

17305

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**S. Ü. ZİRAAT FAKÜLTESİ ÇOMAKLI KÖYÜ  
ARAŞTIRMA VE UYGULAMA ÇİFTLİĞİ  
TOPRAKLARININ FOSFOR  
DURUMLARI HAKKINDA BİR ARAŞTIRMA**

**T. G.**

**Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi**

**Ayşen AKAY  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK ANABİLİM DALI  
Konya, 1991**

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

S.Ü. ZİRAAT FAKÜLTESİ ÇOMAKLI KÖYÜ  
ARAŞTIRMA VE UYGULAMA ÇİFTLİĞİ TOPRAKLARININ  
FOSFOR DURUMLARI HAKKINDA BİR ARAŞTIRMA

Ayşen AKAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK ANABİLİM DALI

Bu tez 15.3.1991 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.

of. Dr. Fethi BAYRAKLI

Prof. Dr. Akgün AYDENİZ

Prof. Dr. Ferhan HATİPOĞLU

**Danışman**

**Üye**

**Üye**

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi  
S.Ü. ZİRAAT FAKÜLTESİ ÇOMAKLI KÖYÜ  
ARAŞTIRMA VE UYGULAMA ÇİFTLİĞİ TOPRAKLARININ  
FOSFOR DURUMLARI HAKKINDA BİR ARAŞTIRMA

Ayşen AKAY  
Selçuk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI  
1991, Sayfa: 58

Jüri: Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI  
Prof. Dr. Akgün AYDENİZ  
Prof. Dr. Ferhan HATİPOĞLU

Bu araştırma, Konya-Merkez Çomaklı Köyü girişinde yer alan Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının fosfor durumlarının belirlemek amacı ile yapılmıştır. 13 yerden 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerinden toplam 26 adet toprak örneği alınarak yürütülen bu çalışmada toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri tesbit edilmiştir. Çalışmanın ağırlık noktasını teşkil eden araştırma topraklarının fosfor durumları; toplam fosfor, organik fosfor, inorganik fosfor fraksiyonları (gevşek bağlı, alüminyum, demir, kalsiyum, indirgeyicide çözünen, hapsedilmiş fosfatlar), çeşitli kimyasal ekstraksiyon çözeltilerinde çözünebilen fosfor miktarları belirlenmiştir. Toprakların fosfor fiksasyon kapasitelerinin de tayin edildiği bu araştırma sonunda elde edilen neticeler aşağıda kısaca verilmiştir.

Toprakların toplam fosfor içerikleri ortalama 260,35 ppm P'dir. Toprakların fosfor fiksasyon kapasitesi ortalama % 62 olarak bulunmuştur. Toplam fosfor içerisinde fosfor fraksiyonlarının çoktan aza sıralaması şöyledir: Organik-fosfor > Gevşek bağlı-fosfor > Alüminyuma bağlı-fosfor > Demire bağlı-fosfor > Kalsiyuma bağlı-fosfor > İndirgeyicide çözünen-fosfor > Hapsedilmiş-fosfor. Araştırma sahası topraklarında bitkiye elverişli fosforu başta gevşek bağlı fosfatlar olmak üzere, alüminyum fosfatlar, kalsiyum fosfatlar ve demir fosfatlar temsil etmektedir. Bitkiye elverişli fosfor miktarını belirlemede bu topraklar için Bray ve Kurtz-I ve Olsen metodları önerilebilir.

ANAHTAR KELİMELER: Fosfor fraksiyonları, elverişli fosfor, fosfor fiksasyonu.

## ABSTRACT

Master Thesis  
AN INVESTIGATION ON SOIL PHOSPHORUS  
STATUS OF THE EXPERIMENTAL FARM SOILS OF THE  
AGRICULTURAL FACULTY IN ÇOMAKLI VILLAGE

Ayşen AKAY  
Selçuk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Soil Science

Supervisor: Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI  
1991, Page: 58

Jury: Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI  
Prof. Dr. Akgün AYDENİZ  
Prof. Dr. Ferhan HATİPOĞLU

This investigation has been made to find out the phosphorous content of Selçuk University Agricultural Faculty Investigation and Practical Farm soils which is landed near Konya-Çomaklı Village. In order to determine physical and chemical characteristics of the soils we have got 26 soil samples from 13 different points at 0-30 cm and 30-60 cm in depth. The main purpose of this study was to gain an inside of the total, organic and inorganic phosphorous fractions (loose tied, aluminium, iron, calcium, soluble in reducer and occluded phosphates) of the soils. The amount of phosphorous which are soluble in various chemical extraction solutions and phosphorous fixation capacities of the soils were also determined. Results obtained could be summarized as follows.

The total phosphorous contents of the soils are approximately 260 ppm P. The average phosphorous fixation capacity of the soils was found as 62 %. The order of phosphorous fraction in total soil phosphorus was found as; Organic-P > loose-tied-P > Aluminium-P > Iron-P > Calcium-P > Reductant soluble-P > Occluded-P. In these soils mainly loose-tied-P represents plant available phosphorus. Beside of this fraction aluminium-P, calcium-P and iron-P have also a great importance on plant available phosphorus. Bray and Kurtz-I and Olsen extraction methods are recommended for determination of plant available phosphorous in the soils.

KEY WORDS: Phosphorous fractions, available phosphorus, phosphorous fixation.

## TEŐEKKÖR

Bu araştırmanın yüksek lisans tezi olarak plânlanıp, yürütölmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde daima yardım ve yakın ilgilerini gördüğüm danışman hocam Sayın Prof.Dr.Fethi BAYRAKLI'ya, çalışmalarım esnasında benden yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof.Dr.SaimKARAKAPLAN ve AraŐ.Gör.SaitGEZGİN'e, maddi destek sağliyerek araştırmanın yapılması imkanını veren S.Ü. Araştırma Fonu Başkanlığı'na, istatistikî analizlerin yapılmasında emeği geçen S.Ü.Ziraat Faköltesi öğretim üyesi Sayın Yrd.Doğ.Dr. M. KâzımKARA'ya ve bu çalışmada emeği geçen herkese teşekkürü bir borç bilirim.

Konya, Őubat 1991

Ayşen AKAY

## TABLO LİSTESİ

Tablo No:

Sayfa No:

- 3.1. İnorganik Fosfor Fraksiyonlarının Toprakta Ayrılmasında Uygulanan Peterson ve Corey (1966) Metodunun Esasları - - - - - 22
- 3.2. Araştırma Topraklarına Uygulanan Kimyasal Ekstraksiyon Metodları, Özellikleri ve Uygulama Şekilleri ile İlgili Açıklamalar - - - - - 23
- 4.1. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Merkez-Çomaklı Köyündeki Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden Alınan Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri - - - 26
- 4.2. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Merkez-Çomaklı Köyündeki Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden Alınan Toprak Örneklerinin Çeşitli Fosfor Tayin Metodlarına Göre Fosfor Miktarları (P, ppm) - - - - - 28
- 4.3. Çeşitli Fosfor Tayin Metodlarının Kendi Aralarındaki İlişkileri Gösteren Korelasyon Katsayıları (r) - - - - 29
- 4.4. Araştırma Bölgesi Topraklarında Çeşitli Fosfor Tayin Metodları, Toplam-P, Organik ve İnorganik Fosfor Bileşikleri ile Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren Korelasyon Katsayıları (r) ve Regresyon Denklemleri - - - - - 30
- 4.5. Araştırma Bölgesi Topraklarında İnorganik Fosfor Fraksiyonları ile Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren Korelasyon Katsayıları (r) ve Regresyon Denklemleri - - - - - 36
- 4.6. Değişik Konsantrasyonlarda Fosfor İhtiva Eden Çözeltilerle Muameleye Tabi Tutulan Toprak Örneklerinde Fikse Edilen Fosfor Miktarları (%) - - - - 49
- 4.7. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Değişik Konsantrasyonlarda Fosfor İhtiva Eden Çözeltilerle Muameleye Tabi Tutulan Topraklarda Fikse Edilen Fosfor Miktarları (ppm) Arasındaki İlişkiyi Gösteren Korelasyon Katsayıları (r) ve Regresyon Denklemleri - - - - - 50

## ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No:</u>	<u>Sayfa No:</u>
3.1. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Çomaklı Bölümü - - - - -	18
4.1. Araştırma Topraklarının Toplam, Organik ve İnorganik Fosfor Durumları- - - - -	31



## İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖZ	1
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
TABLO LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Toprakta Fosfor	5
2.2. Topraktaki İnorganik Fosforun Fraksiyonlarına Ayrılması	8
3. MATERYAL ve METOD	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Toprak örneklerinin alındığı yerler ve örneklerin analizlere hazırlanması	17
3.2. Metod	19
3.2.1. Toprak örnekleri üzerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizler	19
3.2.2. Fosfor tayin metodları	20
3.3. İstatistikî Analizler	24
4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA	25
4.1. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	25
4.2. Çeşitli Fosfor Tayin Metodlarına Göre Elde Edilen Fosfor Miktarları İle Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler	27
4.3. Toprakların Fosfor Fiksasyon Kapasiteleri	48
ÖZET	52
KAYNAKLAR	55



## 1. GİRİŞ

Fosfor bitki büyümesinde, metabolizmasında, enerji taşınmasında ve enzimatik reaksiyonlarda önemli rol oynayan mutlak lüzumlu bir bitki besin elementidir.

Bitkinin ihtiyacı olan fosforun toprakta yeterli seviyede olup olmadığını bilmek, topraktan bitkiye fosfor temin eden fosfor bileşiklerinin çeşit ve miktarlarını tesbit etmek gayesiyle pekçok fosfor tayin metodu geliştirilmiştir. Ancak bu metodlar her türlü toprak ve iklim şartlarında uygulanamamaktadır. Zira belli bir toprak ve iklim şartında kullanılan bir metod başka şartlarda kullanıldığı zaman toprakların gerçek fosfor durumlarını yeterince ortaya koyamayabilmektedir. Bu sebeple toprakların bitkiye elverişli fosfor durumlarını belirleyebilmek için uygulanacak olan metod veya metodların toprak ve yetiştirilecek bitkinin çeşidine göre önceden saptanması gerekmektedir. Günümüzde farklı özelliklere sahip toprakların hepsi için uygulanabilecek tek bir metod geliştirilememiştir.

Toprakların bitkinin ihtiyacını temin edebilecek oranda elverişli fosforu ihtiva edip etmediği, o topraklar için önceden belirlenmiş olan kimyasal ekstraksiyon metodlarından birine göre tesbit edilmektedir. Çoğu durumda, bazı kimyasal ekstraksiyon metodlarına göre toprakların fosfor muhtevaları yüksek çıkmasına rağmen; o topraklar fosforlu gübreye ihtiyaç gösterebilmektedir. Bu da bitkiye elverişli fosforu belirlemede uygulanan kimyasal ekstraksiyon metodları çözücülerinin, toprakta bitkiye fosfor temin eden doğal fosfor bileşiklerini temsil edemediğini

göstermektedir. Araştırmacılar herhangi bir toprağa uygulanabilecek kimyasal ekstraksiyon metodunun, o topraktaki elverişli fosfor bileşiklerini bitkiye yararlı olan miktarı kadar çözebilen metod olduğu konusunda aynı fikirde-  
dirler.

Toprakta bitkiye elverişli fosforun kaynağı olarak genellikle inorganik fosfor fraksiyonları gösterilmektedir. Topraklardaki inorganik fosfor fraksiyonları gevşek bağlı, kalsiyum, alüminyum, demir, indirgeyicide çözünen ve hapsedilmiş fosfatlardır. Bu fraksiyonlardan gevşek bağlı, kalsiyum, alüminyum ve demir fosfatlar aktif; indirgeyicide çözünen ve hapsedilmiş fosfatlar ise inaktif olarak sınıflandırılmaktadır. Çoğunlukla genç, nötr ve alkalin reaksiyonlu topraklarda kalsiyum fosfatlar, ayrışma ve parçalanma dereceleri daha ileri safhada olan asit topraklarda ise alüminyum, demir ve hapsedilmiş fosfatlar hakim durumdadır.

Toprakta bazı bitki besin elementleri toprağın organik ve inorganik yapı maddeleri ile birleşerek daha az çözünebilir bileşiklere dönüşmektedir. Bitki besin maddesinin fiksasyonu olarak adlandırılan bu olay sonucunda bitki bu besin maddesinden faydalanamamaktadır. Toprakta fosfor da bu şekilde fiksasyona maruz kalan elementlerdendir. Topraklarda fosfor fiksasyonunu etkileyen pekçok toprak özelliği vardır. Bunlar toprak pH'sı, killerin cinsi ve miktarı, organik madde, kireç, tepkime süresi, toprak sıcaklığı, aktif seskioksitlerin miktarı, değişebilir haldeki katyonların cinsi ve miktarı şeklinde sıralanabilir. Bitkiler toprağa verilen fosforlu gübreden, o yıl içinde ancak % 10-30 oranında yararlanabilmekte ve geriye kalan

% 70-90'ı ise toprakta fikse edilmektedir. Kültür topraklarında verilen fosforlu gübrelerden bitkilerin faydalanma dereceleri toprak ve bitki çeşidi, toprağın işlenmesi ve fosforlu gübre çeşitleriyle yakından ilgilidir.

Bu araştırmada, Konya-Merkez-Çomaklı Köyü tapulama sahası içinde kalan Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğı topraklarının doğal toprak fosforu ele alınarak:

1- Toprakların toplam, organik ve inorganik fosfor durumları hakkında bilgi edinmek,

2- Araştırmaya konu olan topraklarda inorganik fosfor fraksiyonlarının dağılışını tesbit etmek,

3- Toprakların çeşitli kimyasal ekstraksiyon metodlarına göre ihtiva ettikleri bitkiye elverişli fosfor miktarını bulmak,

4- Toplam fosfor, organik fosfor ve inorganik fosfor fraksiyonları ile çeşitli kimyasal ekstraksiyon metodları arasındaki ilişkiyi tesbit etmek,

5- Toprakların toplam, organik, inorganik fosfor durumları ve çeşitli kimyasal ekstraksiyon metodlarına göre ihtiva ettikleri bitkiye elverişli fosfor miktarları ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak,

6- Araştırma topraklarında bitkiye elverişli fosforu belirleyebilecek uygun kimyasal ekstraksiyon metodlarını tesbit etmek,

7- Araştırma topraklarına artan dozlarda fosforlu gübre uygulanması halinde, toprakların fosfor fiksasyon kapasitelerini belirlemek ve

8- Toprakların fosfor fiksasyon durumları ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek gayesi ile yapılmıştır.

Bu araştırma adı geçen bölgeden alınan toplam 26 toprak örneği üzerinde yürütülmüştür. Toprakların fiziksel, kimyasal özellikleri ve fosfor durumları ile ilgili tayin ve değerlendirmeler Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünü Laboratuvarlarında yapılmıştır.



## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Toprakta Fosfor

Temel bitki besin elementlerinden olan fosforun doğal kaynağı topraktır. Fosfor toprakta çeşitli mineral-lerin, özellikle apatit, yapısında bulunabildiği gibi, suda çok yavaş çözünen inorganik bileşikler ve fitin, nükleik asitler, fosfolipidler olarak adlandırılan organik bileşikler halinde de bulunmaktadır.

Fosfat tüm mağmatik ve sedimenter kayalar ile tuzlu ve tatlı sularda yer almaktadır. Mc Kelvey (1973)'e göre kayalarda fosfatın oranı ortalama % 0,1-0,2  $P_2O_5$  arasında değişmektedir.

Birçok mineral % 1'in üzerinde  $P_2O_5$  içermektedir. Ancak bu mineraller içerisinde en önemlisi ham kaya fosfatı olarak adlandırılan apatittir (Eming 1982).

Toprak çözeltisinde bulunan fosfor miktarı 0,1-1,0 ppm P arasındadır. Litosferdeki fosfor miktarı ise % 0,28 olarak tahmin edilmektedir.

Toprakların toplam fosfor içerikleri; toprağın olduğu ana materyalin cinsi, iklim, parçalanma, dağılma, toprağın organik madde kapsamı ve toprağın tekstürü gibi faktörlerin etkisi altındadır. Genel olarak kireçtaşı, kalkerli şeyl, marn ve tebeşir maddelerinden oluşmuş topraklar, asidik veya kireçsiz depozitlerden oluşan topraklara nazaran daha fazla toplam fosfor ihtiva ederler.

Oruç ve Bayraklı (1972) Erzurum, Elazığ ve Rize'den almış oldukları toprak örneklerinde toplam fosfor miktarlarını median olarak sırasıyla 905 ppm P, 390 ppm P ve 652

ppm P olarak bulmuşlardır.

Turan ve Oskay (1978), Meriç Havzası topraklarında yapmış oldukları araştırmada toplam fosfor miktarını 353 ppm P olarak tespit etmişlerdir.

Aydeniz (1980), Güneydoğu Anadolu Bölgesinden almış olduğu 39 toprak örneğinde ortalama toplam fosfor miktarını 679 ppm P olarak bulmuştur.

Okan ve Özgümüş (1987), Bursa Ovası topraklarında toplam fosfor miktarını ortalama 1489 ppm P olduğunu bildirmişlerdir.

Bayraklı (1975), Bayburt ve Erzincan Ovaları ile Rize Bölgesi topraklarında toplam fosfor miktarının sırasıyla 450-1361 ppm P (median 641 ppm P), 325-650 ppm P (median 529 ppm P) ve 303-1548 ppm P (median 606 ppm P) arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Total fosfor ilk planda bitkiye elverişli fosfor olarak kabul edilmemekle beraber topraktaki ayrışma ve parçalanmaların etkisiyle aktif fosfor fraksiyonlarının teşekkülünde ve suda münhal fosfor yenilenmesinde önem taşımaktadır (Oruç ve Bayraklı 1972).

Topraklarda fosfor başlıca organik ve inorganik formlarda bulunur. Değişik özelliklere sahip topraklarda bu iki form arasındaki oranlar farklıdır. Ancak genellikle toplam fosforun % 70 ile % 90'ının inorganik bileşikler şeklinde bulunduğu bildirilmektedir.

Bitkilerde bulunan üç ana organik fosfor bileşiği benzer şekilde toprakta da yer almaktadır. Bunlar; fitin ve fitin türevleri, nükleik asitler ve fosfolipidlerdir. Organik fosfor bileşiklerinden bitkilerin yararlanabilmesi

için bunların inorganik formlar haline dönüşmesi, başka bir deyimle mineralize olması gerekir (Kacar 1984).

Toprak pH'sı yükseldikçe organik fosforun inorganik fosfora, mikroorganizma faaliyetinin bir sonucu olarak dönüşümü fazlalaşır. Genel olarak toprakların organik madde miktarı arttıkça, organik fosfor miktarı da artmaktadır (Turguttopbaş 1976).

Çukurova Bölgesi topraklarında yapılan bir araştırmada organik-P'un toplam fosfor içerisindeki payının % 2,7 ile % 30,4 arasında değiştiği ve ortalama olarak % 14,3 olduğu bulunmuştur (Kacar 1970).

Turan ve Oskay (1978)'in Meriç Havzası topraklarında yapmış olduğu çalışmada ise toplam fosfor miktarı ortalama 352,8 ppm P iken organik fosfor ortalama 76,9 ppm P'dir.

Yukarıdaki son iki çalışmada da organik fosfor miktarı düşük olarak bulunmuştur. Bu durumu etkileyen faktörlerin başında sıcaklık gelmekte olup, sıcaklığın yüksek olması organik haldeki fosforun süratle mineralizasyonuna sebep olmakta ve böylece topraktaki organik fosfor miktarı yıldan yıla azalmaktadır. Diğer bir faktör pH'dır. Toprak pH'sının yüksek olması bu topraklardaki organik fosfor miktarının az olmasına sebep gösterilebilir.

Bayraklı (1975), Bayburt ve Erzincan Ovaları ile Rize Bölgesi topraklarında yapmış olduğu çalışmada organik fosforun toplam fosfor içerisindeki payını ortalama olarak sırasıyla % 14.0, % 11.6 ve % 20.5 olarak bulmuştur.

Oskay ve Hatipoğlu (1985), Orta Anadolu kahverengi topraklarında yaptıkları çalışmada ortalama değerler ele alındığında organik fosfor miktarının toplam fosforun

% 15,2'sini teşkil ettiğini gözlemişlerdir.

Tisdale ve Nelson (1966), organik karbonun organik fosfora oranı 200 veya daha az olduğunda organik fosforun mineralizasyonunun çok kolay olduğunu, bu oran 300 veya daha fazla olduğunda ise mineralizasyonun güçleşeceği ve hatta immobilizasyonun söz konusu olduğunu bildirmektedir.

Topraktaki inorganik fosfor fraksiyonları dört ana grup altında toplanmıştır. Bunlar;

- a- Kalsiyum fosfatlar
- b- Alüminyum fosfatlar
- c- Demir fosfatlar
- d- Hapsedilmiş fosfatlardır.

Nötr ve kalkerli topraklarda fosfor daha çok kalsiyum'a bağlanarak, mono ve dikalsiyum fosfatlara dönüşür ve sonuç olarak apatit meydana gelir. Asit topraklarda ise fosfor daha çok demir ve alüminyuma bağlı olarak bulunur ki bunlar muhtemelen düfrenit, vavellit, strengit, varis-sit gibi fosfatlardır. Bu bileşikler, asit topraklarda gayet zor çözünmekte ve bitkiye elverişliliği de azalmaktadır (Turguttopbaş 1976).

## **2.2. Topraktaki İnorganik Fosforun Fraksiyonlarına Ayrılması**

Topraktaki inorganik fosfor bileşiklerinin fraksiyonlarına ayrılması kimyasal çözücüler yardımıyla yapılmaktadır. Bu çözücülerin temel özellikleri aşağıda verilmiştir:



a- Flor anyonu taşıyan çözücülerin alüminyum fosfatları,

b- Alkali çözücülerin daha çok başta demir fosfatlar olmak üzere alüminyum fosfatları ve bir kısım organik fosforu,

c- Asit çözücülerin genel olarak kalsiyum fosfatları ve önemli miktarlarda alüminyum ve demir fosfatları,

d- Sodyum sitrat-dithionit çözücüsünün ise hapsedilmiş fosfatları çözebildiği farzedilmektedir (Bayraklı 1975).

Nötral amonyum florür çözücüsü alüminyum fosfatları tamamen, demir fosfatları zayıf bir şekilde çözebilmekte, apatiti ise etkilememektedir. Sodyum hidroksit çözücüsü ise; alüminyum ve demir fosfatları tamamen çözebildiği halde apatite etki etmemektedir. Sülfirik asit çözücüsü apatiti tamamen, demir ve alüminyum fosfatları önemli miktarda çözebilmektedir. Bu üç fraksiyonu birbirinden ayırabilmek için florür ve alkali ekstraksiyonunun önce tatbik edilmesi gerekmektedir. Üzeri demir oksitle örtülü olan ve çok zor çözündüğü kabul edilen form (hapsedilmiş fosfatlar), florür, alkali ve asit ekstraksiyonlarından sonra sodyum-sitrat-dithionit ekstraksiyonu ile çözündürülmektedir (Chang ve Jackson 1957-Bayraklı 1975).

Aydeniz ve Zabunoğlu (1979), ülkemizin değişik yörelerinden aldıkları farklı reaksiyonlara sahip topraklarda yapmış oldukları çalışmalarda, belirlenen fosfor konsantrasyonları arasında çözücüye bağlı çok büyük farklar bulmuşlar, alkali çözücülerle gerçeğe daha yakın ve düşük miktarda fosfor ölçülmesine karşın, asit+ $NH_4F$  ve

asit çözücülerle bulunan fosfor miktarının diğer çözücülere kıyasla daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Aydeniz (1980), Güneydoğu Anadolu Bölgesi topraklarında yaptığı çalışmada toprağın kireç kapsamı arttıkça  $\text{NaHCO}_3$ 'da çözünen fosfor miktarının da arttığını saptamıştır. Diğer taraftan alkali çözücülerin gerek çözücü oranı, gerekse süre değişikliklerinden en az etkilendiğini bildiren araştırmacı en uygun toprak/çözelti oranı olarak 1/10, en uygun çalkalama süresi olarakta 15 dakikanın önerilebileceğini belirtmektedir.

Aydeniz (1969), gerek suni olarak hazırlanmış, gerekse tabii şartlarda oluşmuş topraklarda çözücüye amonyum florür ilavesinin asit çözücülere karşı kirecin etkisini yavaşlattığını, kireç miktarı arttıkça asit çözücülerde çözünebilen fosfor miktarının logaritmik bir küve şeklinde azaldığını, ancak amonyum florür katılanlarda bu azalmanın daha az ve düze yakın bir hat şeklinde olduğunu belirlemiştir.

Topraktaki inorganik fosfor fraksiyonlarının dağılışı ve miktarları, toprak profil gelişmesi ilerledikçe pH ve diğer iyonik konsantrasyonlarda meydana gelen değişmelere paralel olarak farklılaşır. Genellikle topraklar olgunlaştıkça pH değerleri düşmekte ve nisbeten çözünür durumda olan fosfor formları azalmakta buna karşı hapsedilmiş fosfor formları artmaktadır. Yani kalsiyum fosfat miktarı azalmakta, alüminyum, demir ve hapsedilmiş fosfatlar artmaktadır (Bayraklı 1975).

Fosfat kapsayan mineraller tortul, püskürük ve metamorfik kayalarda bulunmaktadır. Fosfat içeren bu yataklar fosforlu gübre hammaddesi olan kayafosfatı üretmek

için işletilmektedir. Dünyada işlenen kayafosfatların yaklaşık % 55'i tortul fosfat yataklarından elde edilmektedir. Mineral bileşimi ve ekonomik önemine göre kayafosfatları üç ana gruba ayrılmaktadır. Bunlar:

a) Fe-Al fosfatlar; b) Ca-Fe-Al fosfatlar; c) Ca-fosfatlar. Ca-fosfatlar grubu apatit minerallerini kapsamakta ve Flor-apatit  $[Ca_{10}(PO_4)_6F_2]$  formülü ile gösterilmektedir. Apatit formundaki fosfatlardan önemli miktarlarda fosforun serbest duruma geçebilmesi için toprak pH'sının yaklaşık olarak 7 civarına düşmesi gerekmektedir. pH 7 civarında apatit çözünmekte açığa çıkan fosfor bitki tarafından kolaylıkla alınabilir durumda olmaktadır (Brohi 1985).

Genel olarak alkalın reaksiyonda kalsiyum fosfatların, asit reaksiyonda ise demir ve alüminyum fosfatların çözünürlüğü hızla azalmaktadır (Bohn ve ark. 1979).

İnorganik fosfor formlarının cinsi ve nisbi miktarları toprak reaksiyonu, çeşitli katyonların aktiviteleri, fosfat bileşiklerinin çözünürlük sabiteleri, kimyasal tecezzinin derecesi ve gübreleme pratiğine bağlıdır. Toprak oluşumu esnasında kimyasal tecezzinin şiddetine bağlı olarak inorganik fosfor formları sırası ile Ca-P → Al-P → Fe-P → Oklüde-P (Hapsedilmiş-P) şeklinde teşekkül etmektedir (Chang ve Jackson 1958 - Oruç ve Bayraklı 1972).

Hsu ve Jackson (1960)'a göre toprak pH değerinin 6-7 arasında olduğu hallerde Ca-P, Al-P ve Fe-P'lerin çözünürlükleri arasında büyük bir fark yoktur. Bu değer üzerinde Ca-P bileşikleri Al-P ve Fe-P bileşiklerine naza-

ran, bilhassa  $\text{CaCO}_3$  mevcudiyetinde, daha karardır. Bu değerin altında ise Al-P ve Fe-P bileşikleri, Ca-P bileşiklerine kıyasla daha stabildir (Oruç ve Bayraklı 1972).

Aydeniz (1978) tarafından, kireç-fosfor ilişkisinin verime etkisini görmek amacıyla yapılan bir çalışmada; topraklarda kirecin fosforun etkisini gerilettiği, düşük kireçli topraklarda ise fosforun yüksek etki derecesinden dolayı gübre dozuna bağlı gelişmenin daha hızlı olduğu gözlenmiştir.

Turan ve Oskay (1978), Meriç Havzası topraklarında inorganik fosfor fraksiyonları içerisinde Ca-P fraksiyonunun ortalama 75,0 ppm P'lik bir değerle nispi olarak en fazla miktarda olduğunu ve bunun sebebinde toprak örneklerinin pH değerlerinin çoğunlukla 7,0'nin üzerinde olmasıyla açıklanabileceğini bildirmektedir. Ca-P fraksiyonunu sırasıyla ortalama olarak, 30,8 ppm ile Al-P, 21,8 ppm ile Fe-P fraksiyonu izlemektedir. Ayrıca Al-P ve Fe-P fraksiyonları arasında % 0,1 düzeyinde, Al-P ile Ca-P fraksiyonları arasında % 5 düzeyinde önemli ve olumlu bir ilişki gözlenmiştir. Öte yandan Al-P fraksiyonu ile organik fosfor ve toplam fosfor fraksiyonları arasında ve Fe-P fraksiyonu ile organik fosfor arasında % 1 seviyesinde önemli ve olumlu ilişkiler gözlenmiştir.

Kacar (1970), Çukurova topraklarında yaptığı bir çalışmada Ca-P fraksiyonunun görel olarak en yüksek miktarda olduğunu belirtmiş bunu sırasıyla Al-P, Fe-P ve Redüktan-P fraksiyonları takip etmiştir. Fe-P ile Ca-P fraksiyonları arasında % 1 seviyesinde önemli ve olumsuz bir ilişki, silt muhtevası ile Al-P fraksiyonu arasında

% 10, pH ile de Fe-P arasında % 5 seviyesinde önemli bir korelasyon olduğunu tesbit etmiştir.

Kadeba ve Boyle (1978), orman topraklarında Al-P ve Al+Fe-P fraksiyonlarının en fazla bulunan inorganik fosfor formları olduğunu ve bu inorganik fosfor formları ile el-verişli-P arasında önemli bir ilişki bulunduğunu bildirmişlerdir.

Oskay (1986), Konya Ovası alüviyal topraklarında yaptığı bir çalışmada toprakların Al-P ve Fe-P kapsam-larının çok düşük, buna karşılık Ca-P kapsamlarının ise gerek fosfor verilmeden ve gerekse verildikten sonra göreceli olarak en yüksek olduğunu gözlemiştir.

Oruç ve Bayraklı (1972), toprakların pH değerleri ile Ca-P fraksiyonu arasında önemli ve pozitif bir ilişki, pH değerleri ile Al-P+Fe-P formlarının toplamı arasında ise önemli fakat negatif bir ilişki tesbit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar inorganik fosfor formları olarak nötr, alkalın, kireçli veya zayıf ölçüde tecezziye uğramış topraklarda Ca-P ile Al-P fraksiyonlarının hakim olduğuna dair literatürde verilen genel görüşe uymaktadır.

Bayraklı (1975), yaptığı bir çalışmada Bayburt ve Erzincan Ovaları topraklarında bitkiye elverişli fosfor fraksiyonlarını Al-P ve Ca-P' in temsil ettiğini, Erzincan Ovası topraklarında hapsedilmiş fosfatlar, demir fosfatlar ve organik fosforun elverişli fosfora katkılarının deneme şartlarında önemsiz olduğunu tespit etmiştir. Rize Bölgesi asit topraklarında ise hapsedilmiş fosfatlar hakim durumdadır. Buna sebep olarak bu bölge topraklarındaki ayrışma ve parçalanma derecesinin Bayburt ve Erzincan Ovalarındaki ayrışma ve parçalanma derecesinden daha ileri olması

gösterilmiştir.

Topraklara verilen fosforun hangi formda fikse edildiği ele alındığında, topraklara sabit seviyede uygulanan fosforun asit reaksiyonlu topraklarda daha çok alüminyum fosfatlar ve demir fosfatlara dönüştüğü, alkalın reaksiyonlu topraklarda ise başta Al-P' lar olmak üzere Ca-P' lar ve toprağa gevşek bağlı formda (NH<sub>4</sub>Cl-P) tutulduğu anlaşılmıştır. Ayrıca toprakların alüminyum ve demir oksit yüzde miktarları artarken buna paralel olarak tutulan toplam fosfor ve fikse edilen fosfor miktarları doğrusal olarak artmaktadır (Bayraklı 1980).

Sayın ve Sak (1988) yaptıkları araştırmada; kireçli topraklarda, organik maddenin, amorf alüminyum oksitlerin ve "serbest" oksitlerin kalsit mineralini ve fosforunu tutan diğer toprak minerallerini kaplayıcı ve bağlayıcı nitelikte olduğunu tesbit etmişlerdir. Bir toprak kireçli dahi olsa organik maddece zenginse organik madde fosfatı tutan asıl toprak bileşeni olmaktadır. Organik maddenin düşük olduğu hallerde "serbest" oksitler özellikle kaba fraksiyonlarda fosfatı tutan asıl toprak bileşenleri rolünü üstlenmektedir.

Kumla seyreltmenin verime, fosfor alımına ve fosforun yararlılığına etkisini araştıran Aydeniz (1977); %70'den daha fazla kumla seyreltmenin ürün miktarını hızla düşürdüğünü gözlemiş, düşük fosfor düzeyinde killi toprakta en yüksek verim %20-25 toprak kapsayan işlemlerden alınmış ve genellikle tın, kum ve kilden oluşan karışımda fazla kuru madde elde edildiğini tesbit etmiştir.

Çalışma yapılacak herhangi bir bölgede toprakların fosforlu gübreye ihtiyaçlarının olup olmadığını tesbit et-

mek için bitkiye elverişli fosfor miktarını farklı fosfor tayin metodları ile belirlemeli, daha sonra bölge toprakları için en uygun metoda göre fosforlu gübre tavsiyesinde bulunulmalıdır. Araştırmacılar, belli bir toprak grubu için önerilen kimyasal ekstraksiyon metodunun, adı geçen toprak grubunda bitkiye elverişli fosforu temsil durumunda olan fosfor fraksiyonlarını çözebilme yeteneğinde bulunması gereği üzerinde fikir birliği halindedir (Bayraklı 1975).

Özbek (1971), Orta Anadolu kuzey bölgesi topraklarında fosfor statülerinin tayininde kullanılacak en uygun metodun ekstrakt eriyiği 0.5M NaHCO<sub>3</sub> olan Olsen ve arkadaşlarının geliştirdiği metod olduğunu bildirmiş ve bu metodla belirlenen sınır değerlerine göre söz konusu bölge topraklarının hepsinin fosforlu gübreye ihtiyaç gösterdiğini tesbit etmiştir.

Büyük Konya Havzası Alüviyal topraklarında yapılan bir çalışmada Olsen metodu ile belirlenen fosfor miktarı ile Gevşek bağlı-P miktarı arasında önemli bir ilişki görülmüştür (Oskay 1986).

Çukurova topraklarında yapılan bir çalışmada ise Olsen, Bray-I ve Bray-II yöntemleri ile Al-P arasında %0.1 seviyesinde önemli ve olumlu bir ilişki tesbit edilmiştir (Kacar 1970).

Turguttopbaş (1974), Erzurum Ovası topraklarında bitkiye elverişli fosfor tayininde tavsiye edilebilecek en uygun metodun Olsen metodu olduğuna işaret etmektedir.

Bursa Ovası topraklarının, bitkiye yararlı fosfor bakımından genellikle zengin olduğu gözlenmiştir. Ülkemiz-

deki alkalın karakterde olan topraklar için en uygun yöntem olduğu çeşitli araştırmalarla tesbit edilen Olsen metoduna göre ova topraklarında belirlenen fosfor miktarları 2.14-116.23 ppm P arasında değişmekte olup, kullanılan bütün yöntemler arasında farklı düzeylerde olmakla birlikte önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur (Okan ve Özgümüş 1987).

Bayraklı (1975), toprakların bitkiye elverişli fosfor durumlarını belirlemede alkalın ve hafif alkali reaksiyona sahip Bayburt ve Erzincan Ovaları toprakları için genellikle asit-florürlü kimyasal ekstraksiyon metodlarının (Kacar, Bray-I, Bray-II); asit reaksiyona sahip olan Rize Bölgesi topraklarında ise Kacar, Olsen, Bray-I, Bray-II, Weltch, Bingham ve Chumachenkon metodlarından herhangi birinin uygulanabileceğini bildirmektedir.



### 3. MATERİYAL VE METOD




#### 3.1. Materyal

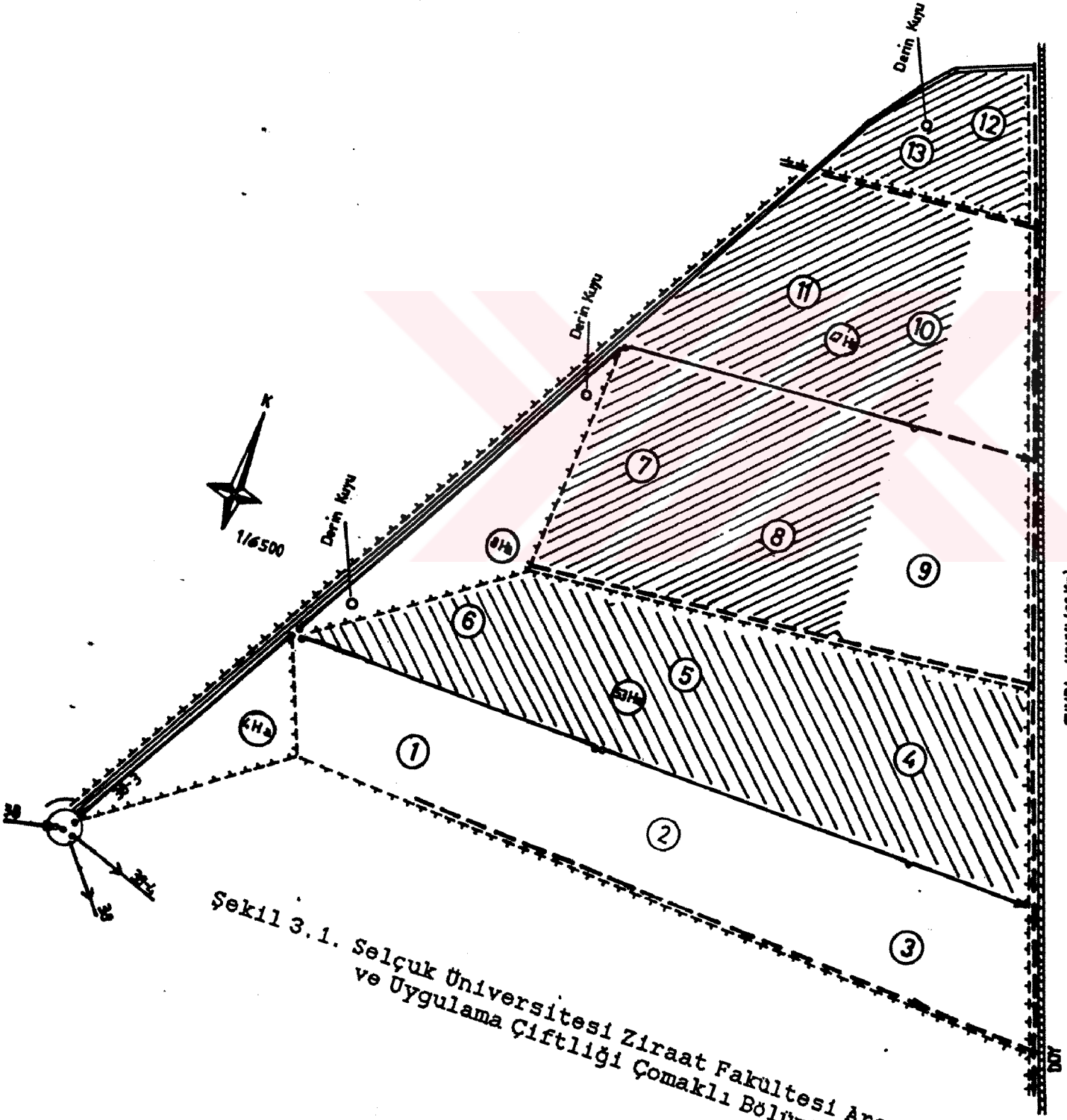
##### 3.1.1. Toprak örneklerinin alındığı yerler ve örneklerin analizlere hazırlanması

Bu araştırma Konya-Merkez-Çomaklı Köyü tapulama sahası içinde kalan Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarında yapılmıştır. Araştırma yeri Konya'nın güneyinde, Konya-Çumra karayolu kenarında ve Konya'ya 20 km. uzaklıkta olan ortalama 1000 dekarlık bir sahadır (Şekil 3.1). Araştırma sahası toprakları Hidromorfik Alüviyal topraklar grubuna girmektedir. Deniz seviyesinden yüksekliği 1026 m. olan bu topraklarda su seven ve tuza dayanıklı kamış, saz, yosun, acı ayrık ve kova otu gibi özel bitki örtüsü hakimdir. Topoğrafya düz veya iç bükey, meyil düz, düze yakındır. Tabii meylin yetersizliği, iç bükey topoğrafya, tuzlu taban sularının yükselmesi, taşkınlar ve buharlaşma sebebiyle karışık bünye, drenaj, tuzluluk ve alkalilik önemli özellikleridir. Azonal olmaları sebebiyle profilde yalnız A ve C horizonları bulunan genç topraklardır. Bazı olgun hidromorfiklerde zayıf bir B horizonu görmek mümkündür (Anonymous 1978).

Araştırmanın yapıldığı bölgenin iklim durumuna baktığımızda yıllık ortalama yağışın 371.6 mm. ve yıllık ortalama sıcaklığın ise 10.63°C olduğunu görürüz (1988 yılı rakamları T.O.K.B. Konya İl Müd. ).

Toprak örnekleri Jackson (1960) tarafından bildirildiği şekilde alınmıştır. Söz konusu arazide; 6 adet ekil-

-  Sürülmüş Boş Arazi  
 Kalkık Arpa Ekili Arazi (30kg/da DAP)  
 Sürülmemiş Arazi (Mera)



Şekil 3.1. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma  
 ve Uygulama Çiftliği Çomaklı Bölümü

miş, 3 adet sürülmüş ama ekilmemiş ve 4 adette sürülmemiş yerden olmak üzere toplam 13 yerden 0-30 cm. ve 30-60 cm. derinliklerden burğu ile 26 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri içerisindeki bitki artıkları ve kaba parçacıklar ayıklandıktan sonra havada kurutularak 2 mm.'lik elekten geçirilmek üzere dögölüp merdane çekilmiştir. Elekten geçen kısımlar plastik kovalar içerisinde analizler için saklanmıştır. Toprak örneklarinin alındıkları yerler hakkında şekil 3.1'de bilgi verilmiştir.

### **3.2. Metod**

#### **3.2.1. Toprak örnekleri üzerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizler**

##### **Bünye (Tekstür) tayini**

Toprakların kil, silt ve kum miktarları Bouyoucos (1951) hidrometre metoduna göre yapılmıştır.

##### **Toprak reaksiyonu (pH)**

(1:2.5) Oranındaki 0.01 M  $\text{CaCl}_2$ , 1N KCl çözeltilisinde ve toprak:saf su süspansiyonunda pH değerleri cam elektrotlu pH-metre ile ölçölmüştür (Jackson 1962).

##### **Organik madde tayini**

Smith ve Weldon metoduna göre yapılmıştır (Smith ve Weldon 1941).

**Kalsiyum karbonat tayini**

Volümetrik yöntemle kalsimetre kullanılarak yapılmıştır (Hızalan ve Ünal 1966).

**Tuzluluk (EC)**

Satürasyon ekstraktının elektriki iletkenliği ölçülmüştür (US. Salinity Lab. Staff. 1954).

**Kasyon değişim kapasitesi tayini**

Modifiye Bower metoduna göre yapılmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff. 1954).

**Satürasyon yüzdesi**

Satürasyon ekstraktının hazırlanması esnasında harcanan su miktarı ve toprağın nem oranı gözönünde tutularak satürasyon yüzdesi hesaplanmıştır.

**3.2.2. Fosfor tayin metodları****Toplam fosfor tayini**

2.5 gr. toprak örneği 150 ml'lik erlenmayere konulmuş ve üzerine 20 ml. Fleischmann asidi ilave edilerek sıcak düzlemde 140°C'de 1 saat kadar bekletilmiş ve beyaz duman çıkınca ocaktan indirilip soğutulmuştur. Sonra üze-

rine saf su ilave edilerek 100 ml'lik balon jøjeye aktarılmış ve balon saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Balondaki ekstrakt daha sonra Whatmann-42 filtre kağıdından süzölmüştür. Süzökten alınan uygun miktardaki örneklerde molibdofosforik mavi renk metoduna göre teşekköl ettirilen mavi rengin yoğunluğu UV-160 Spektrofotometresinde tesbit edilerek, toprakların toplam fosfor miktarları ppm olarak hesaplanmıştır (Bayraklı 1987).

### **Organik fosfor tayini**

Organik fosfor miktarı; 240°C'de bir saat süreyle bırakılan 1 gr. toprak örneğinin fosfor miktarı ile aynı miktar toprak örneğinin ısıya tabi tutulmamış durumdaki tayin edilen fosfor miktarları arasındaki farktan hesaplanmıştır (Legg ve Black 1955). Bu metodda organik toprak fosforunun 240°C'de mineralize olabildiği kabul edilmiştir. Isıya tabi tutulan ve tutulmayan toprak örnekleri kesif HCl ekstraksiyonuna maruz bırakılmış ve alınan ekstraktlarda fosfor tayini kolorimetrik olarak yapılmıştır (Kacar ve Kovancı 1982).

### **İnorganik fosforun fraksiyonlarına ayrılması ve tayini**

İnorganik fosfor bileşikleri Chang ve Jackson (1957) işleminin Peterson ve Corey (1966) tarafından modifiye edilmiş metodu ile topraktan ayrılmıştır. İnorganik fosfor fraksiyonlarının topraktan ekstrakte edilmesinde tatbik edilen Peterson ve Corey (1966) metodunun esasları özet olarak Tablo 3.1. 'de verilmiştir.

Tablo 3.1. İnorganik Fosfor Fraksiyonlarının Toprakta Ayrılmasında Uygulanan Peterson ve Corey (1966) Metodunun Esasları

Çözücü	Top: Çözücü	Çalk. Süresi.	Çözünen Frak.
1M $\text{NH}_4\text{Cl}$	1:50	30 dakika	Gevşek bağlı-P
0.5N $\text{NH}_4\text{F}$ , pH:8.2	1:50	1 saat	Al-P
0.1N NaOH	1:50	17 saat	Fe-P
0.25N $\text{H}_2\text{SO}_4$	1:50	1 saat	Ca-P
0.3M Na Sitrat-dit.	1:40	15 dakika	İnd. Çöz.-P
0.1M NaOH	1:50	1 saat	Haps.-P

Yukarıda belirtilen esaslar dahilinde alınan ekstraktlarda fosfor tayini kolorimetrik olarak yapılmıştır (Bayraklı 1987).

#### Fosfor fiksasyon kapasitesi tayini

Toprakların fosfor fiksasyon kapasitelerini tayin etmek için topraklara artan oranlarda fosfor ihtiva eden çözeltiler verilmiş olup uygulanan işlemler aşağıda kısaca özetlenmiştir:

5 gr. havada kuru toprak tartılmış ve üzerine 3-9-18-30-60 ppm P ihtiva eden  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  çözeltilerinden ayrı ayrı 100'er ml. ilave edilmiştir. Cam baget yardımıyla elle karıştırılan toprak-fosfor çözeltilisi karışımı 24 saat süreyle bekletilmiştir. Bekletme süresi sonunda santrifüj edilip fosfor tayinleri yapılmıştır (Murphy and Riley 1962, Schouwenburg and Walinda 1967-Bayraklı 1987).

Toprakların fosfor fiksasyon kapasiteleri ilave edilen fosforun yüzdesi olarak ifade edilmiş, fiksasyon ile

toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

### Topraklara uygulanan çeşitli kimyasal ekstraksiyon metodları ve bu metodlarla ekstrakte edilen fosforun tayini

Araştırma topraklarına uygulanan çeşitli kimyasal ekstraksiyon metodları, özellikleri ve topraklara uygulanma şekilleri ile ilgili açıklamalar Tablo 3.2'de verilmiştir.

Kimyasal ekstraksiyon metodları ile elde edilen ekstraktlarda fosfor tayinleri kolorimetrik olarak yapılmıştır. Toplam fosfor, organik fosfor, inorganik fosfor fraksiyonları, fosfor fiksasyonu ve kimyasal ekstraksiyon metodları ile alınan çözeltilerde fosfor tayini molibden mavisi metoduna göre yapılmış ve redükleyici olarak L-Askorbik asit kullanılmıştır (Bayraklı 1987).

Tablo 3.2 Araştırma Topraklarına Uygulanan Kimyasal Ekstraksiyon Metodları, Özellikleri ve Uygulama Şekilleri İle İlgili Açıklamalar

Metodun Adı	Çözücünün Karakteri	Top: Çöz	Çalkalama Süresi
Bray ve Kurtz-I (1945)	0,025M HCl+0,03M NH <sub>4</sub> F	1:7	1 dakika
Olsen (1954)	0,5M NaHCO <sub>3</sub> , pH: 8,5	1:20	30 dakika
Kacar (1966)	0,06N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +0,03N NH <sub>4</sub> F	1:7	5 dakika

### 3.3. İstatistiki Analizler

Elde edilen neticeler korelasyon ve regresyon analizleri ile istatistiki yönden değerlendirilmiştir (Düzgüneş 1963).





#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

##### 4.1. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinden (Merkez-Çomaklı Köyü) alınan toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Tablo 4.1.'de verilmiştir. Toprakların tekstür tayinlerinden elde edilen rakamların ortalamaları gözönüne alındığında bu topraklar orta bünye sınıfına (tınlı) girmektedir. Toprakların kum miktarları % 18,5-60,3 arasında, silt miktarları % 16,6-78,5 arasında ve kil miktarları ise % 3,0-49,4 arasında değişmektedir.

Toprakların pH değerleri; (Toprak:s.su) süspansiyonunda ortalama 8,53, (Toprak: 0,01 M. CaCl<sub>2</sub>) süspansiyonunda ortalama 7,82 ve (Toprak: 1N.KCl) süspansiyonunda 8,02'dir.

Ortalama CaCO<sub>3</sub> muhtevası % 49,8'dir. Görüldüğü gibi topraklar kireççe zengindirler.

Toprakların organik madde içerikleri % 1,11 ile % 5,95 arasında değişmekte olup ortalama % 2,65'dir. Bu değerlere göre genel olarak toprakların orta derecede organik madde ihtiva ettikleri görülmektedir.

Kasyon değişim kapasitesi 14,0-36,0 me/100 gr. arasında değişmekte olup ortalama 23,6 me/100 gr. 'dir.

Toprakların elektriki kondaktiviteleri ortalama 2.04 mmhos/cm. 'dir. Bu EC değerine göre topraklar tuzsuz karakterdedir. Satürasyon yüzdeleri ise ortalama % 91,6'dır.

Tablo 4.1. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Merkez-Çomaklı Köyündeki Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden Alınan Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprak Lab. No	Derinlik (cm.)	TEKSTÜR				pH (1:2.5)			Kireç (%)	Organik Madde (%)	KDK (me/100gr)	EC (mmhos/cm)	Saturasyon (%)
		Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Sınıfı	Top:S. Su	Top: 0.01M CaCl <sub>2</sub>	Top:1N KCl					
1	0-30	44.6	33.4	22.0	Tın	8.30	7.64	7.70	34.1	5.95	28.2	1.64	79.0
	30-60	35.4	28.0	36.6	Killi Tın	8.02	7.74	7.89	63.8	1.67	17.2	5.48	96.9
2	0-30	37.9	43.1	19.0	Tın	8.13	7.54	7.73	51.8	3.48	19.8	0.77	87.1
	30-60	34.4	43.8	21.8	Tın	7.90	7.61	7.97	65.5	1.11	16.6	2.16	115.7
3	0-30	48.9	24.9	26.2	Kumlu Killi Tın	8.22	7.61	7.85	45.6	3.95	23.5	2.68	115.9
	30-60	34.7	27.2	38.1	Killi Tın	8.18	7.88	8.00	61.0	1.84	23.5	3.86	132.0
4	0-30	38.7	23.9	37.4	Killi Tın	9.09	8.32	8.09	35.0	3.51	31.8	1.93	95.2
	30-60	30.9	19.7	49.4	Kil	9.05	8.29	8.47	58.5	1.54	24.0	3.08	117.6
5	0-30	37.6	28.0	34.4	Killi Tın	8.26	7.72	7.94	37.4	2.83	29.0	1.02	102.9
	30-60	23.6	30.9	45.5	Kil	8.70	7.74	8.18	65.3	1.25	20.2	1.43	100.4
6	0-30	35.2	32.5	32.3	Killi Tın	8.36	7.62	7.89	42.9	3.46	24.8	1.07	89.6
	30-60	18.5	78.5	3.0	Siltli Tın	8.22	7.62	8.10	68.3	1.23	15.9	1.18	91.7
7	0-30	38.3	33.2	28.5	Killi Tın	8.56	7.63	7.83	36.9	5.11	32.9	1.29	80.7
	30-60	25.5	42.1	32.4	Killi Tın	8.56	8.01	8.12	46.5	3.39	25.5	4.98	101.2
8	0-30	26.3	26.0	47.7	Kil	9.26	8.38	8.29	34.6	3.45	26.1	1.48	88.0
	30-60	22.9	60.3	16.8	Siltli Tın	8.68	8.16	8.29	55.5	1.69	24.1	4.26	114.8
9	0-30	42.6	34.2	23.2	Tın	8.42	7.52	7.82	47.2	3.04	24.8	0.84	83.5
	30-60	31.8	64.1	4.1	Siltli Tın	8.56	7.55	8.00	66.4	1.40	14.0	2.60	83.3
10	0-30	60.3	23.0	16.7	Kumlu Tın	8.34	7.46	7.92	34.3	4.54	31.5	1.03	84.1
	30-60	39.0	43.4	17.6	Tın	8.65	7.77	8.13	67.9	1.54	20.6	1.81	78.9
11	0-30	53.1	30.8	16.1	Kumlu Tın	8.66	7.75	7.84	39.4	2.56	23.8	1.80	67.2
	30-60	38.9	16.6	44.5	Kil	9.04	8.03	8.29	57.9	1.16	17.8	1.19	79.6
12	0-30	52.1	31.5	16.4	Tın	8.45	7.79	7.77	32.8	3.63	36.0	1.41	64.9
	30-60	34.1	26.0	39.9	Killi Tın	8.78	8.03	8.20	47.7	1.38	24.1	1.27	93.8
13	0-30	52.9	32.0	15.1	Tın	8.55	7.90	7.91	36.1	2.93	23.8	1.55	62.4
	30-60	36.9	18.7	44.4	Kil	8.73	7.92	8.19	62.7	1.23	14.3	1.12	74.7
En düşük	0-30	26.3	23.0	15.1		8.13	7.46	7.70	32.8	2.56	19.8	0.77	62.4
	30-60	18.5	16.6	3.0		7.90	7.55	7.89	46.5	1.11	14.0	1.12	74.7
En yüksek	0-30	60.3	43.1	47.7		9.26	8.38	8.29	51.8	5.95	36.0	2.68	115.9
	30-60	39.0	78.5	49.4		9.05	8.29	8.47	68.3	3.39	25.5	5.48	132.0
ORT.	0-30	43.7	30.5	25.8	Tın	8.51	7.76	7.89	39.1	3.73	27.4	1.42	84.7
	30-60	31.3	38.4	30.3	Tın	8.54	7.87	8.14	60.5	1.57	19.8	2.65	98.5
ORTALAMA		37.5	34.5	28	Tın	8.53	7.82	8.02	49.8	2.65	23.6	2.04	91.6

#### 4.2. Çeşitli Fosfor Tayin Metodlarına Göre Elde Edilen Fosfor Miktarları ile Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Araştırmanın yapıldığı sahadan alınan toprak örneklerine uygulanan fosfor tayin metodlarına göre elde edilen fosfor miktarları Tablo 4.2'de, bu metodların kendi aralarındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları (r) Tablo 4.3'de, fosfor tayin metodları ile toprakların bazı özellikleri arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları ve regresyon denklemleri ise Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'de verilmiştir. Ayrıca farklı fosfor tayin metodları ile araştırma topraklarında belirlenen ortalama fosfor miktarları arasındaki farklar Şekil 4.1.'de gösterilmiştir. Şimdi sırayla bu metodlardan elde edilen sonuçları inceleyelim:

##### a) Toplam fosfor

Toprak örneklerinin toplam fosfor miktarları 107,8-630,4 ppm P arasında değişmekte olup, 0-30 cm toprak katmanı için ortalama 355,4 ppm P ve 30-60 cm toprak katmanı içinse 165,3 ppm P'dir (Tablo 4.2). Genel ortalama alındığında ise fosfor miktarı 260.4 ppm P'dir (Şekil 4.1.). Tripathi ve ark. (1970), üzerinde araştırma yaptıkları toprakları toplam fosfor miktarları bakımından şu şekilde sınıflandırmışlardır; 300-500 ppm toplam fosfor ihtiva eden topraklar düşük, 600-1000 ppm toplam fosfor ihtiva eden topraklar orta ve 1000 ppm'den fazla fosfor ihtiva eden topraklar ise toplam fosfor bakımından yüksek sınıfa sokulmuştur (Bayraklı 1975). Bu sınıflandırma

Tablo 4.2. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Merkez-Çomaklı Köyündeki Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden Alınan Toprak Örneklerinin Çeşitli Fosfor Tayin Metodlarına Göre Fosfor Miktarları (P, ppm)

Toprak Lab. No	Derinlik (cm.)	Toplam Fosfor	Brayve Kurtz-I	Kacar	Olsen	Organik Fosfor	inorganik Fosfor Fraks. Topl.	İnorganik Fosfor Fraksiyonları					
								Gevşek bağlı-P	Al-P	Fe-P	Ca-P	İnd. Çöz.-P	Haps.-P
1	0-30	630.4	2.77	3.97	3.85	474.62	113.24	23.39	17.70	5.38	55.28	3.28	8.21
	30-60	188.1	0.70	2.93	3.52	71.60	73.20	46.78	12.01	3.70	5.05	3.28	2.38
2	0-30	266.0	0.81	2.38	3.96	109.29	47.93	19.30	6.96	3.69	10.74	2.40	4.84
	30-60	136.7	0.40	1.55	2.86	14.11	83.67	43.86	29.08	2.02	3.01	3.93	1.77
3	0-30	304.7	0.35	1.69	3.23	120.22	71.71	25.34	22.13	3.36	14.11	2.62	4.15
	30-60	113.2	0.60	0.30	6.05	30.89	71.23	42.69	15.81	3.70	3.07	3.28	2.69
4	0-30	286.6	0.96	1.99	5.28	217.01	71.61	24.56	18.97	5.04	16.43	2.62	3.99
	30-60	148.4	0.34	0.70	3.85	77.22	65.69	40.93	12.65	2.52	4.11	3.49	2.0
5	0-30	255.7	1.01	2.43	3.30	151.44	60.98	8.77	23.39	4.70	15.01	3.28	5.83
	30-60	124.9	1.46	2.60	3.85	54.23	69.16	37.42	17.07	3.70	5.16	3.28	2.53
6	0-30	257.1	0.39	1.62	5.39	128.61	96.00	42.10	18.97	5.04	22.75	4.15	2.99
	30-60	117.6	0.96	1.60	1.59	26.76	84.88	51.46	22.13	2.69	3.90	3.60	1.10
7	0-30	449.7	1.81	1.79	10.19	234.17	95.28	31.58	13.07	4.03	35.06	3.93	7.61
	30-60	295.3	0.39	1.29	5.83	154.40	83.38	37.43	20.23	5.54	13.06	3.06	4.07
8	0-30	533.4	1.66	1.75	8.14	128.34	126.64	19.10	35.41	5.04	59.39	3.71	3.99
	30-60	208.7	1.01	0.85	8.36	89.59	97.92	53.21	15.18	4.54	16.90	3.49	4.61
9	0-30	229.2	0.45	1.50	4.18	126.27	66.08	25.73	14.54	3.02	15.17	5.24	2.38
	30-60	107.8	0.65	1.05	4.73	29.35	73.23	39.76	19.60	3.02	4.84	3.71	2.29
10	0-30	351.2	1.16	1.20	10.12	158.74	75.00	24.17	18.34	6.05	21.01	3.06	2.37
	30-60	130.0	0.70	3.61	8.43	44.03	84.22	39.18	29.45	4.37	5.84	2.84	2.54
11	0-30	360.0	1.35	0.75	9.46	134.79	80.58	32.75	10.75	3.02	24.96	4.80	4.30
	30-60	201.3	0.63	3.03	3.19	24.46	80.16	39.76	23.76	4.03	9.00	2.84	0.76
12	0-30	335.0	1.11	4.77	8.91	101.00	75.10	28.07	13.91	4.70	19.91	3.60	4.91
	30-60	213.1	0.81	3.08	5.61	85.77	86.26	39.76	29.72	4.03	8.69	2.29	1.77
13	0-30	361.5	1.06	3.00	6.16	69.79	86.93	39.18	11.38	5.04	24.01	3.71	3.61
	30-60	164.6	1.46	3.57	4.11	47.41	86.58	42.10	29.51	3.02	8.21	3.06	0.68
En düşük	0-30	229.2	0.35	0.75	3.23	69.79	47.93	8.77	6.96	3.02	10.74	2.40	2.38
	30-60	107.8	0.34	0.30	1.59	14.11	65.69	37.42	12.01	2.02	3.01	2.29	0.68
En yüksek	0-30	630.4	2.77	4.77	10.19	474.62	126.64	42.10	35.41	6.05	59.39	5.24	8.21
	30-60	295.3	1.46	3.61	8.43	154.40	97.92	53.21	29.72	5.54	16.90	3.93	4.61
ORT.	0-30	355.4	1.14	2.22	6.32	165.71	82.08	26.46	17.35	4.47	25.68	3.57	4.55
	30-60	165.3	0.78	2.01	4.77	57.68	79.97	42.64	21.25	3.61	6.99	3.24	2.24
ORTALAMA		260.35	0.96	2.12	5.55	111.7	81.03	34.55	19.3	4.04	16.34	3.41	3.4

değerleri gözönüne alındığında Çomaklı Köyü topraklarının genel olarak çok düşük seviyede toplam fosfor ihtiva ettikleri görülür. Bu sonuç toprakların fosfor rezervlerinin az olduğunu göstermektedir.

Araştırma topraklarının toplam fosfor miktarları ile Bray ve Kurtz-I, ( $r=0,691^{**}$ ), Olsen ( $r=0,404^{**}$ ) metodları ve Organik fosfor ( $r=0,816^{**}$ ) arasında önemli ve pozitif bir ilişki vardır. Toplam inorganik fosfor miktarı ile de  $r=0,562^{**}$  korelasyon katsayısıyla ifade edilen önemli bir ilişki gözlenmiş olup inorganik fosfor formlarından Gevşek bağlı-P ile önemli ve negatif bir ilişki; Fe-P, Ca-P ve hapsedilmiş-P formları ile de % 1 seviyesinde önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur (Tablo 4.3).

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tablo 4.3. Çeşitli Fosfor Tayin Metodlarının Kendi Aralarındaki İlişkileri Gösteren Korelasyon Katsayıları (r)

Toplam Fosfor	1,000												
Bray ve Kurtz-I	0,691**	1,000											
Kacır	0,216	0,380*	1,000										
Olsen	0,404**	0,281	-0,074	1,000									
Org-P	0,816**	0,667**	0,183	0,173	1,000								
Inorg.P Frak.Top.	0,562**	0,537**	0,114	0,319	0,354*	1,000							
Gev-P	-0,580**	-0,307	-0,168	-0,121	-0,529**	0,140	1,000						
Al-P	-0,074	0,003	0,174	-0,118	-0,180	0,452**	0,006	1,000					
Fe-P	0,583**	0,331*	0,245	0,464**	0,519**	0,341*	-0,379*	0,007	1,000				
Ca-P	0,945**	0,721**	0,148	0,414**	0,733**	0,723**	-0,495**	0,068	0,539**	1,000			
Ind. Çöz-P	0,108	0,037	-0,329	0,183	0,012	0,174	0,074	-0,249	-0,265	0,223	1,000		
Haps.-P	0,749**	0,580**	0,129	0,344*	0,794**	0,237	-0,548**	-0,341*	0,448**	0,670**	0,061	1,000	
	Toplam Fosfor	Bray ve Kurtz-I	Kacır	Olsen	Org-P	Inorg.P Frak.Top.	Gev-P	Al-P	Fe-P	Ca-P	Ind. Çöz-P	Haps-P	

\* P < 0,05

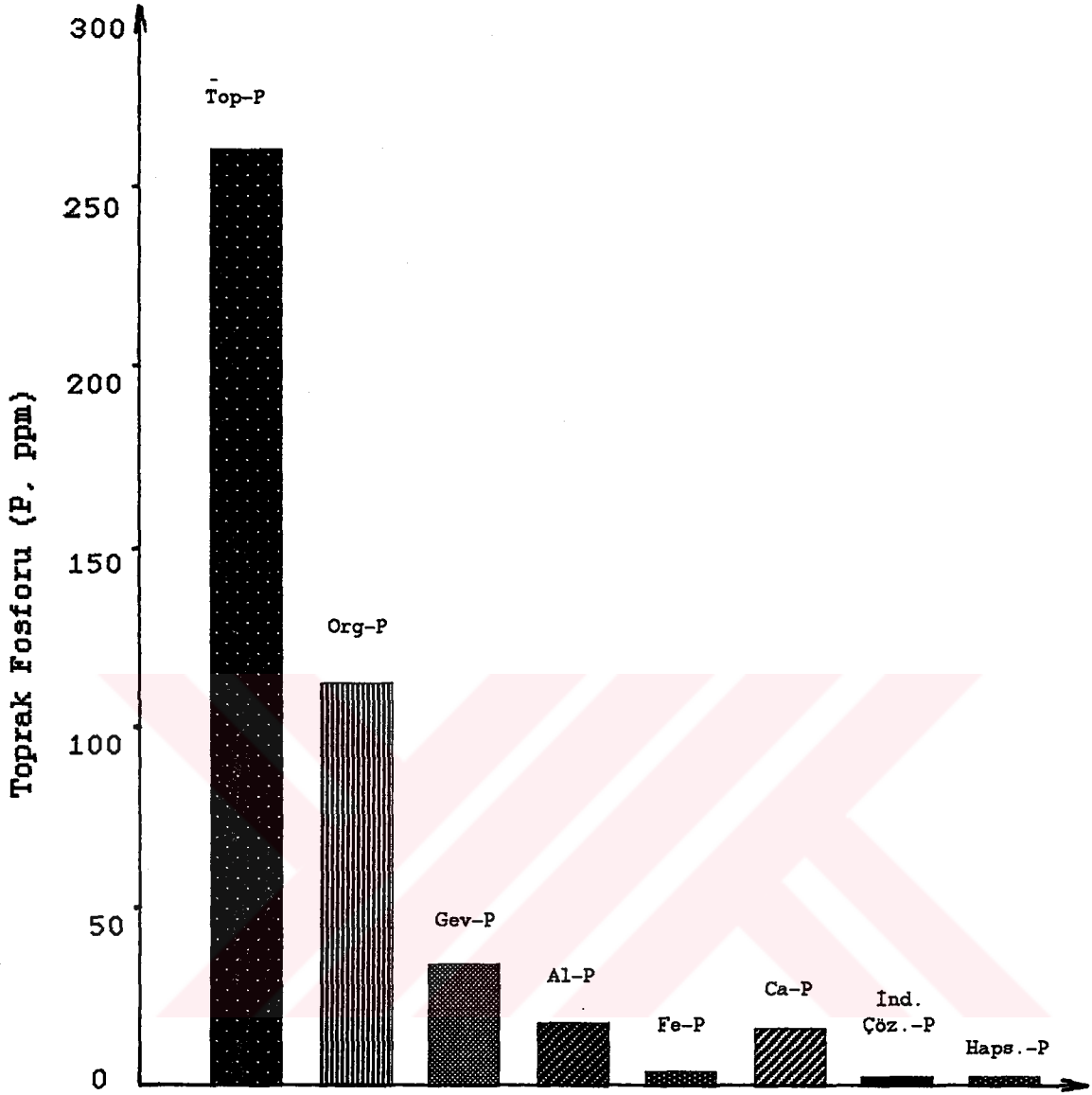
\*\* P < 0,01

Tablo 4.4. Araştırma Bölgesi Topraklarında Çeşitli Fosfor Tayin Metodları, Toplam-P, Organik ve İnorganik Fosfor Bileşikleri İle Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren Korelasyon Katsayıları (r) ve Regresyon Denklemleri

Toprak Özellikleri	Bray ve Kurtz-I (1945)	Kacar (1966)	Olsen (1954)	Toplam Fosfor	Organik Fosfor	Inorganik Fosfor Fraksiyon Top.
Kum %	0.137 -	0.250 -	0.377* $y=2.122+0.091x$	0.411** $y=59.983+5.344x$	0.286 -	-0.165 -
Silt %	-0.083 -	-0.226 -	-0.108 -	-0.271 -	-0.184 -	0.062 -
Kil %	-0.015 -	0.055 -	-0.172 -	-0.019 -	-0.018 -	0.058 -
pH (1:2.5) (Top: S.Su)	0.152 -	0.013 -	0.270 -	0.139 -	0.001 -	0.309 -
pH (1:2.5) (Top: 0.01N CaCl <sub>2</sub> )	-0.006 -	-0.047 -	0.107 -	0.051 -	-0.067 -	0.305 -
pH (1:2.5) (Top: 1N KCl)	-0.217 -	-0.199 -	-0.090 -	-0.402** $y=2401.05-267.06x$	-0.437** $y=1763.21-206.03x$	0.168 -
Kireç %	-0.406** $y=1.844-0.017x$	-0.128 -	-0.474** $y=10.115-0.092x$	-0.837** $y=694.95-8.727x$	-0.675** $y=360.248-4991x$	-0.258 -
Organik Madde %	0.488** $y=0.428+0.201x$	0.107 -	0.366* $y=3.769+0.669x$	0.859** $y=37.211+84.247x$	0.848** $y=-44.572+58.995x$	0.249 -
KDK (me/100 gr)	0.307 -	0.087 -	0.581** $y=-0.322+0.248x$	0.625** $y=-78.119+14.339x$	0.602** $y=-119.929+9.812x$	0.123 -
EC (mmhos/cm)	-0.310 -	-0.325 -	-0.026 -	-0.217 -	-0.124 -	-0.013 -
Satürasyon %	-0.433** $y=2.218-0.014x$	-0.558** $y=5.399-0.036x$	-0.338* $y=9.91-0.048x$	-0.408** $y=543.31-3.09x$	-0.199 -	-0.204 -

\* P<0.05

\*\* P<0.01



Şekil 4.1. Araştırma Topraklarının Toplam, Organik ve İnorganik Fosfor Durumları

ile toplam fosfor miktarı arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.4) toplam fosfor ile kum miktarı, organik madde miktarı ve KDK arasında % 1 seviyesinde önemli ve pozitif bir ilişki; pH (Toprak: 1N KCl),  $\text{CaCO}_3$  ve saturasyon yüzdesi ile ise yine % 1 seviyesinde önemli fakat negatif bir ilişki görülmüştür. Ayrıca bağımlı değişken olarak ele alınan toplam fosfor miktarı üzerine üç bağımsız

değişkenin [ $x_1$ , pH(Toprak: 0,01 M.CaCl<sub>2</sub>);  $x_2$ , Organik madde (%);  $x_3$ , Satürasyon yüzdesi] etkileri olduğu çoklu regresyon analizinde görülmüştür. Regresyon eşitliği aşağıda verilmiştir:

$$y = -952,987 + 143,43x_1 + 84,44x_2 - 1,777x_3$$

Eşitliğe ilişkin belirtme katsayısı  $R^2 = 0,849$ 'dur. Bu üç değişken ile toplam fosfor miktarı arasındaki ilişki % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur.

#### b) Organik fosfor

Araştırma yapılan sahadan alınan toprak örneklerinin organik fosfor miktarları 14,1-474,6 ppm P arasında değişmekte olup, 0-30 cm toprak katmanında ortalama 165,7 ppm ve 30-60 cm toprak katmanında ise 57,7 ppm P'dir (Tablo 4.2). Her iki katman birlikte değerlendirildiğinde genel ortalama 111,7 ppm P'dir (Şekil 4.1.). Organik fosforun toplam fosfor içerisindeki payı 0-30 cm'lik katman için % 46,6, 30-60 cm katman için % 34,8 olup ortalama % 42,9'dur.

Orta Anadolu kahverengi topraklarında yapılan bir çalışmada ortalama değerler ele alındığında organik fosfor miktarının toplam fosforun % 15,2'sini teşkil ettiği gözlenmiştir (Oskay ve Hatipoğlu 1985).

Araştırma sahasındaki topraklarda Orta Anadolu Bölgesinde yer almasına rağmen, organik fosfor muhtevaları Oskay ve Hatipoğlu (1985)'nin bildirdiği sonuçlardan oldukça farklıdır. Bu farklılığın sebebi olarak araştırma topraklarının orta derecede organik madde içermeleri ve aynı zamanda henüz tarıma açılmamış olmaları gösterilebilir.



Organik fosfor miktarı ile toplam fosfor ve Bray ve Kurtz-I metodu arasında % 1 seviyesinde önemli ve pozitif bir ilişki görülmüş, Kacar ve Olsen metodları ile organik fosfor arasındaki ilişki ise istatistikî yönden önemli bulunmamıştır. Diğer taraftan bu fraksiyon ile inorganik fosfor fraksiyonları toplamı arasında % 5 seviyesinde; Fe-P, Ca-P ve Hapsedilmiş-P arasında ise % 1 seviyesinde önemli ve pozitif bir ilişki vardır. Organik fosfor ile Gevşek bağlı-P arasında ise % 1 seviyesinde önemli ve negatif bir ilişki olduğu saptanmıştır (Tablo 4.3).

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile organik fosfor miktarı arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 4.4) pH(Toprak: 1N KCl) ve CaCO<sub>3</sub> (%) (Korelasyon katsayıları sırasıyla  $r=-0,437^{**}$  ve  $r=-0,675^{**}$ ) ile organik fosfor miktarı arasında % 1 seviyesinde önemli ve negatif bir ilişki; organik madde miktarı ve KDK arasında ise % 1 seviyesinde önemli ve pozitif bir ilişki tesbit edilmiştir. Bu durum bize organik madde ve KDK arttıkça organik fosfor miktarının da arttığını bunun aksine pH ve kireç miktarı arttıkça organik fosfor miktarının azaldığını göstermektedir. Organik fosfor ile toprak reaksiyonu arasındaki ilişkiyi araştıran Thompson (1950) toprak pH'sı yükseldikçe organik fosfor miktarının azaldığını tesbit etmiştir. Araştırma topraklarında organik fosfor ile pH arasındaki ilişki Kacar (1970) tarafından elde edilen sonuçlarla uyum göstermektedir.

### c) İnorganik fosfor fraksiyonlarının toplamı

Araştırma yapılan sahadan alınan toprakların inorga-

nik fosfor fraksiyonlarının toplam miktarı Tablo 4.2'den de görüldüğü gibi 47,9-126,6 ppm P arasında değişmekte olup, ortalama 81,0 ppm P'dir. İnorganik fosfor fraksiyonlarının toplam miktarının toplam fosfor içindeki payı ise % 58,1'dir.

Araştırma topraklarında inorganik fosfor fraksiyonlarının toplam miktarı ile toplam fosfor ve Bray ve Kurtz-I metodu arasında (Korelasyon katsayıları sırasıyla  $r=0,562^{**}$ ,  $r=0,537^{**}$ ) % 1 seviyesinde ve organik fosfor miktarı ile ( $r=0,354^{*}$ ) %5 seviyesinde önemli ve pozitif bir ilişki bulunmuştur. Oskay ve Hatipoğlu (1985), Orta Anadolu Bölgesi kahverengi topraklarında yaptıkları çalışmada toprakların toplam fosfor kapsamları ile toplam inorganik fosfor kapsamları arasında istatistikî olarak % 1 düzeyinde önemli ve pozitif yönde benzer bir ilişki bulmuşlardır.

Inorganik fosfor fraksiyonlarından Al-P ve Ca-P ile inorganik fosfor fraksiyonlarının toplam miktarı arasında % 1 seviyesinde, Fe-P ile ise % 5 seviyesinde önemli ve pozitif bir ilişki vardır (Tablo 4.3).

Inorganik fosfor fraksiyonlarının toplam miktarı ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ise istatistikî yönden önemli çıkmamıştır (Tablo 4.4).

#### **d) İnorganik fosfor fraksiyonları**

Bu başlık altında Gevşek bağlı-P, Al-P, Fe-P, Ca-P, indirgeyicide Çözünen-P ve Hapsedilmiş-P formları incelenecektir.

### Gevşek bağlı fosfatlar (1M $\text{NH}_4\text{Cl}$ ekstraktında çözünen fraksiyon)

Araştırma sahası topraklarının Gevşek bağlı-P miktarları 8,8-53,2 ppm P arasında değişmekte olup ortalama 34,5 ppm P'dir (Tablo 4.2, Şekil 4.1.). Gevşek bağlı-P miktarının toplam fosfor içerisindeki payı ortalama % 13,3'dür. Bu fraksiyon araştırma sahası topraklarında hakim inorganik fosfor fraksiyonu olarak bulunmuştur.

Gevşek bağlı fosfor formunun inorganik fosfor fraksiyonları içinde dominant olmasının nedeni toprakların genç olmaları sebebiyle, fosforun daha az çözünen formlara henüz dönüşmemiş olmasıdır.

Gevşek bağlı-P ile toplam fosfor ( $r=-0,580^{**}$ ) ve organik fosfor ( $r=-0,529^{**}$ ) arasında % 1 seviyesinde önemli ve negatif bir ilişki vardır. Bray ve Kurtz-I, Kacar, Olsen metodları ve inorganik fosfor fraksiyonlarının toplam miktarı ile Gevşek bağlı-P arasında güvenilir bir ilişki yoktur. Fe-P, Ca-P ve Hapsedilmiş-P fraksiyonları ile (korelasyon katsayıları  $r=-0,379^*$ ,  $r=-0,495^{**}$ ,  $r=-0,548^{**}$ ) Gevşek bağlı-P arasında önemli ve negatif ilişkiler bulunmuştur. Fe-P, Ca-P ve Hapsedilmiş-P miktarı arttıkça Gevşek bağlı-P miktarı azalmaktadır. Diğer taraftan Gevşek bağlı-P ile Al-P ve İndirgeyicide çözünen-P arasında istatistikî yönden önemli bir ilişki saptanamamıştır.

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile Gevşek bağlı-P arasındaki ilişkilere bakıldığında (Tablo 4.5): Gevşek bağlı-P ile kum miktarı, organik madde miktarı ve KDK arasında % 1 seviyesinde önemli ve negatif bir ilişki (Korelasyon katsayıları sırasıyla;  $r=-0,441^{**}$ ,  $r=-0,650^{**}$ ,  $r=-0,560^{**}$ ); silt miktarı, pH değeri (Toprak:

Tablo 4.5. Araştırma Bölgesi Topraklarında İnorganik Fosfor Fraksiyonları İle Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren Korelasyon Katsayıları (r) ve Regresyon Denklemleri

Toprak Özellikleri	İnorganik Fosfor Fraksiyonları					
	Gevşek bağlı - P	Al-P	Fe-P	Ca-P	İnd. Çöz. - P	Haps. - P
Kum	-0.441**	-0.284	0.264	0.229	0.088	0.229
%	y=52.117-0.466x	-	-	-	-	-
Silt	0.391**	-0.053	-0.223	-0.186	0.178	-0.013
%	y=24.505+0.292x	-	-	-	-	-
Kil	-0.088	0.277	0.041	0.027	-0.263	-0.162
%	-	-	-	-	-	-
pH (1:2.5) (Top: S.Su)	-0.040	0.270	0.182	0.249	-0.092	-0.118
	-	-	-	-	-	-
pH (1:2.5) (Top: 0.01N CaCl <sub>2</sub> )	0.120	0.260	0.168	0.136	-0.243	-0.099
	-	-	-	-	-	-
pH (1:2.5) (Top: 1N KCl)	0.416**	0.455**	-0.131	-0.253	-0.245	-0.528**
	y=-146.278+22.559x	y=-109.439+16.060x	-	-	-	y=43.399-4.99x
Kireç	0.682**	0.169	-0.663**	-0.736**	-0.114	-0.658**
%	y=5.643+0.581x	-	y=6.719-0.054x	y=58.430-0.845x	-	y=8.26-0.0976x
Organik Madde %	-0.650**	-0.272	0.605**	0.741**	0.055	0.792**
	y=48.347-5.208x	-	y=2.812+0.163x	y=-4.885+8.01x	-	y=0.468+1.106x
KDK (me/100 gr)	-0.560**	-0.228	0.636**	0.529**	0.053	0.653**
	y=59.349-1.050x	-	y=1.351+0.114x	y=-15.268+1.339x	-	y=-1.642+0.214x
EC (mmhos/cm)	0.450**	-0.185	-0.023	-0.248	-0.101	-0.027
	y=26.886+3.766x	-	-	-	-	-
Satürasyon %	0.202	0.088	-0.255	-0.373*	-0.220	-0.131
	-	-	-	y=44.877-0.312x	-	-

\* P<0.05

\*\* P<0.01

1N KCl),  $\text{CaCO}_3$  ve EC ile ise yine (Korelasyon katsayıları sırasıyla;  $r=0,391^{**}$ ,  $r=0,416^{**}$ ,  $r=0,682^{**}$ ,  $r=0,450^{**}$ ) %1 seviyesinde önemli fakat pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür.

Toprakların kum, organik madde miktarı ve katyon değiştirme kapasiteleri arttıkça gevşek bağlı fosfor miktarı azalmaktadır. Ancak bu fraksiyon toprağın silt miktarı, pH'sı, kireç miktarı ve çözünebilir tuz içeriği arttıkça bunların artışına paralel olarak artmaktadır.

#### Alüminyum fosfatlar (0,5N, pH=8,2 $\text{NH}_4\text{F}$ ekstraktında çözünen fraksiyon)

Araştırma sahasından alınan toprakların Al-P kapsamaları 7,0-35,4 ppm P arasında değişmekte olup ortalama 19,3 ppm P'dir. Toplam toprak fosforunun ortalama % 7,4'ünü teşkil eden bu fraksiyon inorganik fosfor fraksiyonlarının toplamı içerisinde Gevşek bağlı-P'den sonra ikinci sırada yer almaktadır (Tablo 4.2, Şekil 4.1.).

Araştırma topraklarının Al-P kapsamaları ile toplam-P, organik-P miktarları ve Bray ve Kurtz-I, Kacar, Olsen metodları arasında istatistikî yönden güvenilir ilişki bulunamamıştır. Al-P ile sadece Hapsedilmiş-P arasında ( $r=-0,341^*$ ) %5 seviyesinde önemli ve negatif bir ilişki vardır. Diğer inorganik fosfor formları ile de Al-P arasındaki ilişkiler önemli çıkmamıştır (Tablo 4.3). Bayraklı (1975); Bayburt, Erzincan Ovaları ve Rize Bölgesi topraklarında yaptığı çalışmada Al-P fraksiyonu ile Bray ve Kurtz-I, Kacar ve Olsen metodları arasında önemli ve olumlu ilişkiler bulmuştur. Turan ve Oskay (1978) ise

Meriç Havzası topraklarında yaptıkları çalışmada Al-P ile Fe-P, Ca-P, Organik-P ve Toplam-P arasında önemli ve olumlu ilişkiler gözlemişlerdir.

Al-P fraksiyonu ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiye bakıldığında, sadece pH(Toprak: 1N KCl) ile arasında % 1 seviyesinde ( $r=0,455^{**}$ ) önemli ve olumlu bir ilişki olduğu, diğer toprak özellikleri ile ise herhangi bir ilişki olmadığı görülmüştür (Tablo 4.5).

#### Demir fosfatlar (0,1N NaOH ekstraktında çözünen fraksiyon)

Araştırma sahasından alınan toprak örneklerinin Fe-P kapsamları 2,0-6,1 ppm P arasında değişmekte olup ortalama 4,0 ppm.P'dir, demir fosfatın toplam fosfor içerisindeki payı ise % 1,55'dir (Tablo 4.2, Şekil 4.1.). Fe-P inorganik fosfor fraksiyonlarının toplamı içinde Gevşek bağlı-P, Al-P ve Ca-P'den sonra dördüncü sırada yer almaktadır. Chang ve Jackson (1968) toprakların ayrışma ve parçalanma dereceleri ile ilgili olarak  $Ca-P \rightarrow Al-P \rightarrow Fe-P \rightarrow Hapsedilmiş-P(Red-P)$  şeklinde bir sıra öne sürmüşlerdir (Bayraklı 1975).

Oskay (1986) tarafından Büyük Konya Havzası topraklarında yapılan çalışmada toprakların Ca-P kapsamları göreceli olarak en yüksek, Al-P ve Fe-P kapsamları ise çok düşük bulunmuştur. Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Araştırma topraklarının Fe-P kapsamları ile Toplam-P, Bray ve Kurtz-I metodu, Olsen metodu, Organik-P, inorganik fosfor fraksiyonlarının toplam miktarı arasında önemli ve olumlu ilişkiler vardır. Gevşek bağlı-P ile Fe-P arasında

% 5 seviyesinde önemli ve negatif bir ilişki, Hapsedilmiş-P ve Ca-P ile Fe-P arasında ise % 1 seviyesinde önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur (Tablo 4.3).

Fe-P miktarı ile toprak özellikleri karşılaştırıldığında  $\text{CaCO}_3$  miktarı ile % 1 seviyesinde önemli ve negatif bir ilişki ( $r=-0,663^{**}$ ), organik madde miktarı ve KDK ile ise ( $r=0,605^{**}$ ,  $r=0,636^{**}$ ) %1 seviyesinde önemli fakat pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür. Fe-P fraksiyonu ile pH değeri arasında istatistikî bakımdan önemli herhangi bir ilişki bulunamamıştır (Tablo 4.5).

#### **Kalsiyum fosfatlar (0,5N $\text{H}_2\text{SO}_4$ ekstraktında çözünen fraksiyon)**

Araştırma sahasından alınan toprakların Ca-P kapsamaları aynı noktadan alınan 0-30 cm ve 30-60 cm katmanlarındaki toprak örneklerinde oldukça farklıdır. 0-30 cm katmanından alınan örneklerde Ca-P miktarı ortalama 25,7 ppm P iken 30-60 cm katmanından alınan toprak örneklerinde ortalama 7,0 ppm P'dir. Genel ortalama ise 16,3 ppm P'dir. Toplam toprak fosforunun genel ortalama göre % 6,28'ini teşkil eden Ca-P fraksiyonu inorganik fosfor fraksiyonlarının toplamı içinde Gevşek bağlı-P ve Al-P'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. 0-30 cm katmanı ele alındığında ise Ca-P fraksiyonu Gevşek bağlı-P'dan sonra ikinci sırada yer almaktadır (Tablo 4.2, Şekil 4.1.).

Topraklardaki Ca-P kapsamı ile Toplam-P miktarı, Bray ve Kurtz-I ve Olsen metodları, Organik-P, İnorganik fosfor fraksiyonlarının toplam miktarları arasında % 1 seviyesinde önemli ve pozitif ilişkiler vardır. İnorganik

fosfor formlarından Gevşek bağlı-P ile % 1 seviyesinde negatif bir ilişki ( $r=-0,495^{**}$ ); Fe-P ve Hapsedilmiş-P ile ise % 1 seviyesinde önemli ve pozitif bir ilişki olduğu gözlenmiştir (Tablo 4.3). Kacar (1970), Çukurova topraklarında yaptığı çalışmada Ca-P fraksiyonunun göreceli olarak en yüksek miktarda olduğunu ve Ca-P fraksiyonu ile Fe-P fraksiyonu arasında % 1 seviyesinde önemli ve negatif bir ilişkinin varlığını tesbit etmiştir.

Toprak özellikleri ile Ca-P fraksiyonu arasındaki ilişkilere bakıldığında  $\text{CaCO}_3$  miktarı ile Ca-P arasında % 1 seviyesinde önemli ve negatif bir ilişki ( $r=-0,736^{**}$ ), organik madde ve KDK ile Ca-P arasında %1 seviyesinde önemli ve pozitif bir ilişki ve saturasyon yüzdesi ile Ca-P arasında ise % 5 seviyesinde önemli ve negatif bir ilişki olduğu görülmüştür. pH ile Ca-P arasında herhangi bir ilişki tesbit edilememiştir (Tablo 4.5). Oruç ve Bayraklı (1972), Erzurum, Elazığ ve Rize'de yaptıkları çalışmada pH değeri ile, Ca-P fraksiyonu arasında önemli ve pozitif bir ilişki tesbit etmişlerdir. Araştırma sahası topraklarında Ca-P fraksiyonu ile, pH arasında bir ilişki bulunamamış olmasına rağmen, bağımlı değişken olarak Ca-P fraksiyonu alındığında iki bağımsız değişkenin [ $x_1$ , pH(Toprak: saf su);  $x_2$ , Organik madde (%)] etkilerinin sözkonusu olduğu çoklu regresyon analizinde görülmüştür. Regresyon eşitliği aşağıdaki gibidir:

$$y = -129,15 + 14,45x_1 + 8,42x_2$$

Eşitliğe ilişkin belirtme katsayısı  $R^2=0,662$ 'dir ve bu iki değişken ile Ca-P arasında % 5 seviyesinde önemli ve pozitif bir ilişki vardır. Eşitliğe ait belirtme katsayısı bize toprakların Ca-P fraksiyonu kapsamlarınının pH



ve organik madde miktarına bağlı olarak değişimini % 66,2 oranında açıklamaktadır.

**İndirgeyicide çözünen fosfatlar (0,3M Na-Sitrat-Dithionit ekstraktında çözünen fraksiyon)**

Araştırma topraklarının indirgeyicide çözünen-P kapsamaları aynı noktadan alınan toprak örneklerinde derinliğe göre önemli farklılıklar göstermiştir. Toprakların İnd. Çöz.-P kapsamaları 2,29-5,24 ppm P arasında değişmekte olup ortalama 3,41 ppm P'dir (Tablo 4.2, Şekil 4.1.). Toplam fosfor içerisindeki payları % 1,31'dir. İnorganik fosfor fraksiyonları içindeki sıralamada beşinci sırada yer almaktadır. Başka bir ifade ile İnd.Çöz-P miktarı diğer fraksiyonlara kıyasla azdır.

Bu fosfor fraksiyonu ile diğer fosfor tayin metodları ve inorganik fosfor fraksiyonları arasında güvenilir bir ilişki bulunamamıştır. Diğer taraftan İnd.Çöz.-P fraksiyonu ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında da yine istatistiki yönden önemli sayılabilecek bir ilişki saptanamamıştır.

**Hapsedilmiş Al-Fe fosfatlar (0,1M NaOH ekstraktında çözünen fraksiyon)**

Toprakların Haps.-P fraksiyonu üst tabakadan alınan topraklarda alt tabakadan alınan toprakların genellikle iki katı kadardır. Tablo 4.2 incelendiğinde 0-30 cm'lik toprak katmanından alınan toprakların Haps. -P miktarı ortalama 4,55 ppm P iken, 30-60 cm katmanından alınan toprakların

Haps.-P fosfor miktarları 2,24 ppm P'dir. Tüm toprak örneklerinin ortalama Haps.-P kapsamı ise 3,4 ppm P'dir (Şekil 4.1.). Toplam fosfor içerisinde % 1,31'lik bir paya sahiptirler ve inorganik fosfor fraksiyonları içindeki sıralamada miktar olarak sonuncudurlar. İnorganik fosfor fraksiyonlarının dağılışı araştırma topraklarında çoktan aza doğru aşağıdaki gibidir.

Gevşekbağlı-P > Al-P > Ca-P > Fe-P > İnd.Çöz.-P > Haps.-P  
Hapsedilmiş fosfat fraksiyonu literatürde etrafları seski oksitlerle sarılmış ve çok zor çözünebilen "inaktif" fraksiyon olarak değerlendirilmektedir (Bayraklı 1975).

Hapsedilmiş-P ile Toplam-P, Organik-P kapsamaları ve Bray ve Kurtz-I metodu arasında % 1 seviyesinde, Olsen metodu ile % 5 seviyesinde önemli ve pozitif ilişkiler vardır (Korelasyon katsayıları sırasıyla  $r=0,749^{**}$ ,  $r=0,794^{**}$ ,  $r=0,580^{**}$ ,  $r=0,344^{*}$ ). İnorganik fosfor fraksiyonlarından Gevşek bağli-P ve Al-P ile Hapsedilmiş-P arasında önemli ve negatif bir ilişki (Korelasyon katsayıları  $r=-0,548^{**}$ ,  $r=-0,341^{*}$ ); Fe-P ve Ca-P ile Hapsedilmiş-P arasında ise ( $r=0,448^{**}$ ,  $r=0,670^{**}$ ) % 1 seviyesinde önemli ve pozitif ilişkiler görülmüştür (Tablo 4.3). Bu sonuçlar Toplam-P, Organik-P ve Elverişli-P, Fe-P ve Ca-P miktarı arttıkça Hapsedilmiş-P miktarının da arttığını sadece Gevşek bağli-P ve Al-P miktarı arttıkça Hapsedilmiş-P miktarının azaldığını göstermektedir. Haps.-P fraksiyonu ile Kacar metodu, inorganik fosfor fraksiyonlarının toplamı ve İnd.Çöz.-P arasındaki ilişkiler ise istatistikî yönden önemli çıkmamıştır (Tablo 4.3).

Bayraklı (1975), Bayburt Ovası topraklarında yaptığı bir çalışmada Haps.-P ile Bray ve Kurtz-I ve Olsen metodu

arasında önemli ve pozitif bir ilişki olduğunu tesbit etmiştir.

Hapsedilmiş fosfor fraksiyonu ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiye bakıldığında; Haps-P ile pH (Toprak:1N KCl) ve kireç miktarı arasında % 1 seviyesinde önemli ve negatif ilişki, organik madde miktarı ve KDK ile ise % 1 seviyesinde önemli ve pozitif ilişkiler tesbit edilmiştir (Tablo 4.5). Araştırma topraklarında pH yükseldikçe ve kireç miktarı arttıkça Hapsedilmiş fosfor fraksiyonunda azalma buna karşılık organik madde ve KDK arttıkça Hapsedilmiş fosfor fraksiyonunda da bir artma olduğu görülmektedir.

#### e) Kimyasal ekstraksiyon metodları

Bray ve Kurtz-I metodu (0,025M HCl + 0.03M NH<sub>4</sub>F çözücüsünde)

Bray ve Kurtz-I metoduna göre araştırma topraklarındaki fosfor miktarı 0,34-2,77 ppm P arasında değişmekte olup ortalama 0,96 ppm P'dir (Tablo 4.2).

Bray ve Kurtz-I metodu ile bulunan fosfor miktarları Bingham (1962)'a göre aşağıdaki şekilde değerlendirilmektedir:

<u>Fosfor Seviyesi</u>	<u>Fosfor Miktarı (ppm)</u>
Düşük	7 ppm'den az
Orta	8-17
Yüksek	18 ppm'den fazla

Ülgen (1968) ise, Karadeniz Bölgesi asit topraklarının elverişli fosfor miktarını Bray ve Kurtz-I metodu-

na göre aşağıdaki şekilde sınıflandırmaktadır:

<u>Fosfor Seviyesi</u>	<u>Fosfor Miktarı (ppm)</u>
Çok az	5 ppm'den az
Az	5-12
Orta	12-22
Yüksek	22 ppm'den fazla

(Bayraklı 1975).

Her iki sınıflandırmaya göre de araştırma sahası topraklarının Bray ve Kurtz-I metoduna göre fosfor kapsam- ları çok düşüktür. Aydeniz (1980), Güneydoğu Anadolu Bölgesi topraklarının Bray ve Kurtz-I metoduna göre fosfor kapsamını 2,13 ppm olarak bulmuştur. Oskay (1979) ise Meriç Havzası topraklarında yaptığı çalışmada, toprağa fosfor verilmesiyle meydana gelen ürün artışının toprak- ların Bray ve Kurtz-I metoduyla belirlenen yararışlı-P kapsamı ile yakından ilişkili olduğunu tesbit etmiştir ( $r=-0,68^{**}$ ).

Bray ve Kurtz-I metodu ile Toplam-P, Organik-P ve inorganik fosfor fraksiyonlarının toplam miktarları arasında % 1 seviyesinde, Kacar metoduyla % 5 seviyesinde önemli ve pozitif ilişkiler görülmüştür. İnorganik fosfor fraksiyonlarından Fe-P ile % 5 seviyesinde, Ca-P ve Haps.- P ile ise % 1 seviyesinde önemli ve pozitif ilişkiler tes- bit edilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.4 incelendiğinde Bray ve Kurtz-I metodu ile kireç miktarı ve saturasyon yüzdesi arasında % 1 seviye- sinde önemli ve negatif ilişki (Korelasyon katsayıları sırasıyla  $r=-0,406^{**}$ ,  $r=-0,433^{**}$ ); organik madde miktarı ile ise % 1 seviyesinde önemli ve pozitif bir ilişki ( $r=0,488^{**}$ ) bulunmuştur.

### Kacar metodu (0,06 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0,03N NH<sub>4</sub>F çözücüsünde)

Kacar metodu ile tesbit edilen fosfor miktarları toprak derinliği ile önemli bir değişiklik göstermemiştir. Toprakların Kacar metoduna göre fosfor kapsamları 0,30-4,77 ppm P arasında değişip ortalama 2,12 ppm P'dir. Çeşitli araştırmacılar tarafından Kacar metoduna göre bulunan fosfor miktarları bu çalışmadaki değerlerden çok daha fazladır (Aydeniz 1980, Bayraklı 1975).

Kacar metodu ile Bray ve Kurtz-I metodu arasında %5 seviyesinde önemli ve pozitif bir ilişki görülmüştür ( $r=0,380^*$ ). Diğer metodlar ve fosfor fraksiyonları ile Kacar metodu arasında istatistikî yönden önemli sayılacak bir ilişki saptanamamıştır (Tablo 4.3).

Kacar metodu ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiye bakıldığında sadece saturasyon yüzdesi ile arasında % 1 seviyesinde önemli ve negatif bir ilişki olduğu görülmüştür ( $r=-0,558^{**}$ ) (Tablo 4.4.).

### Olsen metodu (0,5M; pH=8,5 NaHCO<sub>3</sub> çözücüsünde)

Olsen metoduna göre bulunan fosfor miktarı 1,59-10,19 ppm P arasında değişmekte olup ortalama 5,55 ppm P'dir. Tablo 4.2 incelendiğinde dekara 30 kg DAP verilen kışlık arpa ekili yerlerden alınan 7,8,10,11,12,13 nolu toprakların Olsen metoduna göre tesbit edilen fosfor miktarlarının diğer toprak örneklerinkinden daha yüksek olduğu görülür. Bu da toprağa verilen fosforlu gübrenin toprakların elverişli fosfor kapsamlarını artırdığının bir belirtisidir.

Olsen ve Dean (1965), bu metodla bulunan sonuçları

tarla denemeleri ile elde ettikleri neticelere göre aşağıdaki şekilde değerlendirmektedirler:

a- Fosfor miktarları 5 ppm'den az olan topraklarda fosforlu gübrenin mahsülü artırıcı bir etkisi olur,

b- Fosfor miktarları 5-10 ppm arasında olan topraklarda fosforlu gübre mahsül artışına etkili olabilir ve

c- Fosfor miktarları 10 ppm'den fazla olan topraklarda fosforlu gübrenin mahsül üzerine artırıcı etkisi olmaz.

Yukarıda verilen esaslar dahilinde Olsen metoduna göre, Tablo 4.2 incelendiğinde, gübrelenmiş topraklar dışındaki bütün topraklarda fosforlu gübrenin mahsülü artırıcı yönde mutlak etkili olacağı; önceden gübrelenen 7,8,10,11,12 ve 13 nolu topraklarda ise fosforlu gübrenin mahsül artışında etkili olabileceği sonucuna varılır.

Toplam-P, Fe-P ve Ca-P fraksiyonu ile Olsen metodu arasında % 1 seviyesinde (Korelasyon katsayıları sırasıyla  $r=0,404^{**}$ ,  $r=0,464^{**}$ ,  $r=0,414^{**}$ ); Hapsedilmiş-P fraksiyonu ile ise % 5 seviyesinde önemli ve pozitif ilişkiler görülmüştür ( $r=0,344^{*}$ ), (Tablo 4.3). Bu sonuçlar Olsen metodunun çalışmanın yapıldığı topraklarda elverişli fosforu belirlemede tavsiye edilebileceğini göstermektedir. Özbek (1971) tarafından Orta Anadolu Kuzey Bölgesi topraklarında yapılan çalışma sonunda, fosfor statüsünün tayininde kullanılacak en uygun iki metoddan birinin Olsen metodu olduğuna işaret edilmiştir. Oskay (1986)'ın Büyük Konya Havzası topraklarında yaptığı çalışmada ise Toplam-P ile Olsen metodu arasında önemli bir ilişki bulunamamasına rağmen, Olsen metodu ile anyon değişim resini ile ekstrakte edilebilen fosfor arasında % 1 seviyesinde önemli

ve pozitif bir ilişki tesbit edilmiştir.

Tablo 4.4. incelendiğinde Olsen metodu ile kum muhtevası ve organik madde miktarı arasında % 5 seviyesinde, KDK ile %1 seviyesinde önemli ve pozitif ilişkilerin olduğu görülür (Korelasyon katsayıları sırasıyla  $r=0,377^*$ ,  $r=0,366^*$ ,  $r=0,581^{**}$ ). Yine Olsen metodu ile satürasyon yüzdesi arasında ( $r=-0,338^*$ ) % 5 seviyesinde, kireç muhtevası ile % 1 seviyesinde ( $r=-0,474^{**}$ ) önemli ve negatif ilişki vardır. Aydeniz (1980), tarafından yapılan bir çalışmada  $\text{NaHCO}_3$ 'de çözünen fosfor miktarı ile kireç miktarı arasında önemli ve pozitif bir ilişki tesbit edilmiştir.

### 4.3. Toprakların Fosfor Fiksasyon Kapasiteleri

Değişik konsantrasyonlarda fosfor ihtiva eden çözeltiler ile muameleye tabi tutulan topraklarda fikse edilen fosfor miktarları (%) Tablo 4.6'da verilmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi 3-9-18-30-60 ppm P ihtiva eden çözeltiler ile toprak örneklerinin muamelesi sonunda fikse edilen ortalama fosfor miktarları sırasıyla % 55, % 50.4, % 68.4, % 64.1 ve % 71.8'dir. Görüldüğü gibi 9 ve 30 ppm P uygulamaları hariç genel olarak topraklara ilave edilen fosfor konsantrasyonu arttıkça fikse edilen fosfor miktarı da artmaktadır. Bayraklı (1980)'da Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgelerinde yaptığı çalışmada, toprağa ilave edilen fosfor miktarı arttıkça fikse edilen fosfor miktarının da arttığını tesbit etmiştir. Artan fosfor dozlarında topraklar tarafından fikse edilen fosfor miktarlarının ortalaması alındığında, toprakların fosfor fiksasyon kapasitesinin ortalama % 62 olduğu görülür.

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile değişik konsantrasyonlarda fosfor ihtiva eden çözeltilerle muameleye tabi tutulan topraklarda fikse edilen fosfor miktarları arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları (r) ve istatistikî bakımdan önemli ilişki gösterenlerin regresyon denklemleri Tablo 4.7'de verilmiştir. Regresyon denklemlerinde bağımlı değişken olarak fikse edilen fosfor miktarı alınmıştır.

Tablo 4.7'nin incelenmesinden de görülebileceği gibi kum miktarı ile iki fosfor dozunda, silt miktarı ile ise bir fosfor dozunda istatistikî bakımdan önemli ve negatif ilişki görülmüştür. Kil miktarı ile ise dört ayrı dozda



Tablo 4.6. Değişik Konsantrasyonlarda Fosfor İhtiva Eden Çözeltilerle Muameleye Tabi Tutulan Toprak Örneklerinde Fikse Edilen Fosfor Miktarları (%)

Toprak Lab. No	Derinlik (cm)	Fosfor Dozları (P, ppm)				
		3	9	18	30	60
1	0-30	34,7	35,9	62,6	65,9	59,5
	30-60	75,1	58,0	81,2	62,8	69,3
2	0-30	39,8	37,5	62,8	49,7	55,9
	30-60	61,4	43,3	58,8	61,7	73,4
3	0-30	50,4	42,0	70,5	67,7	61,0
	30-60	70,5	50,3	68,1	68,7	73,3
4	0-30	56,3	57,2	81,4	76,1	75,7
	30-60	63,4	63,0	67,5	69,4	79,1
5	0-30	55,2	53,7	71,8	67,1	72,8
	30-60	61,0	50,5	65,1	67,6	75,8
6	0-30	47,7	45,0	66,4	61,4	71,0
	30-60	49,0	44,7	61,6	63,5	75,9
7	0-30	46,5	43,5	67,0	65,3	71,5
	30-60	57,1	49,9	66,2	63,5	75,0
8	0-30	57,2	55,1	76,1	64,8	76,0
	30-60	49,2	51,8	64,4	56,3	73,3
9	0-30	50,4	47,5	66,3	66,8	72,0
	30-60	60,3	53,4	63,1	69,1	78,2
10	0-30	47,7	45,0	66,1	61,3	71,1
	30-60	58,7	54,5	62,7	58,9	75,0
11	0-30	51,6	47,6	66,4	62,9	71,1
	30-60	64,6	61,6	75,9	71,6	74,0
12	0-30	40,6	48,4	63,5	63,8	70,1
	30-60	61,4	64,3	79,2	65,2	74,6
13	0-30	47,3	45,8	69,6	50,5	69,2
	30-60	66,2	57,9	72,0	65,5	74,2
En düşük	0-30	34,7	35,9	62,6	49,7	55,9
	30-60	49,2	44,7	58,8	56,3	69,3
En yüksek	0-30	57,2	57,2	81,4	76,5	76,0
	30-60	75,1	64,0	81,2	71,6	79,1
Ort.	0-30	48,2	46,7	68,6	63,2	68,8
	30-60	61,8	54,1	68,1	65,0	74,7
Ortalama		55,0	50,4	68,4	64,1	71,8

Tablo 4.7. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Değişik Konsantrasyonlarda Fosfor İhtiva Eden Çözeltilerle Maumeleye Tabi Tutulan Topraklarda Fikse Edilen Fosfor Miktarları (ppm) Arasındaki İlişkiyi Gösteren Korelasyon Katsayıları (r) ve Regresyon Denklemleri

Toprak Özellikleri	Fosfor Dozları (P. ppm)				
	3	9	18	30	60
Kum %	$r=-0,374^*$ $y=2,039-0,0105x$	$r=-0,291$ -	$r=0,008$ -	$r=-0,134$ -	$r=-0,455^{**}$ $y=48,628-0,146x$
Silt %	$r=-0,244$ -	$r=-0,328$ -	$r=-0,597^{**}$ $y=13,894-0,046x$	$r=-0,306$ -	$r=0,090$ -
Kil %	$r=0,557^{**}$ $y=1,305+0,012x$	$r=0,593^{**}$ $y=3,706+0,029x$	$r=0,648^{**}$ $y=10,783+0,055x$	$r=0,438^{**}$ $y=17,562+5,785x$	$r=0,252$ -
pH (1:2,5) (Top:s.su)	$r=0,186$ -	$r=0,626^{**}$ $y=-5,88+1,22x$	$r=0,438^{**}$ $y=0,118+1,43x$	$r=0,399^{**}$ $y=1,765+2,043x$	$r=0,511^{**}$ $y=0,94+4,94x$
pH (1:2,5) (Top:0,01M CaCl <sub>2</sub> )	$r=0,362^*$ $y=-1,467+0,398x$	$r=0,667^{**}$ $y=-8,825+1,708x$	$r=0,563^{**}$ $y=-6,566+2,415x$	$r=0,270$ -	$r=0,456^{**}$ $y=-2,192+5,794x$
pH (1:2,5) (Top:1N KCl)	$r=0,584^{**}$ $y=-5,055+0,835x$	$r=0,759^{**}$ $y=-15,74+2,53x$	$r=0,284$ -	$r=0,298$ -	$r=0,723^{**}$ $y=-52,695+11,95x$
Kireç %	$r=0,608^{**}$ $y=0,962+0,0136x$	$r=0,279$ -	$r=-0,230$ -	$r=-0,002$ -	$r=0,336^*$ $y=38,753+0,087x$
Organik Madde %	$r=-0,727^{**}$ $y=2,049-0,154x$	$r=-0,607^{**}$ $y=5,322-0,299x$	$r=-0,038$ -	$r=-0,049$ -	$r=-0,588^{**}$ $y=46,903-1,438x$
KDK (me/100 gr)	$r=-0,513^{**}$ $y=2,242-0,025x$	$r=-0,182$ -	$r=0,115$ -	$r=0,133$ -	$r=-0,147$ -

% 1 seviyesinde önemli ve pozitif ilişki vardır. Böylece toprakta kil miktarı arttıkça fikse edilen fosfor miktarının da arttığı, buna karşılık kum ve silt miktarı arttıkça fikse edilen fosfor miktarının azaldığı anlaşılmaktadır. Nitekim Kacar (1965), Çukurova topraklarında kil miktarı ile fikse edilen fosfor miktarı arasında pozitif ve çok önemli bir ilişkinin olduğunu tesbit etmiştir.

Toprakların pH durumları ele alındığında üç ayrı (Toprak: çözelti) süspansiyonunda da ölçülen pH değerleri ile fosfor fiksasyon miktarları arasında önemli ve pozitif bir ilişkinin olduğu görülür (Tablo 4.7). Oskay ve Hatipoğlu (1985), Orta Anadolu topraklarında yaptıkları bir çalışma sonunda toprakların % fosfor adsorpsiyon değerleri ile kil kapsamları ve pH'ları arasında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişkinin olduğunu tesbit etmişlerdir.

Toprakların kireç kapsamları ile fosfor fiksasyonu arasında iki dozda istatistiksel bakımdan önemli ilişki vardır ve bu ilişkiler pozitif yöndedir (Tablo 4.7). Yani kireç miktarı arttıkça fosfor fiksasyonu da artmaktadır. Kacar (1968); Orta Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Trakya Bölgesi topraklarında fosfor fiksasyonu ile bu toprakların  $\text{CaCO}_3$  muhtevaları arasında % 1 seviyesinde önemli bir ilişki olduğunu bulmuştur. Oskay (1985), ise özellikle uzun dönemde fosforun tutulmasından sorumlu olarak kil kapsamından başka diğer toprak ögesinin kireç olduğuna işaret etmektedir.

Toprakların organik madde muhtevası ile fosfor fiksasyonu arasında üç ayrı fosfor dozunda % 1 seviyesinde önemli ve negatif bir ilişkinin olduğu görülmüştür (Tablo 4.7). Bu sonuca göre organik madde miktarı arttıkça fikse edilen fosfor miktarının azaldığı anlaşılmaktadır.

## ÖZET

Bu araştırma, Konya-Merkez Çomaklı Köyü girişinde yer alan Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının fosfor durumlarını belirlemek amacı ile yapılmıştır. 13 yerden 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerden toplam 26 adet toprak örneği alınarak yürütülen bu çalışmada toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (tekstür, pH, KDK, organik madde, kireç, tuzluluk ve saturasyon yüzdesi) tesbit edilmiştir. Çalışmanın ağırlık noktasını araştırma topraklarının fosfor durumları; toplam fosfor, organik fosfor, inorganik fosfor fraksiyonları (gevşek bağlı, alüminyum, demir, kalsiyum, indirgeyicide çözünen, hapsedilmiş fosfatlar), çeşitli kimyasal ekstraksiyon metodları çözücülerinde çözünebilen fosfor ve fosfor fiksasyon kapasitesi tayinleri teşkil etmiştir.

Toprakların tekstür tayinlerinden elde edilen rakamların ortalamaları gözönüne alındığında bu topraklar orta bünye sınıfına (tınlı) girmektedir. Zerre iriliği dağılımına göre topraklar % 18,5-60,3 arasında kum, % 16,6-78,5 arasında silt ve % 3,0-49,4 arasında kil içermektedir. pH (Toprak reaksiyonu) değerlerine göre topraklar alkalın sınıfına girmekte olup (Toprak: saf su) süspansiyonunda ortalama pH 8,53'dür. Toprakların kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) muhtevası % 32,8-68,3 (ortalama % 49,8) arasında, organik madde muhtevası % 1,11-5,95 (ortalama % 2,65) arasında, katyon değişim kapasitesi 14,0-36,0 me/100 gr (ortalama 23,6 me/100 gr) arasında değişmektedir; elektriki kondaktiviteleri ortalama 2,04 mmhos/cm ve saturasyon yüzdesi ise % 91,6'dır. Bu

sonuçlara göre topraklar kireççe zengin olup orta derecede de organik madde ihtiva etmektedirler.

Araştırma toprakları 107,8-630,4 ppm P arasında (ortalama 260,4 ppm P) toplam fosfor içermektedir. Toplam fosfor muhtevaları bakımından düşük sınıfa giren bu topraklarda toplam toprak fosforunun büyük bir kısmını (ortalama % 42,90) organik fosfor kapsamaktadır. Bu fosfor fraksiyonunu gevşek bağlı fosfatlar (% 13,27), alüminyum fosfatlar (% 7,41), kalsiyum fosfatlar (% 6,28), demir fosfatlar (% 1,55), indirgeyicide çözünen fosfatlar (% 1,31) ve hapsedilmiş fosfatlar (% 1,31) takip etmektedir.

Topraklar 14,1-474,6 ppm P (ortalama 111,7 ppm P), organik, 8,8-53,2 ppm P (ortalama 34,6 ppm P) gevşek bağlı, 6,9-35,4 ppm P (ortalama 19,3 ppm P) alüminyuma bağlı, 2,0-6,1 ppm P (ortalama 4,0 ppm P) demire bağlı, 3,0-59,4 ppm P (ortalama 16,3 ppm P) kalsiyuma bağlı, 2,3-5,2 ppm P (ortalama 3,4 ppm P) indirgeyicide çözünen ve 0,7-8,2 ppm P (ortalama 3,4 ppm P) hapsedilmiş fosfor ihtiva etmektedir.

Araştırma sahası topraklarında bitkiye elverişli fosforu başta gevşek bağlı fosfatlar olmak üzere, alüminyum fosfatlar, kalsiyum fosfatlar ve demir fosfatlar temsil etmektedir.

Toprakların Org-P, Fe-P, Ca-P ve Haps.-P formları ile Bray ve Kurtz-I metodu arasında önemli ve olumlu; Fe-P, Ca-P, Haps.-P formları ile Olsen metodu arasında da yine önemli ve olumlu ilişkiler tesbit edilmiştir. Gev-P, Al-P ve İnd.Çöz.-P fraksiyonları ile Olsen, Kacar ve Bray ve Kurtz-I metodları arasında herhangi bir ilişki yoktur.

Araştırma sahası topraklarının bitkiye elverişli fosfor durumunu belirlemede Bray ve Kurtz-I metodu ile Olsen metodu kullanılabilir.

Toprakların fosfor fiksasyon kapasiteleri artan dozlarda fosfor ihtiva eden fosforlu gübre çözeltisi verilerek incelenmiş ve sonuçta artan fosfor konsantrasyonu ile fosfor fiksasyon miktarının da arttığı görülmüştür. Fosfor fiksasyon kapasitesi ise ortalama % 62 olarak bulunmuştur. Söz konusu topraklarda fosfor fiksasyonunu etkileyen en önemli toprak özellikleri kil miktarı, pH, kireç miktarı ve organik madde muhtevasıdır. Kil miktarı, toprak pH'sı ve kireç muhtevası fosfor fiksasyonunu olumlu yönde etkilemektedir. Yani toprakların bu üç özelliğindeki artış veya azalışa bağlı olarak fosfor fiksasyon miktarı da artmakta veya azalmaktadır. Organik madde muhtevası ile fosfor fiksasyon miktarı arasında ters yönde bir ilişki vardır. Organik madde miktarı arttıkça fosfor fiksasyonu azalmaktadır.

**KAYNAKLAR**

- ANONYMOUS, 1978. Konya Kapalı Havzası Toprakları. Köy İşleri ve Kooperatifleri Bakanlığı Yayınları: 204, Toprak-Su Genel Müd. Yay. No: 288, Ankara.
- AYDENİZ, A., 1969. Kireçli Topraklarda Fosforun Çözünmesine Amonyum Florürün Etkisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı: 1969, Yıl: 19, Fasikül :4, sf: 713.
- AYDENİZ, A., 1977. Kumla Seyreltmenin Verim, Fosfor Alımı ve Fosforun Yararlılığına Etkisi. Atatürk Üniv. Yıllığı : 1977, Cilt: 27, Fasikül No: 3-4, sf: 403-421.
- AYDENİZ, A., 1978. CaCO<sub>3</sub>-Fosfor İlişkileri. III. Verimliliğe Etki. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı: 1979, Cilt: 29, Fasikül No: 1, sf: 343-357.
- AYDENİZ, A. ve ZABUNOĞLU, S., 1979. Reaksiyon-Fosfor İlişkileri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı: 1979, Cilt: 29, Fasikül No: 2-3-4, sf: 848-866.
- AYDENİZ, A., 1980. Gaziantep Topraklarının Fosfor Düzenleri. Ankara Üniv. Yıllığı: 1980, Cilt: 30, Fasikül No: 3-4, sf: 334-354.
- AYDENİZ, A., 1980. Güneydoğu Anadolu Topraklarının P Düzenleri II. Çözücülerle Ölçülen Fosfor Miktarları. Ankara Üniv. Yıllığı: 1980, Cilt: 30, Fasikül No: 3-4, sf: 521-535.
- AYDENİZ, A., 1980. Fosfor Ölçümünde Toprak-Çözücü Oranı ve Çalkalama Süresi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı: 1980, Cilt: 30, Fasikül No: 3-4, sf: 578-589.
- BAYRAKLI, F., 1975. Bayburt ve Erzincan Ovaları ile Rize Bölgesi Topraklarının Fosfor Durumları Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 398, Erzurum.
- BAYRAKLI, F., 1980. Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgeleri Topraklarında Fosfor Tutulması ve Buna Etki Eden Bazı Faktörler Üzerinde Bir Araştırma. (Doçentlik Tezi), Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum, 92, 1980.
- BAYRAKLI, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 17, Samsun.

- BOHN, L.H., McNEAL, B.L. ve O'CONNOR, G.A., 1979. Soil Chemistry. SBNO-471-04082-7, A Wiley-Inter-science publication, Newyork, 1979.
- BROHI, A., 1985. Kayafosfatların Tarımda Kullanılması, Cumhuriyet Üniv. Tokat Ziraat Fak. Dergisi, Cilt: 1, Sayı: 1, 1985.
- DÜZGÜNEŞ, O., 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Üniv. Matbaası, İzmir.
- EMING, G.D., 1982. Fosfat Kayası, MTA Enstitüsü Endüstriyel Hammaddeler Dairesi, (Filiz Emel Dikmen Tarafından Tercüme Edilmiş), Ankara, 1982.
- HIZALAN, E. ve ÜNAL, H., 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları: 278, Yard. Ders Kitabı: 97, Ankara.
- JACKSON, M.L., 1962. Soil chemical analysis Prentice-Hall, Inc. 183. New York.
- KACAR, B., 1968. Türkiye'nin Bazı Topraklarında Fosfor Fiksasyonu ve Fosfor Fiksasyonuna Tesir Eden Faktörler Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniv.Zir.Fak. Yıllığı: 1967, Yıl: 17, Fasikül: 2'den Ayrı Basım.
- KACAR, B., 1970. Fosforun Fraksiyonlarına Ayrılması ve Çukurova Topraklarında Değişik Metodlarla Tayin Edilen Bitki Tarafından Faydalanılabilir Haldeki Fosfor ile Fosfor Fraksiyonları Arasındaki İlişki. Ankara Üniv.Ziraat Fak. Yıllığı: 1970, Yıl: 20, Fasikül: 4, sf: 724-741.
- KACAR, B., 1975. Çukurova Topraklarında Fosfor Fiksasyonu Ankara Üniv.Zir.Fak. Yıllığı: 1965, Yıl: 15, Fasikül 2'den Ayrı Basım.
- KACAR, B., KOVANCI, I., 1982. Bitki, Toprak ve Gübrelerde Kimyasal Fosfor Analizleri ve Sonuçların Değerlendirilmesi, Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 354, İzmir.
- KACAR, B., 1984. Bitki Besleme. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 899, Ders Kitabı: 250.
- KADEBA, O., BOYLE, J.R., 1978. Evaluation of phosphorus in forest soils. comporison of phosphorus uptake, extraction method and soil properties. Plant and Soil (1978), 49 (2), 285-297.
- OKAN, O., ÖZGÜMÜŞ, A., 1987. Bursa Ovası Topraklarının Fosfor Durumu ve Bu Topraklarda Alınabilir Fos-



- for Miktarlarının Belirlenmesinde Kullanılacak Yöntemler. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Dergisi (1987), Cilt: 6, sf: 129-139, Bursa.
- ORUÇ, N., BAYRAKLI, F., 1972. Atatürk Üniversitesi Erzurum ve Elazığ Tarım İşletmeleri ile Rize Topraklarında İnorganik Fosfor Fraksiyonları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ziraat Dergisi, Cilt: 3, Sayı: 4, 1972. (Ayrı Baskı).
- ORUÇ, SAĞLAM, T., 1979. Toprak Kimyası Tatbikat Notları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., 1979, Erzurum.
- OSKAY, K.S., 1979. Meriç Havzası Topraklarında Fosfor Adsorpsiyon İzotermeleri II. Fosfor Adsorpsiyon Maksimum Değerleri ile Yulaf Bitkisinin Fosfor Gereksinmesi Arasındaki İlişkiler. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı: 1979, Cilt: 29, Fasikül No: 2-3-4, sf: 972-990.
- OSKAY, K.S., 1985. Kireçli Topraklarda Zamanın Fosfor Tutulması Üzerine Etkisi ve Fosfor Adsorpsiyonunun Langmuir İzotermeleriyle Nitelenmesi. Doğa Bilim Dergisi, Tarım ve Ormancılık, Cilt No: 10, Sayı: 2, 1986.
- OSKAY, K.S., HATIPOĞLU, F., 1985. Orta Anadolu Kahverengi Topraklarının Fosfor Adsorpsiyon Özellikleri ve Buğday Bitkisinin Fosfor Gereksinmesinin Temkin Adsorpsiyon İzotermeleriyle Belirlenmesi. Doğa Bilim Dergisi, Tarım ve Ormancılık, Cilt: 11, Sayı: 1, 1987.
- OSKAY, K.S., 1986. Büyük Konya Havzası Alüviyal Topraklarında Fosfor. I. Toprakların Fosfor Durumları ve İnorganik Fosfor Fraksiyonları. Toprak İlmî Derneği: 9, Bilimsel Toplantı Tebliğleri Yayın No: 4, 1986, Ankara.
- ÖZBEK, N., 1971. Çeşitli Bölge Topraklarımızın Fosfor Statülerinin Tayininde Kullanılacak Kimyasal Metodlar Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 435, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 263.
- SAYIN, M., SAK, O., 1988. Karbonat Minerallerinin Yüzeyindeki Kaplamaların Fosfat Adsorpsiyonuna Etkisi, Çukurova Üniv. Ziraat Fak., Doğa Bilim Dergisi, Tarım ve Ormancılık, Cilt: 13, Sayı: 3a, sf: 732, 1989.
- SMITH, H.W. ve WELDON, M.D., 1941. A comparison of some methods for the determination of soil organic matter, Soil Sci. Soc. Amer, Proc., 5: 177-182.
- TURAN, C., OSKAY, K.S., 1978. Meriç Havzası Topraklarının

Fosfor Fraksiyonları ve Bazı Etmenlerin Toprak Fosforunun Yarayırlılığı Üzerine Etkileri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı: 1978, Cilt: 28, Fasikül No: 3-4, sf: 898-912.

TURGUTTOPBAŞ, M., 1974. Erzurum Ovası Topraklarında Bitkiye Elverişli Fosforu Tayinde Kullanılabilecek Uygun Metodların Seçimi Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Yayın No: 204, Ziraat Fak. Yay. No: 105, Araştırma No: 64.

TURGUTTOPBAŞ, M., 1976. Bitki Besleme Ders Notları, Erzurum.

T.O.K.B. Konya İl Müdürlüğü, 1988 Yılı Çalışma Raporu.

U.S.SALINITY LAB. STAFF., 1954. Diagnosis and Improvement of Salina and Alkali Soils, Agricultural Handbook, No: 60, U.S.D.A.

**T. C.**  
**Yükseköğretim Kurulu**  
**Dokümanasyon Merkezi**