiştir. Tablo 4'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi, kullanılan bütün yöntemler arasında, farklı düzeylerde olmakla birlikte, önemli pozitif ilişkiler bulunmaktadır. Kacar ve ark. (1975), Antalya Kıyı Yöresinin alkalın tepkimeli topraklarında yaptıkları araştırmada benzer ilişkiler bulmuşlardır. Araştırma toprakların bazı fiziksel ve

Tablo: 4
Araştırmada Kullanılan Çeşitli Kimyasal Yöntemler Arasındaki İlişkileri Gösteren Korelasyon Değerleri (r)

Yöntemler	Bingham	Bray ve Kurz No.1	Doppel-laktat	Kacar	Olsen ve ark.	Smith ve ark.	Toplam fosfor
Bingham	—	0.897***	0.822***	0.891***	0.510**	0.856***	0.623***
Bray ve Kurtz No.1		—	0.750***	0.933***	0.352*	0.851***	0.570***
Doppel-laktat			—	0.857***	0.599***	0.913***	0.789***
Kacar				—	0.352*	0.897***	0.652***
Olsen ve ark.					—	0.643***	0.685***
Smith ve ark.						—	0.712***
Toplam fosfor							—

*** % 0.1 düzeyinde önemli

** % 1 düzeyinde önemli

* % 5 düzeyinde önemli

kimyasal özellikleri ile çeşitli kimyasal yöntemlerle belirlenen fosfor miktarları arasındaki ilişkiler de araştırılmış ve bu ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları (r) Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo: 5
Araştırmada Kullanılan Çeşitli Kimyasal Yöntemlerle Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkileri Gösteren Korelasyon Değerleri (r)

YÖNTEMLER	TOPRAK ÖZELLİKLERİ				
	Kül (%)	pH	CaCO ₃ (%)	Org. Madde (%)	K.D.K. (m.c./100 g)
Bingham	-0.436**	0.202	0.097	-0.170	-0.134
Bray ve Kurtz No.1	-0.299	0.157	-0.164	-0.129	-0.078
Doppel-laktat	-0.596***	0.264	0.147	-0.330	-0.270
Kacar	-0.506**	0.225	-0.168	-0.255	-0.234
Olsen ve ark.	-0.060	-0.182	-0.345*	0.390*	0.406*
Smith ve ark.	-0.390*	0.056	-0.027	-0.100	-0.049
Toplam fosfor	-0.397*	0.222	0.025	0.047	0.076

*** % 0.1 düzeyinde önemli

** % 1 düzeyinde önemli

* % 5 düzeyinde önemli

Bu araştırmada Bursa Ovası topraklarında bitkiye yararlı fosfor miktarını belirlemek üzere en uygun yöntemi seçmek amaçlanmamıştır. Çalışmanın amaçlarından biri, yöre topraklarının bitkiye yararlı fosfor durumunu belirlemek olup, toprakların 0.5 N NaHCO₃ ile ekstraksiyonuna dayanan Olsen ve arkadaşları yöntemi ile elde edilen bulgular, araştırma alanındaki toprakların fosfor durumunu değerlendirmede temel olarak alınmıştır. Çünkü bu yöntemin, Marmara Yöresi de dahil olmak üzere ülkemizdeki alkalın tepkimeli toprakların fosfor durumlarını belirlemek üzere en uygun yöntem olduğu çeşitli araştırmalarla ortaya konmuş bulunmaktadır. (Ülgen 1966, Özbek 1971, Kacar ve ark. 1975). Ancak Olsen yöntemi ile diğer yöntemler arasında bir korelasyon olup olmadığı da belirlenmek istenmiştir. Ayrıca diğer yöntemlerle elde edilen bulgular, yöre dışında veya diğer ülkelerde yapılmış çalışma sonuçlarına dayanılarak yorumlandığında, Olsen yöntemiyle elde edilen sonuç ile uyum gösterip göstermedikleri araştırılmak istenmiştir.

Olsen ve arkadaşları yönteminin Batı Geçit ve Marmara yörelerinde buğday ve patates bitkileri için kalibrasyonunda, yaklaşık 7-8 kg P₂O₅/da'dan daha fazla fosfor içeren toprakların fosfor kapsamı yüksek ve çok yüksek olarak sınıflandırılmaktadır. (Sefa 1980 ve 1981). Bu değer ppm P olarak karşılığı dikkate alındığında, 13 numaralı toprak örneği dışında araştırma topraklarının bitkiye yararlı fosfor kapsamlarının yüksek veya çok yüksek düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Hatta belirli topraklarda bir fosfor birikimi görülmektedir. Ancak bazı topraklarda (1,7 ve 15 numaralı örnekler) 20-40 cm. derinlikteki fosfor kapsamı, 0-20 cm.'lik üst toprak tabakasına oranla oldukça düşük bulunmuştur. Bu durum fosforun üst tabakada biriktiğini göstermektedir. Fosforun topraktaki hareketinin çok yavaş ol-

duğu düşünülürse, özellikle meyve ağaçları için fosforun daha alt tabakalara karışmasını sağlamak yararlı olacaktır.

Toprakların diğer yöntemlerle belirlenen fosfor kapsamları ülkemizin diğer yörelerinde veya diğer ülkelerde yapılan çalışmalar ve bu yöntemler için elde edilen kalibrasyon değerleri ile karşılaştırıldığında Olsen yöntemi ile elde edilenden farklı sonuçlarla karşılaşmaktadır. Örneğin Güner (1968), İzmir yöresi için Bingham yöntemi ile belirlenen fosfor miktarlarının aşağıdaki değerlere göre sınıflandırılmasını önermektedir. Buna göre 1.30 ppm'den daha az fosfor (P) içeren topraklar fosforca noksan, 1.30-3.26 ppm fosfor içeren topraklar ise fosforca zengin olarak sınıflandırılmaktadır. Araştırma topraklarında Bingham yöntemi ile belirlenen fosfor miktarları yukarıdaki değerler ile karşılaştırıldığında, birkaç örnek dışında Bursa Ovası topraklarının fosforca noksan olduğu düşünülebilir.

Bray ve Kurtz No. 1 yöntemi için kritik düzey genellikle 20-25 ppm P dolayındadır. (Bingham 1962, Ortega 1971, Thomas ve Peaslee 1973). Ülkemizde Bray ve Kurtz No. 1 yönteminin tarla denemeleri ile kalibrasyonu amacıyla Doğu Karadeniz ve Trakya Yörelerinde mısır bitkisi ile yürütülen çalışmalarda 6.5 kg P₂O₅/da'dan daha fazla fosfor içeren toprakların fosforlu gübreye gereksiniminin çok az olduğu, 9-9.5 kg P₂O₅/da dan daha fazla fosfor içeren toprakların ise fosforlu gübreye gereksinmesi olmadığı belirlenmiştir (Yurtsever ve Alkan 1975 ve 1976). Bursa Ovası topraklarında bu yöntemle elde edilen bulgular, Bray ve Kurtz No. 1 yönteminin ülkemizdeki kalibrasyon sonuçları ile karşılaştırıldığında, araştırma topraklarının yarıdan fazlasının fosforlu gübreye gereksinme göstermediği anlaşılmaktadır.

Doppel laktat yöntemi üzerinde birçok araştırmalar yapan Egner ve Riehm, toprakta belirlenen fosfor miktarlarını, pH ve toprak bünye sınıflarına göre yapmış oldukları çizelgelere göre değerlendirmişler ve bu çizelgelerdeki değerlerin her ülkede belirli yöreler için kalibrasyon çalışmaları ile düzenlenmesini önermişlerdir (Nehring ve Wiessmann 1960). pH'ı 6.6'dan yüksek olan ve genellikle bünyeleri tın ve killi tın olan Bursa Ovası toprakları bir fikir vermek bakımından Egner ve Riehm'in çizelgesine göre değerlendirildiğinde şu durum ortaya çıkmaktadır: 0-20 cm toprak derinliğinde 26 ppm'den az fosfor içeren 8 ve 9 numaralı topraklar fosforca yetersiz, 26-52 ppm fosfor içeren 15 numaralı toprak fosforca orta, 52 ppm'den fazla fosfor içeren diğer bütün topraklar ise fosforca iyi durumdadırlar.

Yukarıdaki değerlendirmelerden anlaşılacağı gibi, herhangi bir yöntemle elde edilen bulgulardan gübreleme amacıyla yararlanabilmek için, ilgili yöntemin o yöre için sera ve tarla denemeleri ile kalibrasyonu gerekli olmaktadır.

Sonuç olarak, bu araştırmadan elde edilen bulgular ülkemizin alkalın tepkimesi toprakları için en uygun yöntem olarak kabul edilen Olsen ve arkadaşları yöntemi ile ilgili sınır değerleri ile karşılaştırıldığında, Bursa Ovası topraklarının bitkiye yarayışlı fosfor bakımından genellikle zengin olduğu anlaşılmaktadır. Hatta belirli alanlarda aşırı bir fosfor birikimi olduğu söylenebilir. Ancak bazı alanlarda fosfor 0-20 cm'lik üst toprak tabakasında yığılmış olup, bu tabakanın hemen altında fosfor kapsamının hızla düştüğü görülmektedir. Bu durum, özellikle meyve ağaçları için fosfor yetersizliği sorunu yaratabilir. Bu alanlarda fosforun daha derine karışmasını sağlayıcı önlemler almak yararlı olacaktır.

Bursa Ovası topraklarında bitkiye yararlı fosfor miktarını belirlemek üzere kullanılan çeşitli kimyasal yöntemler arasında da yakın korelasyonlar olduğu saptanmıştır. Ancak Olsen yöntemi dışındaki diğer yöntemlerle elde edilen bulguların, yurt dışında yapılmış çalışmaların sonuçlarına dayanılarak, yöre topraklarının fosfor durumlarını yorumlamak üzere kullanılmalarının yanlış sonuçlar verebileceği anlaşılmaktadır. Hatta Olsen yöntemi ile elde edilen bulguların daha güvenilir şekilde yorumlanabilmesi için, bu yöntemin Bursa Ovası topraklarında belirli bitkilere göre kalibrasyonu konusunda ayrıntılı olarak çalışılmasının yararlı olacağı görüşüne varılmıştır.

KAYNAKLAR

- AYDENİZ, A., 1975. Toprak Amenajmanına Giriş I, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 1571.
- BINGHAM, F.T., 1949. Soil test for phosphate. *California Agriculture* 3 (8): 11-14.
- BINGHAM, F.T., 1962. Chemical soil tests for available phosphorus. *Soil Sci.* 94: 87-95.
- BOUYOUCOS, G., 1962. Hidrometer method improved for making particle size analysis of soils, *Agronomy Journal*, 54: 464-465.
- BRAY, R.H. and L.T. KURTZ., 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils, *Soil Sci.*, 59: 39-45.
- EGNER, H., H. RIEHM and W.R. DOMINGO., 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur phosphor- und Kaliumbestimmung. *Kungl. Lantbrukshögsk. Ann.* 26: 204-209.
- GÜNER, E., 1968. İzmir bölgesi tarla topraklarının fosfor ve potas ihtiyaçlarını belirtmeye yarayan bazı kimyasal laboratuvar metodlarının Neubauer metodu ile mukayesesine dair araştırmalar, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 131, İzmir.
- JACKSON, M.L., 1962. Soil Chemical Analysis, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.S.
- KACAR, B., 1966. Sülfirik asit ve amonyum fluorür ekstraksiyonu ile Çukurova topraklarında bitki tarafından alınabilir halde bulunan fosforun tayini, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 270, Ankara.
- KACAR, B., S.M.R. AMİN, G. ÇELEBİ ve C. TURAN., 1975. Antalya kıyı yöresi topraklarının fosfor durumu ve bu yöre topraklarında alınabilir fosforun belirlenmesinde kullanılacak yöntemler üzerinde bir araştırma. TBTA Yayınları No: 259, Ankara.
- KACAR, B. ve İ. KOVANCI., 1982. Bitki, toprak ve gübrelerde kimyasal fosfor analizleri ve sonuçların değerlendirilmesi, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 354, İzmir.
- KAMPRATH, E.S. and M.E. WATSON., 1980. Conventional soil and tissue tests for assessing the phosphorus status of soils, In "The Role of Phosphorus in Agriculture" (eds. F.E. Khasawneh, E.C. Sample, E.J. Kamprath), A.S.A., C.S.S.A., S.S.S.A., Medison, W. U.S.A.

- NEHRING, K. und H. WIESSMANN., 1960. Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden für Dünge- und Futtermittel, Boden. Verlag Paul Parey-Hamburg und Berlin.
- OLSEN, S.R., C.V. COLE, F.S. WATANABE and L.A. DEAN., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate, USDA Circ. 939.
- ORTEGA, E., 1971. Correlation and calibration studies of chemical analysis in soils and plant tissues for nitrogen and available phosphorus, *J. Indian Soc. Soil Sci.* 19: 147-153.
- ÖZBEK, N., 1971. Çeşitli bölge topraklarımızın fosfor statülerinin tayininde kullanılacak kimyasal metodlar üzerinde araştırmalar. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 435, Ankara.
- SEFA, S., 1980. Marmara ve batı geçit bölgelerinde patates için Olsen fosfor analiz metodunun kalibrasyonu, Eskişehir Bölge Toprak-Su Araş. Ens. Müd. Yayınları, No. 120, Eskişehir.
- SEFA, S., 1981. Batı geçit bölgesi sulanır koşullarında buğdayın azotlu gübre isteği ve Olsen fosfor analiz metodunun kalibrasyonu, Eskişehir Bölge Toprak-Su Araş. Ens. Müd. Yayınları, No. 120, Eskişehir.
- SHERMAN, N.S., 1942. Colorimetric determination of phosphorus in soils, *Ind. Eng. Anal. Ed.* 14: 182-185.
- SMITH, F.V., B.G. ELLIS and J. GRAVA., 1957. Use of acid fluoride solutions for the extraction of available phosphorus in calcareous soils and in soil to which rock phosphate has been added, *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 21: 400-404.
- THOMAS, G.W. and D.E. PEASLEE, 1973. Testing soil phosphorus, In "Soil Testing and Plant Analysis" (eds. L.W. Walsh and J.D. Beaton) *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 18: 467-470.
- ÜLGEN, N., 1966. Radyoizotop tekniği ile memleketimizin bazı topraklarında istifi edilebilir fosfor miktarlarını tayinde kullanılacak kimyasal analiz metodlarının seçilmesi, İzotop Uygulama Simpozyumu, 16-18 Mayıs 1966, İzmir.
- WATANABE, F.S. and S.R. OLSEN, 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO_3 extracts from soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 29: 677: 678.
- YURTSEVER, N. ve B. ALKAN, 1975. Karadeniz bölgesi topraklarının fosfor ihtiyaçlarının tayininde kullanılan bazı toprak analiz metodlarının tarla denemeleriyle kalibrasyonu üzerinde bir araştırma. TBTAk Yayınları No. 1220, Ankara.
- YURTSEVER, N. ve B. ALKAN, 1976. Karadeniz bölgesi topraklarının fosfor ihtiyaçlarının tayininde kullanılan bazı toprak analiz metodlarının ayçiçeği ve mısır tarla denemeleriyle kalibrasyonu, TBTAk Yayınları, Ankara.