

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
REKTÖRLÜĞÜ KÜTÜPHANESİ

ANTALYA-AKSU PAMUK ÜRETME İSTASYONU
ARAZİLERİNİN ALINABİLİR FOSFOR KAPSAMLARI İLE
BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

T769/1-1

Mehmet Ali DEMİRAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

1995

ANTALYA-AKSU PAMUK ÜRETME İSTASYONU ARAZİLERİNİN
ALINABİLİR FOSFOR KAPSAMLARI İLE BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİ
ARASINDAKİ İLİŞKİLER

MEHMET AHİ DEMİRAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK ANABİLİM DALI

1995

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA-AKSU PAMUK ÜRETME İSTASYONU ARAZİLERİNİN
ALINABİLİR FOSFOR KAPSAMLARI İLE BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİ
ARASINDAKİ İLİŞKİLER

MEHMET ALİ DEMİRAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

Bu tez 16 / 3 / 1995 tarihinde jüri tarafından (.....) not takdir edilerek
Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Tefik AKSOY (Danışman)
Doç Dr. Turgut KÖSEOĞLU
Doç Dr. Mustafa KAPLAN

ÖZ

ANTALYA-AKSU PAMUK ÜRETME İSTASYONU ARAZİLERİNİN
ALINABİLİR FOSFOR KAPSAMLARI İLE BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİ
ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Mehmet Ali DEMİRAL

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Anabilim Dalı
Ocak 1995, 96 Sayfa

Bu araştırma, Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu topraklarının alınabilir fosfor kapsamı ile önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri saptamak amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla, istasyon arazilerinde en geniş alan kaplayan altı toprak serisinden, Ap ve A2 horizon derinlikleri gözetilerek verimlilik örnekleri alınmıştır. Toprakların kimyasal ve fiziksel özellikleri laboratuvar çalışmaları ile saptanmış, alınabilir fosfor kapsamının belirlenmesinde ekstrakt eriyiği 0.5 M NaHCO₃ olan Olsen metodu kullanılmıştır. Toprakların alınabilir fosfor kapsamı ile diğer fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri saptamak amacıyla, analiz sonuçlarına korelasyon, doğrusal ve çoklu regresyon istatistik metotları uygulanmıştır.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, araştırmada ele alınan toprakların alınabilir fosfor kapsamının özellikle toprakların kireç, toplam eriyebilir tuz, kil, silt, organik madde, toplam azot, değişebilir potasyum, değişebilir kalsiyum, değişebilir magnezyum, alınabilir demir, alınabilir çinko ve pH ile önemli; kum, değişebilir sodyum, alınabilir mangan ve alınabilir bakırla ise önemsiz ilişkiler gösterdiği belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Alınabilir Fosfor, Fosfor Adsorbsiyonu, Toprak Özellikleri.

JÜRİ: Prof. Dr. Tefvik AKSOY
Doç Dr. Turgut KÖSEÖĞLU
Doç. Dr. Mustafa KAPLAN

ABSTRACT

RELATIONSHIPS BETWEEN THE AVAILABLE PHOSPHORUS
CONTENTS AND SOME SOIL PROPERTIES IN ANTALYA-AKSU COTTON
PRODUCTION STATION

Mehmet Ali DEMİRAL

M.S. in Soil Science

Adviser: Prof. Dr. Tefvik AKSOY

January, 1995, 96 Pages

This study, was conducted to determine the relationships between available phosphorus contents and important physical and chemical properties of Antalya-Aksu Cotton Production Station soils.

For this purpose, soil samples were taken from Ap and A2 horizons of six soil series which contains largest area in the station land. Series and horizon depths were determined by the works made before sampling. The method developed by Olsen et al. was used for determination of available phosphorus contents of soils. The physical and chemical properties of soils were determined by laboratory studies in order to investigate the relationships between available phosphorus contents and other physical and chemical properties of soils. The correlation, linear and multiple regression analyzes were done.

While the relationships between available phosphorus contents of the soils and lime, total soluble salt, clay, loam, organic matter, total nitrogen, exchangeable potassium, calcium and magnesium, available iron and zinc and pH were significant; the relationships between available phosphorus contents and sand, exchangeable sodium, available copper were nonsignificant.

KEY WORDS: Available Phosphorus, Phosphorus Adsorption, Soil Properties

COMMITTEE: Prof. Dr. Tefvik AKSOY

Assoc. Prof. Dr. Turgut KÖSEOĞLU

Assoc. Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	1
1.2. Kaynak Araştırması.....	2
1.2.1. Fosfor analiz metotlarına ilişkin çalışmalar.....	2
1.2.2. Toprakların fosfor fraksiyonları ile kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler.....	3
1.2.3. Toprakların fosfor fraksiyonları ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiler.....	7
1.2.4. Toprakların fosfor fraksiyonları ile diğer toprak özellikleri, bitki örtüsü, iklim, topografya, gübreleme ve tarım pratikleri arasındaki ilişkiler.....	9
2. MATERYAL VE METOT.....	15
2.1. Materyal.....	15
2.1.1. Araştırma arazisinin iklim özellikleri.....	15
2.1.2. Araştırma arazisinin toprak özellikleri.....	16
2.2. Metot.....	16
2.2.1. Araştırmada kullanılan toprak analiz metotlar.....	17
2.2.2. Toprak analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan istatistik metotlar.....	19
3. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	20
3.1. Toprak Örneklerinin Kireç Kapsamları.....	20
3.2. Toprak Örneklerinin pH Düzeyleri.....	20
3.3. Toprak Örneklerinin Organik Madde Kapsamları.....	23

3.4.	Toprak Örneklerinin Toplam Eriyebilir Tuz Kapsamları.....	23
3.5.	Toprak Örneklerinin Bünye Analiz Sonuçları.....	26
3.6.	Toprak Örneklerinin Toplam Azot Kapsamları.....	26
3.7.	Toprak Örneklerinin Alınabilir Fosfor Kapsamları.....	26
3.8.	Toprak Örneklerinin Değişebilir Katyon Kapsamları.....	31
3.8.1.	Toprak örneklerinin potasyum kapsamları.....	31
3.8.2.	Toprak örneklerinin kalsiyum kapsamları.....	31
3.8.3.	Toprak örneklerinin magnezyum kapsamları.....	34
3.8.4.	Toprak örneklerinin sodyum kapsamları.....	34
3.9.	Toprak Örneklerinin Alınabilir Mikro Element Kapsamları.....	34
3.9.1.	Toprak örneklerinin demir kapsamları.....	34
3.9.2.	Toprak örneklerinin çinko kapsamları.....	38
3.9.3.	Toprak örneklerinin mangan kapsamları.....	38
3.9.4.	Toprak örneklerinin bakır kapsamları.....	38
4.	TARTIŞMA.....	44
4.1.	Toprak Örneklerinin Alınabilir Fosfor Kapsamları ile Diğer Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler.....	44
4.1.1.	Fosfor ve kireç ilişkisi.....	44
4.1.2.	Fosfor ve pH ilişkisi.....	47
4.1.3.	Fosfor ve organik madde ilişkisi.....	48
4.1.4.	Fosfor ve toplam eriyebilir tuz ilişkisi.....	51
4.1.5.	Fosfor ve bünye ilişkisi.....	53
4.1.5.1.	Kil.....	53
4.1.5.2.	Silt.....	58
4.1.5.3.	Kum.....	60
4.1.6.	Fosfor ve toplam azot ilişkisi.....	60
4.1.7.	Fosfor ve değişebilir katyonlar arasındaki ilişkiler.....	63
4.1.7.1.	Fosfor ve potasyum ilişkisi.....	63
4.1.7.2.	Fosfor ve kalsiyum ilişkisi.....	63

4.1.7.3. Fosfor ve magnezyum ilişkisi.....	67
4.1.7.4. Fosfor ve sodyum ilişkisi.....	68
4.1.8. Fosfor ve alınabilir mikro elementler arasındaki ilişkiler.....	68
4.1.8.1. Fosfor ve demir ilişkisi.....	68
4.1.8.2. Fosfor ve çinko ilişkisi.....	70
4.1.8.3. Fosfor ve mangan ilişkisi.....	72
4.1.8.4. Fosfor ve bakır ilişkisi.....	73
4.2. Sonuç ve öneriler.....	74
5. ÖZET.....	76
6. SUMMARY.....	80
7. KAYNAKLAR.....	83
8. EKLER.....	92
Ek-1. Toprak rneklerinin alındığı yerler.....	93
TEŐEKKÜR.....	95
ÖZGEÇMİŞ.....	96

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.	Toprakların Ap horizonundaki % kireç ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	45
Şekil 4.2.	Toprakların A2 horizonundaki % kireç ve Ap horizonundaki alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	45
Şekil 4.3.	Toprakların Ap horizonundaki % organik madde ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	49
Şekil 4.4.	Toprakların A2 horizonundaki % organik madde ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	49
Şekil 4.5.	Toprakların Ap horizonundaki toplam eriyebilir tuz ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	52
Şekil 4.6.	Toprakların Ap horizonundaki toplam eriyebilir tuz ve A2 horizonundaki alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	52
Şekil 4.7.	Toprakların Ap horizonundaki % kil ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	54
Şekil 4.8.	Toprakların A2 horizonundaki % kil ve Ap horizonundaki alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	54
Şekil 4.9.	Toprakların Ap horizonundaki % silt ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	59

Şekil 4.10.	Toprakların A2 horizonundaki % silt ve Ap horizonundaki alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	59
Şekil 4.11.	Toprakların Ap horizonundaki toplam azot ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	61
Şekil 4.12.	Toprakların A2 horizonundaki toplam azot ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	61
Şekil 4.13.	Toprakların Ap horizonundaki değişebilir potasyum ve A2 horizonundaki alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	64
Şekil 4.14.	Toprakların A2 horizonundaki değişebilir potasyum ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	64
Şekil 4.15.	Toprakların Ap horizonundaki değişebilir kalsiyum ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	65
Şekil 4.16.	Toprakların Ap horizonundaki değişebilir kalsiyum ve A2 horizonundaki alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	65
Şekil 4.17.	Toprakların Ap horizonundaki alınabilir demir ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	69
Şekil 4.18.	Toprakların A2 horizonundaki alınabilir demir ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	69
Şekil 4.19.	Toprakların A2 horizonundaki alınabilir çinko ve Ap horizonundaki alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki.....	71

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu arazilerindeki farklı toprak serilerinde Ap ve A2 horizonlarının derinlikleri.....	17
Çizelge 3.1.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin % kireç içerikleri.....	21
Çizelge 3.2.	Toprak örneklerinin % kireç kapsamına göre sınıflandırılması.....	21
Çizelge 3.3.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin pH değerleri.....	22
Çizelge 3.4.	Toprak örneklerinin pH değerlerine göre sınıflandırılması.....	22
Çizelge 3.5.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin % organik madde kapsamı.....	24
Çizelge 3.6.	Toprak örneklerinin % organik madde kapsamına göre sınıflandırılması.....	24
Çizelge 3.7.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin toplam eriyebilir tuz kapsamı.....	25
Çizelge 3.8.	Toprak örneklerinin toplam eriyebilir tuz kapsamına göre sınıflandırılması.....	25
Çizelge 3.9.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin % kil kapsamı.....	27
Çizelge 3.10.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin % silt kapsamı.....	27
Çizelge 3.11.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin % kum kapsamı.....	28

Çizelge 3.12.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin tekstür sınıfları.....	28
Çizelge 3.13.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin toplam azot kapsamları.....	29
Çizelge 3.14.	Toprak örneklerinin toplam azot kapsamlarına göre sınıflandırılması.....	29
Çizelge 3.15.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alınabilir fosfor kapsamları.....	30
Çizelge 3.16.	Toprak örneklerinin alınabilir fosfor kapsamlarına göre sınıflandırılması.....	30
Çizelge 3.17.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alınabilir potasyum kapsamları.....	32
Çizelge 3.18.	Toprak örneklerinin alınabilir potasyum kapsamlarına göre sınıflandırılması.....	32
Çizelge 3.19.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin değişebilir kalsiyum kapsamları.....	33
Çizelge 3.20.	Toprak örneklerinin değişebilir kalsiyum kapsamlarına göre sınıflandırılması.....	33
Çizelge 3.21.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin değişebilir magnezyum kapsamları.....	35
Çizelge 3.22.	Toprak örneklerinin değişebilir magnezyum kapsamlarına göre sınıflandırılması.....	35
Çizelge 3.23.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin değişebilir sodyum kapsamları.....	36
Çizelge 3.24.	Toprak örneklerinin değişebilir sodyum kapsamlarına göre sınıflandırılması.....	36

Çizelge 3.25.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alınabilir demir kapsamları.....	37
Çizelge 3.26.	Toprak örneklerinin alınabilir demir kapsamlarına göre sınıflandırılması.....	37
Çizelge 3.27.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alınabilir çinko kapsamları.....	39
Çizelge 3.28.	Toprak örneklerinin alınabilir çinko kapsamlarına göre sınıflandırılması.....	39
Çizelge 3.29.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alınabilir mangan kapsamları.....	40
Çizelge 3.30.	Toprak örneklerinin alınabilir mangan kapsamlarına göre sınıflandırılması.....	40
Çizelge 3.31.	Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alınabilir bakır kapsamları.....	41
Çizelge 3.32.	Toprak örneklerinin alınabilir bakır kapsamlarına göre sınıflandırılması.....	41
Çizelge 3.33.	Ap horizonundan alınan toprak örneklerinin alınabilir fosfor içerikleri (Y) ile Ap ve A2 horizonundaki diğer fiziksel ve kimyasal özellikler (X) arasındaki ilişkiler.....	42
Çizelge 3.34.	A2 horizonundan alınan toprak örneklerinin alınabilir fosfor içerikleri (Y) ile Ap ve A2 horizonundaki diğer fiziksel ve kimyasal özellikler (X) arasındaki ilişkiler.....	43

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Fosfor, hem bitkideki hem de topraktaki çeşitli etkenlerle olan çok yönlü ilişkileri nedeniyle araştırmacıları en fazla ilgilendiren elementlerden biridir. Bitkilerin beslenme ve gelişmesindeki yeri, fotosentez olayı ve bitki bünyesinde önemli rol oynayan maddelerin yapımındaki aktif rolü, çeşitli bitki besin maddelerinin çözünme, bağlanma ve alınması üzerine olan etkileri gibi nedenlerle bitki besleme ve toprak verimliliği açısından önemi oldukça fazladır. Özellikle toprak öğeleriyle olan çok yönlü etkileşimleri, bitkilerin bu elementten yararlanmasını geniş ölçüde sınırlandırır. Toprakta kireç bulunmadığı durumlarda toprak reaksiyonu asitleşeceğinden, demir ve alüminyum iyonları fosforu şiddetle bağlar (Edwards 1993), kirecin fazla bulunması halinde ise fosfor suda az çözünen kalsiyum fosfat bileşikleri halinde çöker (Perrott 1992). Kireçli ve alkali reaksiyonlu topraklar üzerine araştırmalar yapan Jackson vd. (1991), bu tip topraklarda yetiştirilen buğdayda, verimin ve toprak fosforundan yararlanma derecesinin pH'ya bağlı olarak değişebildiğini bildirmişlerdir.

Topraklarda fosfor noksanlığına kireç ve toprak reaksiyonu kadar fosfor kaynakları (Ron Vaz vd. 1993), kil minerallerinin cins ve miktarı (Lins vd. 1985), toprak bünyesi ve organik madde içeriği (O'Halloran vd. 1987 a-b, Day vd. 1987, Ron Vaz vd. 1993 a-b), demir, magnezyum, çinko ve bakır gibi elementlerin miktarı (Zia vd. 1990), iklim, yetişen bitki çeşidi ve tarımsal yöntemler de etkili olabilmektedir.

Bunlara ek olarak, toprakta bulunan toplam fosforla elverişli fosfor arasında da her toprağa göre farklı bir denge bulunmakta ve toplam fosforu fazla olan bir bölge, elverişli fosfor bakımından fakir olabilmektedir. Örneğin Aydeniz (1973), 39 Güneydoğu Anadolu toprağı ile birlikte Doğu Nebraska kumlu toprağı kullanarak yaptığı bir çalışmada Nebraska toprağının 250 ppm ve Güneydoğu Anadolu topraklarının ise bunun üç katına yakın (700 ppm) bir düzeyde toplam fosfor içerdiklerini belirlemiştir. Oysa alınabilir fosfor açısından Nebraska toprağı zengin, bizim topraklarımız ise yoksul bir nitelik göstermektedir. Bu nedenlerle toprakların fosfor durumunun ve fosfor-bitki-toprak ilişkilerinin araştırılması, araştırmacıların yakın ilgisini çekmeye devam etmektedir.

Yapılan çalışmanın amacı; Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne araştırma ve uygulama çiftliği olarak tahsis edilen alanı da kapsayan Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu arazilerinde, en geniş alana sahip altı toprak serisindeki alınabilir fosfor kapsamı ile önemli fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri arasındaki ilişkileri saptamaktır.

1.2. Kaynak Araştırması

1.2.1. Fosfor analiz metodlarına ilişkin çalışmalar

Chang (1965), yüksek pH'lı topraklar için kullanılacak en uygun toprak fosforunu belirleme metodunun Olsen metodu olduğunu bildirmiştir.

Özbek (1971), Olsen ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş bulunan ve ekstrakt eriyiği 0.5 M NaHCO₃ olan metodun, alkali reaksiyonlu olan bölge topraklarımızın alınabilir fosfor kapsamının belirlenmesinde kullanılacak en uygun metod olduğunu bildirmiştir. Asit reaksiyonlu topraklarımızın alınabilir fosfor kapsamının belirlenmesinde ise ilk sırada Bray ve Kurtz metodu yer almıştır.

Chang (1978), Olsen metodunun tüm toprak tiplerinde alınabilir fosforun belirlenmesinde evrensel olarak kullanılacak en uygun metod olduğunu ve hem havalı hem de havasız şartlar altında toprak-fosfor ilişkisini en iyi bu metodun ortaya koyduğunu bildirmiştir.

Goswami ve Banerjee (1978), Olsen metodunun fosforlu gübreleme yapılan toprakların alınabilir fosfor seviyelerinin belirlenmesinde kullanılacak en iyi metod olduğunu rapor etmiştir.

Aydeniz (1980 a), toprakta fosfor belirlenmesinde toprak-çözücü oranı ve çalkalama süresi konusunda yaptığı çalışmada alkali çözücülerin gerek çözücü oranı, gerekse süre değişikliklerinden en az etkilendiğini saptamış ve en uygun oran olarak 1/10; en uygun süre olarak ise 15 dakikanın önerilebileceğini belirtmiştir.

Brar ve Cox (1991), Olsen metodunun kireçli topraklarda alınabilir fosforu belirlemek için kullanılacak en iyi metod olduğunu bildirmişlerdir.

1.2.2. Toprakların fosfor fraksiyonları ile kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler

Özbek (1964), pH 7.0'de dahil olmak üzere beş farklı toprak reaksiyonunda deneme bitkilerinin gübreden aldıkları fosfor miktarlarını belirlemek amacıyla yaptığı çalışma sonucunda; deneme bitkilerinin gübre fosforundan yararlanmaları üzerine pH 7.0'nin en uygun etkiyi yaptığını, bu pH seviyesinin altında ve üstünde ise genel olarak deneme bitkilerinin fosfor absorpsiyonlarında bir azalmanın oluştuğunu rapor etmiştir. Araştırmacı, her iki bitkinin (fıg ve yulaf) pH 8.7'de pH 8.0'e oranla gübreden daha fazla fosfor aldıklarını ve durumun söz konusu toprakların bazı kimyasal özellikleri (fiksasyon kapasiteleri ve kireç içerikleri) bakımından aralarında gösterdikleri farklarla ilgili bulunduğunu bildirmiştir.

Özbek (1966), bitkinin fosfor absorpsiyonu üzerine toprak reaksiyonu-verilen fosfor miktarı-bitki türü ve bitkinin gelişme safhasının etkileri konusunda bir araştırma yapmıştır. Araştırma sonucunda, bütün deneme bitkilerinin, alkali reaksiyonlu toprakta gübre fosforundan daha iyi yararlandığını, yararlanma oranının alkali toprakta %33.6 ile %35.9, asit toprakta ise %13.6 ile %19.6 arasında değiştiğini, nötr reaksiyonlu topraklarda ise alınan gübre fosforu miktarının %50'ye kadar çıktığını bildirmiştir.

Kovancı ve Kılınc (1976), yaptıkları çalışmada artan miktarlarda kireç kapsayan bir seri toprağa, eşit miktarlarda P³² ile etiketli fosforlu gübre uygulamış ve mısır bitkisinin bir aylık gelişme sonunda fosforlu gübreden aldığı fosfor miktarlarını saptamışlardır. Elde edilen sonuçlar, toprağın kireç kapsamı ile gübreden alınan fosfor miktarları arasında negatif yönlü bir uyarlık olduğunu ve toprağın kireç kapsamı arttıkça bitkinin fosfordan alabildiği miktarların azaldığını göstermiştir. Araştırmacılar bu sonucun, topraklara uygulanacak fosfor miktarları saptanırken toprağın kireç kapsamının da dikkate alınması gereğini ortaya koyduğunu bildirmişlerdir.

Kovancı ve Kılınc (1977), Burdur ili sınırları içinden alınan 30 toprak örneğinin fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitelerini P³² kullanarak saptamış ve toprak özellikleriyle olan ilişkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; 24 saatlik çalkalamanın ardından topraklara uygulanan fosforun %50.8 ile %96.2 arasında değişen

miktarlarının adsorbe, %44.2 ile %93.2 arasında değişen miktarlarının ise fikse edildiğini saptamışlardır. Yapılan çoklu korelasyon hesaplamaları adsorbsiyon üzerine pH, CaCO_3 ve değişebilir $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ 'un ortak etkilerinin, fiksasyon üzerine ise yalnızca $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ 'un etkisinin önemli bulunduğunu göstermiştir.

Aydeniz (1981), diğer nitelikleri benzer (kırmızı, hafif alkali, kil ve ve KDK'si yüksek ve organik maddesi düşük) kireç kapsamları farklı (% 0-10.7-18.8-25.6-60.2) 5 Güney Doğu Anadolu toprağına 4 düzeyde (0-5-20-50 ppm) radyoaktif fosforla belirlenmiş gübre katmak ve marul yetiştirmek yoluyla yaptığı araştırma sonucunda; fosforlu gübrenin marulun kuru maddesi üzerindeki etkisinin özellikle belirgin olduğunu ve bu olumlu etkinin toprakta artan kireç oranına paralel olarak giderek azaldığını bildirmiştir.

Aydeniz (1980 b), Güneydoğu Anadolu'nun değişik oranlarda organik kökenli kireç kapsayan 27 yöresinden alınan topraklarda kireç ve NaHCO_3 'da çözünen fosfor miktarlarını saptamış ve korelasyonlarını yapmıştır. Araştırma sonucunda; %28.3 oranında organik kökenli CaCO_3 kapsayan Ceylanpınar (Merkez) toprağı ile bunun iki katından fazla kireç (%60.2 CaCO_3) kapsayan Bozalioğlu toprağında fosforun yararlılığının organik kökenli kirece bağlı olarak arttığını saptamıştır.

Haynes (1982), ayrılmış asit toprakların kireçlenmesinin alınabilir fosfor üzerine farklı etkileri olabildiğini, bununla birlikte genel anlamda toprakların fosfor adsorbsiyonlarının pH 4.0'den 7.0'ye çıkarıldıkça yavaşça azaldığını bildirmiştir. Araştırıcı sık sık gözden kaılan ve önemli olan noktanın asit topraklarda yapılan kireçlemenin toprak organik fosforunun mineralizasyonunu ve buna bağlı olarak fosfatın yarayılışlığını arttırması olduğunu bildirmiş, yüksek toprak pH değerlerinde ise çözünemeyen kalsiyum fosfatların çökelmesinin fosfat yarayılışlığını düşürebildiğini rapor etmiştir.

Meng ve Yuan (1988), sulu koşullar altında 5 ultisol ve 1 oksisol toprakta kireç ve organik maddenin fosfor adsorbsiyon ve desorpsiyonu üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, kireç ve organik maddenin (yonca dokusu) pH'yı arttırdığını ve bu topraklarda fosfor tutumunun değişebilir Fe, Al ve Mn ile önemli derecede ilişkili olduğunu saptamışlardır.

Sayın ve Sak (1989), yaptıkları çalışma ile karbonat minerallerinin yüzeyindeki kaplamaların fosfat adsorpsiyonu üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Araştırma topraklarının kil ve kireççe zengin olanlarında silikatlar, demirce zengin olanlarında oksitler, organik maddece zengin olanlarında ise organik bileşikler kalsit yüzeyini kısmen veya tamamen kaplamış ve toprak fosforunu tutan asıl bileşenler olmuşlardır. Bu durum özellikle kaba tekstürlü ve organik maddesi yüksek topraklarda önem kazanmıştır.

Robinson (1990), topraklarda fosfat kayası çözünürlüğünü kontrol eden faktörleri incelediği çalışma sonucunda; sadece toprak pH'sının fosfat kayasının çözünürlüğü üzerine küçük bir etkisi olduğunu saptamıştır. 6.2 pH'da fosfor çökmesinin miktarı 44. gün sonunda fosfat kayasının çözünebilirliğinin sadece %3.2'si kadar olmuştur. Buna karşın, pH 4.5 iken çözünebilirlik %6'dan %9.8'e çıkmıştır. Bu da araştırmacıya göre GPR (Gafsa Phosphate Rock)'nin çözünürlüğünü etkilemede pH ve fosfor tutulmasının birbirine etkili olduğunu göstermiştir.

Chand vd. (1991), farklı tarımsal iklim bölgelerinin alkali-kalkerli topraklarındaki inorganik fosfor formları üzerine diğer toprak özelliklerinin olası etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda; Al-fosfor bileşiminin pH'ya bağlı bir etkileşim gösterdiğini, pH'ya bağlı olarak toprakların Fe-fosfor bağlanmalarının da anlamlı bir şekilde arttığını saptamışlardır. Fe-fosfor bağlanmasında pH, pH+KDK, pH+KDK+Fe sırasıyla % 41.5, %57 ve %60.8 oranlarında etkili olmuştur. Toprak özellikleri arasında sadece CaCO₃'ün Ca-fosfor bağlanmasına anlamlı bir etkide bulunduğu görülmüştür. pH'daki artış ile alınabilir fosfor oranı azalırken organik karbon, KDK ve kil oranı artmıştır. pH, pH+KDK, pH+KDK+CaCO₃+organik karbonun alınabilir fosfora etkileri sırasıyla %26.2, %32.6, %33.8 ve %36.2 oranlarında bulunmuştur. Alınabilir fosfor, Al-fosfor bileşiği ile anlamlı ve pozitif bir ilişki gösterirken, Ca-fosfor bileşiğiyle ise ilgisiz kalmıştır. Alınabilir fosforun %88'inin inorganik fosfor formları olduğu yine aynı araştırmacı tarafından rapor edilmiştir.

Nwachuku ve Loganathan (1991), çalışmalarında Güney Nijerya'nın 12 asit karakterli toprağında yapılan kireçlemenin mısır verimine ve toprak özelliklerine olan etkilerini araştırmışlardır. Bu topraklardan 5 tanesinde yıllık verim %5 ile %73 arasında artarak kirece tepki göstermiştir, 2 tanesinde kirece hiçbir tepki görülmezken, geriye kalan diğer 5 toprak ise kirece yıllık verimin %79'u ile %90'ı arasında gerçekleşen marjinal bir

tepki vermiştir. Araştırmacılar pH 5.5'in üzerinde kireçleme yapıldığında verimde herhangi bir artış olmadığını, yüksek kireçleme değerlerinde ise toprakta bulunan fosfor, magnezyum ve potasyumun alım oranlarının düştüğünü rapor etmişlerdir.

Singh ve Gilkes (1991), Batı Avustralya'nın tarım arazilerini temsil eden 97 karakteristik toprakta fosfor tutulmasına etkili olan faktörleri belirlemek için yaptıkları çalışma sonunda, topraklardaki reaktif alüminyum içeriği ve pH'nın toprak fosforunun tutulmasından sorumlu en önemli etkenler olduğu sonucuna varmışlardır.

Curtin vd. (1992), çalışmalarında Kanada'nın Saskatchewan Bölgesi'nden alınan kahverengi çernezomik topraklarda, değişebilir sodyum ve tuz konsantrasyonunun çözünebilir fosfat (P) değerine olan etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar süzükteki fosfor içeriğinin EC ve SAR değerlerinin her ikisine de güçlü bir şekilde bağlı olduğunu, EC yüksek olduğunda süzükteki fosfor değerinin genellikle 0.1 mg/L den düşük bulunduğunu, SAR değeri yüksek olduğunda süzük fosfor değerinin arttığını, düşük EC ve yüksek sodyumluluk (20-40 SAR) koşullarında ise fosforun 3-5 mg/L gibi yüksek değerlere ulaştığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda araştırmacılar; toprakların elektrolit konsantrasyonları ve sodyum değerlerinin, Kanada prairie topraklarında yetiştirilen bitkilerin fosfor beslenmesine önemli etkileri olabileceği kanısına varmış ve toprak fosforunun saptanmasında geniş olarak kullanılan Olsen testinin bu değişkenlerin etkilerine karşı duyarsız olabileceğini belirtmişlerdir.

Neilsen vd. (1992), buğdayda mangan beslenmesinin toprağın pH ve mangan düzeyine ek olarak fosfor içeriğine de bağlı olduğunu belirten hipotezi test etmek amacı ile bir saksı denemesi yapmışlardır. Denemede 18 yıldan beri kireç ve fosfor durumu yoğun bir şekilde düzenlenmiş olan ekilebilir mineral topraklar ile doğal özellikleri daha az bozulmuş topraklar kullanılmıştır. Yapılan bitki analizleri sonucunda; toprakların yüksek fosfor içeriklerinin manganın bitkiler tarafından alınmasına ve/veya bitki bünyesinde taşınmasına etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Perrott (1992), alkali ve asit çözücülerle ard arda ekstrakte edilerek topraktan kopartılan inorganik fosfat, organik fosfor ve organik maddenin miktarı üzerine değişebilir kalsiyumun etkisini araştırmıştır. Araştırmacı, alkali ekstraksiyon sırasında kalsiyum ile fosforun Ca-fosfat bileşiği şeklinde çökeldiğini ve ayrıca Ca-organik madde bileşiğinin meydana

geldiğini, sonraki asit ekstraksiyonda ise Ca-fosfat bileşiminin bozunmasının apatit fosforunun fazla tahmin edilmesine neden olduğunu bildirmiştir.

Ron Vaz vd. (1992 a), fosforlu gübrelemenin ve toprak asitliğinin fosfor fraksiyonuna olan etkisini belirlemek ve toprak çözeltisindeki çözülmüş organik karbonu (DOC), demir ve humusca zengin podzol toprağında deneysel olarak ölçmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Elde edilen verilerden toplam çözünebilir fosfor (TDP), çözülmüş organik fosfor (DOP), çözülmüş reaktif fosfor (DRP) ve çözülmüş organik karbon (DOC) değerlerinin, artan pH ve fosfor seviyesine bağlı olarak arttığı sonucuna varmışlardır.

Westermann (1992), sera koşullarında ve siltli tınlı toprakta fosforun alınabilirliğine kirecin yaptığı etkiyi araştırmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda, yetiştirilen Sudan Otu (*Sorghum bicolor*(L.) Moench) ve patates (*Solanum tuberosum* L.) bitkilerinde fosfor alımının, gübreleme ile arttığını ve kireç konsantrasyonunun artışına paralel olarak azaldığını belirlemiştir.

Frossard vd. (1993), ılımlı ve tropikal bölge topraklarının yüzey horizonlarından alınan örneklerde fosfor fiksasyon ölçümü yapmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda, fosfor fiksasyon değerinin, demir oksitlerle yüksek korelasyon ilişkisi verdiğini ancak kil ile beklenen ilişkinin saptanamadığını bildirmişlerdir.

1.2.3. Toprakların fosfor fraksiyonları ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiler

Aydeniz (1979 a), kil kapsamı farklı 39 Güneydoğu Anadolu toprağını 0-5-20-50 ppm fosfor ile gübrelemek ve yulaf yetiştirmek yoluyla yaptığı çalışma sonucunda; tarıktaki sömürülen fosfor miktarının kil kapsamının artmasına paralel olarak azaldığını, optimum gelişmenin kumlu toprakta 50 ppm, killi toprakta ise 1000 ppm fosfor düzeyinde gerçekleştiğini belirlemiştir.

Lins vd. (1985), benzer kil mineralojisine sahip üç tropikal toprakta 4 yıl boyunca residüal (toprağa verildiği ilk yıl bitkilerce kullanılmayıp bir sonraki döneme kalan fosfor) fosforu incelemişler ve topraklarda tutulan fosfor miktarının artan kil içeriğine bağlı olarak yükseldiğini

saptamışlardır.

Lins ve Cox (1989), asit karakterli 7 sera toprakında soya fasülyesi yetiştirerek bitkinin ihtiyaç duyduğu fosfor miktarını belirlemişlerdir. Araştırma topraklarında kil içeriği, maksimum fosfor adsorpsiyonu, kil tipi ve ekstrakte edilebilir fosforu değerlendirmişlerdir. Toprak test metotları olarak; Mehlich-1, Mehlich-3, Bray-1 ve iyon değişim reçinesi metotlarını kullanmışlardır. Her ekstraksiyon metodunda kritik fosfor derecesi kil içeriği ve tipiyle ilişkili çıkmıştır. Mehlich-3 metodu, Bray-1 ve reçine metoduna göre daha iyi sonuçlar vermiş, en zayıf sonuç ise Mehlich-1 ile elde edilmiştir. Kil içeriği ve ekstrakte edilebilir fosfor, topraklarda ihtiyaç duyulan fosfor oranının belirlenmesinde kullanılabilecek en etkili kriterler olarak belirlenmiş, kil içeriğinin yüzey alanı ise en etkili ilave kriter olarak tanımlanmıştır.

Espejo ve Cox (1992), Batı İspanya'ya ait 7 toprakta fosfor tutulmasına etkili olan özellikleri araştırdıkları çalışma sonucunda, topraklardaki fosfor tutumunun kil ve serbest demir oksitlerinin miktarlarıyla yakından ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Frossard vd. (1992 b), killi bünyeye sahip, iyi drenajlı ve düşük aktiviteli topraklarda fosfat fiksasyon kapasitesinin belirlenmesi üzerine sekonder mineral unsurların (demir oksitler, alüminyum oksitler ve kaolinit) ve organik maddenin olası etkilerini incelemişlerdir. İzotopik değişim metodu ile yapılan fosfat fiksasyon kapasitesinin, toprakların total demir içerikleri ile yüksek bir korelasyon verdiğini, farklı büyüklükteki toprak fraksiyonlarının mineralojik kompozisyonları ve bu mineralojiyi oluşturan unsurların organizasyonları ile de ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Frossard vd. (1992 a), Kuzeydoğu Fransa'nın Lorraine Bölgesi'nden alınan 89 toprak örneğinde fosfat tamponlama kapasitesi (PBC) konusunda çalışmışlar ve çalışma sonucunda; PBC'nin yalnızca toprak özelliklerine bağlı olduğunu (kil, demir ve alüminyum içeriklerine) tarımsal pratiklerden ise etkilenmediğini rapor etmişlerdir.

1.2.4. Toprakların fosfor fraksiyonları ile diğer toprak özellikleri, bitki örtüsü, iklim, topografya, gübreleme ve tarım pratikleri arasındaki ilişkiler

Walker ve Adams (1958), 22 çayır toprağında yaptıkları araştırmada benzer sonuçlar bulduklarını ve özellikle organik fosforun toprak yüzeyinde 1000 ppm dolayında iken 17.5-52.5 cm'ler arasında azalarak 300 ppm'e kadar düştüğünü, buna karşın inorganik fosforun profil boyunca 500 ppm dolayında değişmez olarak kaldığını rapor etmişlerdir.

Özbek (1967), verilen gübre miktarının topraktaki alınabilir fosfor miktarı (A-değeri) üzerine olan etkisinin hem az hem de düzensiz olduğunu belirlemiştir.

Aydeniz ve Tanju (1970), Güney Doğu Anadolu'nun 27 profil toprağında 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 ve 100-120 cm'lerden alınan örnekleri kullanarak yaptıkları çalışma sonucunda, alınabilir fosfor kapsamının üst toprak tabakasında en yüksek olduğunu sonra azaldığını ve 90 cm'den sonra ise tekrar yükselmeye başladığını saptamışlardır. Bu sonucun nedenleri olarak ise, anakayanın topraktaki inorganik fosforun kaynağı olmasını ve bu bitki besin maddesinin daha üstteki profil tabakalarından kökler yoluyla sürekli sömürülmesine karşın köklerin bu derinliklere erişememesini göstermişlerdir.

Güzel (1979), Batı Anadolu'nun yüksek arazilerinde yaygın bulunan üç büyük toprak grubuna ait profillerde, total ve organik fosfor ile inorganik fosfat bileşiklerinin profiller içinde ve fraksiyonlar arasındaki dağılımlarını incelemiştir. Araştırma sonucunda; total ve organik fosfor miktarlarının profillerin yüzey horizonlarında en yüksek olduğunu, derinlik arttıkça azaldığını rapor etmiştir. Toprak oluşumunun ileri olduğu ortamlarda profil içindeki kirecin dağılımı, total fosforun dağılımını etkileyen bir faktör olmuş ve fraksiyonlarda alüminyum fosfat (Al-P), demir fosfat (Fe-P) ve redüktan fosfat (Red-P) miktarları yüzeyden itibaren azaldığı halde kalsiyum fosfat (Ca-P) miktarları artış göstermiştir. Ayrıca jeomorfolojik yönden en yaşlı olan yüzeylerde oluşan topraklarda Fe-P ve Red-P içerikleri, daha genç yüzeylerde oluşan topraklara oranla daha yüksek bulunmuştur. Bununla beraber toprak pH'sı yükseldikçe çözünemeyen kalsiyum fosfatların çökmesinin fosfat yarayışlılığını azalttığı da rapor edilmiştir.

Aydeniz (1980 c), Güneydoğu Anadolu tarım alanlarını tarayacak biçimde 39 örnekle yaptığı çalışmada; toprakların ortalama toplam fosfor miktarının 679 ppm, ortalama suda erir fosfor miktarının ise 0.56 ppm olduğunu belirlemiştir. Toprakların fiksasyon kapasitelerinin ortalama %83.8, toplam fosfor miktarlarının yüksek, buna karşılık suda erir fosfor, izotopla seyreltilerek bulunan fosfor ve yeni çözücüler ile bulunan fosfor miktarlarının düşük olduğunu, klasik çözücüler ile bulunan fosfor miktarlarının ise değişik değerler verdiğini rapor etmiştir.

Harrison (1985), incelediği dört farklı ekosistemde (ormanlık, fundalık, çayır ve kışlık tahıl yetiştirilen alanlar) fosfor döngüsüne toprak organik maddesi, amenajman yöntemleri, hayvan populasyonları ve yangınlar dışında yükseklik, bölgesel ısı ve yağmur miktarı gibi çevresel faktörlerin de etkili olduğunu belirlemiştir.

Day vd. (1987), Kuzey-Batı Florida'nın ultisol topraklar içeren tepe yamaçlarında tekstür ve peyzaj durumunun, topraklarda fosfor dağılımına olan etkilerini araştırmışlardır. Toplam fosfor içeriğinin daha alçak seviyeli topografyalarda kilin miktarı ile doğrudan ilişkili olduğunu ve bunun kil fraksiyonlarında dominant olan mineralin aktifliği sonucu olabileceğini bildirmişlerdir. Çalışma sırasında genellikle kaba kumlu toprakların ince kumlu topraklardan daha fazla toplam fosfora sahip olduğu da belirlenmiştir.

Lewis vd. (1987), yaptıkları çalışma ile Güneydoğu Avustralya'nın farklı yağış alan üç bölgesinde kil toprak katmanı üzerinde yer alan kum arazideki çayır-mer'a alanında 25 yıl boyunca toprağa süperfosfat olarak uygulanan ve biriken fosforu ölçmüşlerdir. Toplam toprak fosfor seviyelerinin bütün bölgeler için; 0-10 cm, 10-30 cm ve 30 cm ile kil tabakasına kadar olan kısımda fazla bulunduğunu, buna karşın kil katmanında ise herhangi birikimin olmadığını saptamışlardır. Her 100 kg/ha'lık tek bir süperfosfat (%9.6 fosfor) uygulamasının yapıldığı Hundred of Coles, Willalooka ve Senior bölgelerinde 0-10 cm'lik toprak katmanında sırasıyla; 2.0, 3.2 ve 3.5 kg/ha'lık fosfor akümüle olduğunu, üç bölge için kumlu topraklarda uygulanmış olan fosforun sırasıyla %42, %57 ve %75'inin Coles, Willalooka ve Senior bölgelerinde tekrar geri alındığını, yüzeydeki 30 cm'lik toprak tabakası için ise yıllık organik fosfor birikim oranının 2.4 ile 3.5 kg/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

O'Halloran vd. (1987 b), kültive edilen çayır topraklarında veya

ürün-nadas rotasyonunda; toprak işlenilmeden, anızlı malç ile ve pulluklu işleme ile kışlık buğday (Triticum aestivum L.) ekildiği zaman, topraklardaki fosfor formlarında meydana gelen değişiklikleri saptamak ve bu fosfor formlarının potansiyel alınabilirliklerini belirlemek amacıyla Batı Nebraska'da tınlı toprakların bulunduğu Duroc bölgesinde çalışmışlardır. Denemenin yapıldığı 14 yıl içerisinde, deneme bölgeleri arasında önemli farklılıklar oluşmuş, en yüksek total fosfor çayır topraklarında en düşük total fosfor ise pullukla sürümde belirlenmiş, bunun dışında çayır toprakları ile sürülmüş alanlar arasında ve sürülmemiş alanlarla anızlı malç yapılan ve pullukla sürülmüş alanların her ikisinin arasında da belirgin farklılıklar olduğu araştırmacılar tarafından saptanmıştır.

O'Halloran vd. (1987 a), Kanada-Saskatchewan, Swift Current bölgesinde tınlı kahverengi çernezik toprakların içerdikleri toprak fosforunun form ve dağılımına, toprak tekstürü ve amenajman işlemlerinin etkisini saptamak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda; residüal fosfor hariç bütün fosfor fraksiyonlarının değişebilirliğinin önemli oranlarda toprağın kum içeriğine bağlı olduğu ve kum içeriğinin azalması ile oluşan toprak fosforunun şekil ve dağılımındaki değişikliklerin, hava etkisiyle oluşmuş değişikliklere benzer örnekleri meydana getirdiği kanısına varmışlardır. Ekstrakte edilebilir inorganik ve organik fosfor ile total fosfor miktarının, azalan kum içeriği ile artış gösterdiğini, sadece asitte ekstrakte edilebilir inorganik fosforun (HCl-Pi), kum içeriği ile pozitif korelasyon verdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, toprakta daha fazla çözünebilir organik fosfor bulunmasının (bicarb-Po ve NaOH-Po) mevcut toprak-fosfor oranını arttırdığını, bununda ürünün miktarında ve fosfor içeriğinde artışlara neden olduğunu, oysa topraktaki total organik fosforun (toprak-Po) aynı etkiyi yaratmadığını rapor etmişlerdir.

Perrott vd. (1990), topraktaki fosfor ve potasyum formlarına mevsimin ve gübrelemenin etkileri, otlak vejetasyonu altında iki yıl boyunca yüksek dozda gübrelemeye maruz kalmış sarı-kahverengi tınlı topraklarda organik maddenin kısmi dekompozisyonu ve enzim aktiviteleri konularında çalışmışlardır. Araştırma sonucunda; yapılan serpme gübreleme ile toprağa potasyumlu süperfosfat verilmesi işleminin topraktaki total inorganik fosfor oranını arttırdığını saptamışlardır. Araştırmacılara göre bu gübreleme, fosforun organik formlarına, potasyum ve fosfor ile ilişkili mikrobiyel aktiviteye veya organik parçalanmaya etkili olmamıştır. Çözünebilir organik fosfor (NaHCO₃'la ekstrakte edilen), mikrobiyel fosfor ve potasyum ile organik parçalanmadaki birikim kış döneminde artmış,

bahar-yaz döneminde ise azalmıştır. İklimsel faktörlerde yıllar arasında oluşan farklılıklar bu temel modele etkili olmuştur. Araştırmacılar çözünebilir organik fosfor ve mikrobiyel fosfordan serbest kalan fosfor miktarlarının bahar döneminde fazla (yılıda toplam 29 kg/ha) olduğunu ve bu durumun temelde bitki fosfor ihtiyacına katkıda bulunduğunu da rapor etmişlerdir.

Zia vd. (1990), çeltik-bugday, çeltik-berseem ve çeltik-nadas ardışık yetiştiricilik sisteminde yapılan fosforlu gübrelemenin değerini saptamak amacıyla 13 farklı bölgeden, bu bölgeleri temsil etme yeteneği olan ve çok yüksek konsantrasyonlarda total, organik ve inorganik fosfor içeren 39 toprak örneğini alarak seralara taşımışlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışma sonucunda; fosfor noksanlığının yüzey sularında yetiştirilen çeltik bitkilerinde pek görülmediğini, bunun nedeninin ise bu tip çeltik ekosistemlerinde, su altındaki toprakların azalan redoks potansiyeline bağlı olarak fosfor tutumunun da azalması ve sonuçta suda çözünebilir ve alınabilir fosfor miktarının artması olduğunu bildirmişlerdir. Buna ek olarak, yüzey sularınca etkilenen sodik ve kalkerli topraklarda pH'nın düştüğünü, kalsiyumla bağlı olan fosforun serbest hale geldiğini ve bu nedenlerle çeltik bitkisinin fosfordan yararlanma derecesinin arttığını saptamışlardır. Çeltik yetiştiriciliğinde yüzeyin suyla kaplı olması ve pH'dan başka fosforun yayışlılığını etkileyen diğer etmenleri ise organik madde içeriği, Ca, Al ve Fe katyonları ile kil mineralinin miktar ve çeşidi olarak belirlemişlerdir.

Khanna vd. (1992), Avustralya-Canberra yakınlarında büyük miktarlarda N-P-K içeren gübrelerin, katı olarak bir defada ya da derece derece verildiği 10 yaşındaki Pinus radiata türü çam ağaçları ile kaplı sarı-podzolik toprakların kimyasal özelliklerine olan etkilerini araştırmak amacıyla gerçekleştirmiştir. Süperfosfat olarak 200 kg/ha fosforun eklenmesinden sonra geçen 4 ay içerisinde 30 cm derinlikte fosfor süzümü gerçekleştiğini, mevsimin yağışlı ve toprağın fosfor fiksasyon kapasitesinin düşük olmasının bu sonucu doğurduğunu rapor etmiştir.

Magid ve Nielsen (1992), 18 aylık bir periyot içerisinde sırasıyla; ekilebilir bir arazi, bir çayır arazisi ve otlak arazisinden aldıkları toprak örnekleri ile mevsim değişikliklerinin toprak organik ve inorganik fosfor fraksiyonlarında yarattığı farklılıkları saptamaya çalışmışlardır. Bu üç farklı araziye ait topraklardaki inorganik fosfor fraksiyonlarının serin ve nemli-kışık periyot içerisinde minimum olduğunu, toprak inorganik fosfor

fraksiyonları ile toprak nem içeriğinin ise negatif bir ilişki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Thien ve Myers (1992), organik fosforun mineralizasyonunun pratikte alınabilir fosforu ne derece etkilediğini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada bir grup toprağı olduğu gibi bırakırken diğer bir grup toprağın mikrobiyolojik aktivitesini C+N kaynakları kullanarak arttırmışlardır. Çalışma sırasında uygulama yapılan topraklar bioaktif topraklar olarak adlandırılmıştır. Yapılan 7 günlük inkubasyon sonunda bioaktif toprakların inorganik fosforu (Pi) uygulama yapılmamış topraklara göre mikrobiyel immobilizasyon nedeniyle daha az içerdikleri görülmüştür. Çözünabilir organik fosfor (Po) ise bioaktif topraklarda uygulama yapılmamış topraklara göre daha fazla çıkmıştır. Sonuç olarak araştırmacılar, mikrobiyel aktivitenin Po'nın alınabilirliğini arttırdığını ama bu artışın rutin toprak fosfor test metotlarıyla özellikle Ap horizonunda çok iyi anlaşamadığını belirlemişlerdir.

Ron Vaz vd. (1993), bu çalışmayı yüksek organik madde içeren üst topraklardan toplanan solüsyonlarda farklı fosfor fraksiyonlarının göreceli önemini belirlemek amacıyla bir ön etüt çalışması olarak gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada fosforun fraksiyonlar arasındaki dağılımı (bu dağılım iki farklı toprak/su ekstraksiyonu yöntemine göre elde edilmiştir) iki sebze çeşidi, fundalık ve gelişmiş otlaklarla örtülü bölgelerden alınan toprak örneklerinde karşılaştırılmıştır. Her bir deney alanı için hem santrifüj hem de emme kapları ile ortamdan uzaklaştırılan toprak solüsyonlarındaki toplam fosfor konsantrasyonları belirlenmiştir. Araştırmacılar, çoğu zaman santrifüj ekstraktlarında toplam fosfor konsantrasyonlarının daha büyük bulunduğunu, ancak araştırma alanları arasında önemli farklılıklar meydana gelmediğini belirtmişlerdir. Bununla beraber, emme kaplarındaki solüsyonlarda daha düşük fosfor konsantrasyonları ölçüldüğünü ve alanlar arasında önemli farklılaşmalar meydana geldiğini, fundalık alanlarda saptanan fosfor değerlerinin diğer alanlara göre daha düşük bulunduğunu ve otlaklara koyun gübresi eklendiğinde konsantrasyonda 3 kata varan bir artış sağlandığını da rapor etmişlerdir.

Wendt vd. (1993), bu çalışmayı Niger'de ve Sahel'in diğer bazı bölgelerinde farklı fosfor alınabilirlik kapasitesine sahip verimli ve verimsiz topraklarda darı verimindeki farklılaşmanın nedenlerini ortaya koymak amacıyla yapmışlardır. Alınan sonuçlar, verimli olmayan toprakların

verimli topraklara göre daha fazla fosfor adsorbe ettiğini göstermiştir. Araştırmacılar, fosfor tutulmasındaki farklılaşmalar nedeniyle oluşan fosfor alınabilirliğindeki değişikliklerin, Niger toprakları darı verimindeki farklılaşmaların temel nedenini oluşturduğunu bildirmişlerdir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak Antalya ili Aksu kasabası sınırları içerisinde yer alan Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu toprakları ele alınmıştır. Toprak örneklerinin alındıkları yerler Ek 1 ve Ek 2'de görülmektedir.

İstasyon, bölgenin ıslah edilmiş pamuk tohumlugunu sağlamak, üretmek ve yaymak amacıyla 867 ve 2582 sayılı kanunlara göre 1964 yılında kurulmuş olan Pamuk Deneme ve Üretim Çiftliği bünyesindeki pamuk araştırmalarını koordine etmek ve yaygınlaştırmak amacını taşımaktadır. Bakanlığın 29.04.1974 tarih ve 573 sayılı onayı ile Antalya Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü adı altında kurulmuştur. Yine bakanlığın 1.08.1986 tarihli onayı ile bu iki kuruluş 1.1.1987 tarihinden itibaren Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu adı altında birleştirilmiş bulunmaktadır (Anonim, 1992).

Toplam alanı 2200 da. olan araziler iki kısımdan oluşmuştur. İşletme binalarının da içinde bulunduğu birinci kısım, Aksu kasabasının 2 km doğusunda Antalya-Alanya karayolunun kuzeyinde yer almaktadır. Birinci kısım işletme arazisi, doğuda Aksu çayı, batıda ve kuzeyde Solak köyü arazileri ve güneyde Antalya-Alanya karayolu ile sınırlandırılmıştır. İşletmenin Mandırlar olarak adlandırılan ikinci kısım arazileri ise Aksu kasabasının 23 km doğusunda ve Antalya-Alanya karayolunun 4 km güneyindedir. Mandırlar arazisi doğuda ve güneyde Aksu çayı, batıda Ölüsu ve kuzeyde ise Kötekli köyü arazileri ile sınırlandırılmıştır. İşletmenin Mandırlar olarak adlandırılan 1300 da'lık bu bölümü, hazine tarafından Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne araştırma ve uygulama çiftliği olarak kullanılması amacıyla devredilmiştir. Yakın bir gelecekte üniversite bünyesinde yapılacak olan çalışmalar buraya aktarılacaktır. Bu çalışmanın planmasındaki ana nedenlerden biri de ileride yapılacak olan çalışmalara bir temel oluşturabilmektir.

2.1.1. Araştırma arazisinin iklim özellikleri

Araştırma alanı, Antalya havzasının sahil kesimindeki tipik Akdeniz iklim kuşağında bulunmaktadır. Bu kuşakta yazlar sıcak ve kurak, kışlar

lık ve yağışlı geçmektedir. Yıllık yağışın büyük kısmı ilkbahar ve yaz aylarında düşmektedir (Sarı vd. 1993).

Çalışma alanında ortalama yıllık yağış miktarı 1068 mm olup çoğunlukla yağmur şeklinde düşmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık değeri 18.4°C olan alanda, uzun yıllar ortalamalarına göre en yüksek sıcaklık 28.1°C ile temmuz, en düşük sıcaklık ise 9.8°C ile ocak ayına aittir. Araştırma alanının toprak nem rejimi xeric (Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı Akdeniz ikliminin etkisi sonucu oluşan bir toprak nem rejimidir. Yağış evapotranspirasyonun en az olduğu kış aylarında düşer ve etkili bir yıkanmaya neden olur), toprak sıcaklık rejimi ise thermic (Yıllık ortalama toprak sıcaklığı 50 cm derinlikte 15°C veya daha fazla fakat 22°C'dan daha az ve ortalama yaz toprak sıcaklığı ile ortalama kış toprak sıcaklığı arasındaki fark 5°C'dan daha fazla olan toprakları kapsamına alan sıcaklık rejimidir) olarak belirlenmiştir (Soil Survey Staff 1975).

2.1.2. Araştırma arazisinin toprak özellikleri

Arazide mevcut toprak serilerini ve arazi karakteristiklerini belirlemek amacıyla 10.07.1993-18.07.1993 tarihleri arasında bir etüt çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda işletme arazilerinde toplam sekiz adet toprak serisi saptanmıştır. Gürönü, Büyük Kuyulu, Kiremitli, Dutlu, Kapılı, Tehneli, Kuyulu ve Kavaklı olarak isimlendirilen bu sekiz serinin en geniş alan kaplayan ilk altı tanesi çalışma alanı olarak belirlenmiştir.

Yapılan etüt çalışması sonucunda, araştırma topraklarının hafif alkali, alkali ve kuvvetli alkali karakterde oldukları görülmüştür. Kil, tüm toprak serilerinde baskın tekstür grubu olarak belirlenmiş, katyon değişim kapasitesi ise tüm horizonlar ortalaması olarak (16.35 me/100g) ile en düşük Tehneli serisinde, (45.48 me/100g) ile en yüksek Gürönü serisinde bulunmuştur. Tüm seri toprakları çok yüksek ve aşırı kireçli bir yapı göstermiş, kireç oranı Tehneli serisinde %32'lere kadar ulaşmıştır. Organik madde miktarının çok fakir ve fakir düzeyinde olduğu saptanmış, herhangi bir tuzluluk veya sodyumluluk problemine ise rastlanılmamıştır (Sarı vd. 1995).

2.2. Metot

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri 14-15 Ağustos 1993 tarihlerinde Jackson (1967) tarafından bildirilen ilkelere uygun olarak Ap ve A2 horizonlarından alınmıştır. Ap ve A2 horizonlarına ait derinlikler ise daha önce yürütülmüş olan etüt çalışmaları sonucunda saptanmıştır. Bu derinlikler Çizelge 2.1. de görülmektedir. Toprak örnekleri laboratuvar ortamında kurutulduktan sonra 2mm çaplı elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir.

Araştırmada toprak örneklerinin çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla; tekstür (Bouyoucos 1955), pH (Evliya 1964), kireç (Çağlar 1949), toplam eriyebilir tuz (Rhoades 1982), organik madde (Black 1965), toplam azot (Kacar 1995), alınabilir fosfor (Olsen ve Sommers 1982), değişebilir potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum (Kacar 1962), alınabilir demir, mangan, çinko ve bakır (Lindsay ve Norvell (Lindsay ve Norvell 1978) analizleri yapılmıştır.

Çizelge 2.1. Antalya-Aksu Pamuk Üretme İstasyonu arazilerindeki farklı toprak serilerinde Ap ve A2 horizonlarının derinlikleri

Toprak Serileri	Gürönü	B. Kuyulu	Dutlu	Kapılı	Tehnelli	Kiremitli	
Toprak Hori- zonu, cm	Ap	0-14	0-20	0-20	0-22	0-18	0-28
	A2	14-32	20-40	20-37	22-45	18-33	28-51

2.2.1. Araştırmada kullanılan toprak analiz metotları

% Kireç (CaCO_3): Toprak örneklerinin CaCO_3 içerikleri Scheibler kalsimetresi ile ölçülmüş, sonuçlar % CaCO_3 olarak hesaplanmıştır (Çağlar 1949). Sınıflandırma Aeroboe ve Falke'ye göre yapılmıştır (Evliya 1964).

Toprak Reaksiyonu (pH): Toprak örneklerinin pH'ları 1:2.5 toprak-su oranında pH-metre ile ölçülmüştür (Kacar 1995).

Mekanik Analiz (Tekstür): Hidrometre yöntemi kullanılarak toprak örneklerinin %kum, %silt ve %kil miktarları belirlenmiş, sonuçlar tekstür üçgeninde değerlendirilmiştir (Bouyoucos 1955). Sınıflandırma Black'e

(1957) göre yapılmıştır.

Toplam Eriyebilir Tuz: Elektriksel iletkenlik, toprak saturasyon ekstraktında Conductivity Bridge cihazı ile mmhos/cm olarak ölçülmüş ve sonuçlar % tuza çevrilmiştir (Rhoades 1982). Sınıflandırma Soil Survey Staff'a (1951) göre yapılmıştır.

% Organik Madde: Toprak örneklerinin organik madde içerikleri modifiye Walkley-Black metoduna göre belirlenmiş ve sonuçlar % olarak hesaplanmıştır (Black 1965). Sınıflandırma Thun vd'ne (1955) göre yapılmıştır.

Toplam Azot: Toprak örneklerinin toplam azot içerikleri modifiye Kjeldahl metoduna göre saptanmış ve sonuçlar % olarak hesaplanmıştır (Kacar 1995). Sınıflandırma Loue'ya (1968) göre yapılmıştır.

Alınabilir Fosfor: Toprak örneklerinin alınabilir fosfor içerikleri Olsen metoduna göre belirlenmiş, sonuçlar ppm olarak sınıflandırılmıştır (Olsen ve Sommers 1982). Olsen ve arkadaşları, ekstrakt eriyiği 0.5 M NaHCO_3 olan bu metodu laboratuvarında çalışarak, sera ve tarla denemeleri yaparak geliştirmişlerdir. Halen geniş ölçüde kullanılmakta olan bu metodun esası, eriyikte bulunan Ca^{+2} iyonunun aktivitesini azaltarak kalsiyum fosfatın erirliğini arttırmaktadır (Aksoy 1967). Çeşitli bölge topraklarımızın fosfor statülerinin belirlenmesinde kullanılacak kimyasal metotların saptanması amacıyla yapılan çalışmalar sonucunda, Olsen ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş bulunan ve ekstrakt eriyiği 0.5 M NaHCO_3 olan metot, alkali reaksiyonlu olan bölge topraklarımızın büyük bir çoğunluğunun fosfor statülerinin belirlenmesinde kullanılabilen en uygun metotlar grubunda ve çoğunlukla bu metotların başında yer almış bulunmaktadır (Özbek 1971).

Değişebilir K, Ca, Mg ve Na: Analize hazır hale getirilmiş toprak örnekleri pH'sı 7.0'ye ayarlı 1 N amonyum asetat çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen süzükteki potasyum, sodyum, magnezyum değerleri atomik absorpsiyon cihazında, kalsiyum değerleri ise flame-fotometre de okunmuştur (Kacar 1962). Potasyum analiz değerleri Pizer'e (1967), kalsiyum ve magnezyum analiz sonuçları Loue'ya (1968), sodyum analiz sonuçları ise Kacar'a (1962) göre sınıflandırılmıştır.

Alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu: Toprak ör
ekstraksiyonu ile çıkartılan süzüklerde Fe, Zn,
absorbsiyon ile okunmuş, sonuçlar ppm olarak
Sınıflandırma Lindsay ve Norvell'e (1978) göre yapılmıştır.

2.2.2. Toprak analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan istatistik metotlar

Toprak örneklerinin alınabilir fosfor kapsamları ile diğer fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri saptamak amacıyla toprak analiz sonuçlarına korelasyon, doğrusal ve çoklu regresyon istatistik metotları uygulanmıştır (Yurtsever 1984).

Alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu: Toprak örneklerinden DTPA ekstraksiyonu ile çıkartılan süzüklerde Fe, Zn, Mn ve Cu, atomik absorpsiyon ile okunmuş, sonuçlar ppm olarak hesaplanmıştır. Sınıflandırma Lindsay ve Norvell'e (1978) göre yapılmıştır.

2.2.2. Toprak analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan istatistik metotlar

Toprak örneklerinin alınabilir fosfor kapsamı ile diğer fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri saptamak amacıyla toprak analiz sonuçlarına korelasyon, doğrusal ve çoklu regresyon istatistik metotları uygulanmıştır (Yurtsever 1984).

3. ARASTIRMA BULGULARI

3.1. Toprak Örneklerinin Kireç Kapsamları

Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu arazilerindeki toprak serilerinden alınan toprak örnekleri Ap horizonunda %21.52 ile %30.96, A2 horizonunda ise %18.83 ile %31.50 arasında değişen miktarlarda CaCO_3 kapsamaktadır. Kireç kapsamları açısından Ap ve A2 horizonlarından alınan toprak örnekleri benzer özellikler göstermektedir (Çizelge 3.1.).

Toprak örneklerinin CaCO_3 analiz sonuçları Aereboe ve Falke'ye göre (Evliya 1964) sınıflandırıldığında, Ap horizonundan alınan toprak örneklerinin tamamı, A2 horizonundan alınan toprak örneklerinin ise %92.3'ü aşırı kireçli bir yapı göstermektedir (Çizelge 3.2.).

Topraksu Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Antalya İli Verimlilik Envanteri Raporu'na (Anonim 1983) göre; Antalya Aksu Pamuk Üretim İstasyonunun da yer aldığı bölge topraklarının %19.1'i az kireçli, %14.0'ü kireçli, %14.8'i orta kireçli, %14.1'i fazla kireçli ve %38.0'i ise çok fazla kireçli bir yapı göstermektedir.

3.2. Toprak Örneklerinin pH Düzeyleri

Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu arazilerindeki toprak serilerinden alınan toprak örneklerinin pH düzeyleri, Ap horizonunda 6.95-8.43, A2 horizonunda ise 7.57-8.74 arasında değişmektedir. Toprakların pH düzeyleri açısından Ap ve A2 horizonları karşılaştırıldığında genel olarak Ap horizonuna ait toprak örnekleri A2 horizonuna ait toprak örneklerinin göre daha düşük değerler verdiği görülmektedir (Çizelge 3.3.).

Toprak örneklerinin pH analiz sonuçları, Kellogg'a (1952) göre sınıflandırıldığında, Ap horizonundan alınan toprak örneklerinin %61.5'i, A2 horizonundan alınan toprak örneklerinin ise %84.6'sı alkali ve kuvvetli alkali toprak örnekleri olarak nitelendirilebilmektedir (Çizelge 3.4.).

Topraksu Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Antalya İli Verimlilik Envanteri Raporu'na (Anonim 1983) göre; Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonunun da yer aldığı bölge topraklarının %0.7'si orta derecede asit, %5.4'ü hafif derecede asit, %13.8'i nötr, %80.1'i ise hafif alkali bir yapı göstermektedir. Görüldüğü gibi bölge topraklarındaki en geniş pH

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin % kireç kapsamaları

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Kireç %	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Kireç %
Gürönü	1	Ap	28.25	Kapılı	1	Ap	30.96
	1	A2	25.61		1	A2	31.34
	2	Ap	22.29		2	Ap	30.36
	2	A2	22.68		2	A2	31.50
B. Kuyulu	1	Ap	21.52	Tehnelli	1	Ap	30.36
	1	A2	20.76		1	A2	29.61
	2	Ap	21.91		2	Ap	28.09
	2	A2	18.83		2	A2	28.09
Dutlu	1	Ap	27.33	Kiremitli	1	Ap	24.60
	1	A2	26.95		1	A2	24.60
	2	Ap	26.57		2	Ap	25.22
	2	A2	25.81		2	A2	25.22
	3	Ap	27.21		-	-	-----
	3	A2	28.35		-	-	-----

Çizelge 3.2. Toprak örneklerinin % kireç kapsamlarına göre sınıflandırılması

Toprak Hori-zonu		Ap		A2		Toplam	
Kireç %	Değerlen-dirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
0.00-2.50	Düşük	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2.60-5.00	Kireçli	-----	-----	-----	-----	-----	-----
5.10-10.00	Yüksek	-----	-----	-----	-----	-----	-----
10.10-20.00	Çok Yüksek	-----	-----	1.00	7.70	1.00	3.80
> 20.00	Aş.Kireçli	13.00	100.0	12.00	92.30	25.00	96.20
Toplam		13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

Çizelge 3.3 Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin pH değerleri

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Horizonsu	pH	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Horizonsu	pH
Güröndü	1	Ap	6.95	Kapılı	1	Ap	8.06
	1	A2	7.57		1	A2	8.21
	2	Ap	7.65		2	Ap	8.16
	2	A2	7.89		2	A2	8.22
B. Kuyulu	1	Ap	7.74	Tehnelli	1	Ap	7.99
	1	A2	7.92		1	A2	8.03
	2	Ap	7.96		2	Ap	8.23
	2	A2	8.06		2	A2	8.06
Dutlu	1	Ap	7.87	Kiremitli	1	Ap	7.84
	1	A2	8.09		1	A2	7.94
	2	Ap	8.43		2	Ap	8.11
	2	A2	8.74		2	A2	8.15
	3	Ap	8.35		-	---	----
	3	A2	8.63		-	---	----

Çizelge 3.4. Toprak örneklerinin pH değerlerine göre sınıflandırılması

Toprak Horizonsu		Ap		A2		Toplam	
pH	Degerlendirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
6.60-7.30	Nötr	1.00	7.70	----	----	1.00	3.80
7.40-7.80	Hafif Alk.	4.00	30.80	2.00	15.40	6.00	23.10
7.90-8.40	Alkali	8.00	61.50	9.00	69.20	17.00	65.40
8.50-9.00	Kuv. Alk.	----	----	2.00	15.40	2.00	7.70
Toplam		13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

sınırları 7.6-8.5 değerleri arasında bulunmaktadır. Bölgede 4.5 pH'dan düşük, 8.5 pH'dan yüksek toprak bulunmamaktadır.

3.3. Toprak Örneklerinin Organik Madde Kapsamları

Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu arazilerindeki toprak serilerinden alınan toprak örnekleri Ap horizonunda %1.7 ile %3.4, A2 horizonunda ise %1.2 ile %3.1 arasında değişen miktarlarda organik madde kapsamaktadır. Organik madde kapsamları açısından Ap ve A2 horizonlarından alınan toprak örnekleri farklı değerler vermektedir (Çizelge 3.5.).

Thun vd. (1955) toprak tekstür özellikleri dikkate alınarak tınlı ve killi topraklar için vermiş olduğu %organik madde sınıflandırmasına göre işletme toprakları, humusça fakir ve az humuslu topraklar grubuna girmektedir (Çizelge 3.6.).

Topraksu Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Antalya ili Verimlilik Envanteri Raporu'na (Anonim 1983) göre; Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonunun da yer aldığı bölge topraklarının % 22.7'si çok az, %47.5'i az, %22.7'si orta, %4.8'i iyi ve %2.3'ü ise yüksek düzeyde organik madde içermektedir.

3.4. Toprak Örneklerinin Toplam Eriyebilir Tuz Kapsamları

Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu topraklarından alınan toprak örneklerinin toplam eriyebilir tuz kapsamları Ap horizonunda %0.0159 ile %0.0424, A2 horizonunda ise %0.0153 ile %0.0328 değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 3.7). Bu değerler Soil Survey Staff'a (1951) göre sınıflandırıldığında, işletme arazilerinin tamamında tuzluluk yönünden bir sorunun bulunmadığı görülmektedir (Çizelge 3.8.).

Topraksu Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Antalya ili verimlilik envanteri raporuna (Anonim 1983) göre; Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu arazilerinde içinde bulunduğu bölgede tarım topraklarının %98.5'i toplam eriyebilir tuz açısından tuzsuz sınıfına girmektedir. Geriye kalan %1.5'lik kısım ise hafif tuzlu sınıfında yer almaktadır.

Çizelge 3.5. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin % organik madde kapsamaları

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Org.Mad. %	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Org.Mad. %
Gürönü	1	Ap	1.70	Kapılı	1	Ap	1.90
	1	A2	1.20		1	A2	1.60
	2	Ap	3.23		2	Ap	1.89
	2	A2	3.06		2	A2	1.25
B. Kuyulu	1	Ap	3.42	Tehnelli	1	Ap	2.30
	1	A2	2.63		1	A2	2.20
	2	Ap	3.08		2	Ap	2.64
	2	A2	3.12		2	A2	2.11
Dutlu	1	Ap	2.28	Kiremitli	1	Ap	2.30
	1	A2	1.37		1	A2	2.01
	2	Ap	2.27		2	Ap	2.40
	2	A2	1.97		2	A2	1.66
	3	Ap	2.20		-	--	----
	3	A2	1.80		-	--	----

Çizelge 3.6. Toprak örneklerinin % organik madde kapsamalarına göre sınıflandırılması

Toprak Horizonu		Ap		A2		Toplam	
Org.Madde %	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
0.00-2.00	Hum.Fakir	3.00	23.10	7.00	53.80	10.00	38.50
2.00-5.00	Az Humuslu	10.00	76.90	6.00	46.20	16.00	61.50
5.00-10.00	Humuslu	----	----	----	----	----	----
10.00-15.00	Hum.Zengin	----	----	----	----	----	----
15.00-20.00	Çok Zengin	----	----	----	----	----	----
> 20.00	Org.Toprak	----	----	----	----	----	----
Toplam		13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

Çizelge 3.7. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin toplam eriyebilir tuz kapsamı

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Horizontu	Tuz %	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Horizontu	Tuz %
Gürönü	1	Ap	0.0222	Kapılı	1	Ap	0.0194
	1	A2	0.0153		1	A2	0.0168
	2	Ap	0.0424		2	Ap	0.0159
	2	A2	0.0289		2	A2	0.0169
B. Kuyulu	1	Ap	0.0290	Tehnelli	1	Ap	0.0242
	1	A2	0.0281		1	A2	0.0284
	2	Ap	0.0237		2	Ap	0.0231
	2	A2	0.0223		2	A2	0.0312
Dutlu	1	Ap	0.0340	Kiremitli	1	Ap	0.0354
	1	A2	0.0177		1	A2	0.0225
	2	Ap	0.0253		2	Ap	0.0233
	2	A2	0.0280		2	A2	0.0171
	3	Ap	0.0225		-	-	-----
	3	A2	0.0328		-	-	-----

Çizelge 3.8. Toprak örneklerinin toplam eriyebilir tuz kapsamına göre sınıflandırılması

Toprak Horizontu		Ap		A2		Toplam	
Çöz. Toplam Tuz, %	Degerlendirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
0.00-0.15	Tuzsuz	13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0
0.15-0.35	Haf. Tuzlu	-----	-----	-----	-----	-----	-----
0.35-0.65	Ort. Tuzlu	-----	-----	-----	-----	-----	-----
>0.65	Çok Tuzlu	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Toplam		13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

3.5. Toprak Örneklerinin Bünye Analiz Sonuçları

Antalya-Aksu Pamuk Üretme İstasyonu arazilerinden alınan toprak örneklerinin, kil içerikleri Ap horizonunda %23.16 ile %49.16, A2 horizonunda %23.16 ile %50.16 değerleri arasında, silt içerikleri Ap horizonunda %25 ile %49 , A2 horizonunda %26 ile %53 değerleri arasında, kum içerikleri ise Ap horizonunda %13.84 ile %37.68, A2 horizonunda %13.84 ile %33.84 arasında değişmektedir (Çizelge 3.9., Çizelge 3.10., Çizelge 3.11.). İşletmeye ait arazilerden alınan toprak örnekleri genellikle killi bünyeye sahiptir. Hem Ap hem de A2 horizonlarından alınan toprak örneklerinin %61.5'inin tekstür sınıfını kil oluşturmaktadır (Çizelge 3.12.).

Topraksu Genel Müdürlüğü'nün Antalya İli Verimlilik Envanteri Raporu'na (Anonim 1983) göre; Antalya-Aksu Pamuk Üretme İstasyonu arazilerinin içinde bulunduğu bölge topraklarının % 6.3'ü kum, %70.1'i tın, %22.5'i killi tın ve %1.1'i ise kil bünyeye sahiptir. Bu rapora göre, bölgede ağır killi toprak bulunmamaktadır.

3.6. Toprak Örneklerinin Toplam Azot Kapsamları

Çalışma alanına ait toprakların Ap horizonlarından alınan toprak örnekleri %0.102 ile %0.192, A2 horizonundan alınan toprak örnekleri ise %0.067 ile %0.186 arasında değişen miktarlarda toplam azot kapsamaktadır (Çizelge 3.13).

Toprakların toplam azot kapsamları Loue'ya (1968) göre sınıflandırılarak Çizelge 3.14.'de verilmiştir. Buna göre Ap horizonuna ait toprakların %15.4'ü orta, %30.7'si iyi, %53.9'u çok iyi düzeyde azot kapsamaktadır. A2 horizonuna ait toprakların ise %7.7'si çok fakir, %15.4'ü fakir, %7.7'si orta, %46.2'si iyi ve % 23.0'ü de çok iyi düzeyde azot kapsamaktadır.

3.7. Toprak Örneklerinin Alınabilir Fosfor Kapsamları

Antalya-Aksu Pamuk Üretme İstasyonu topraklarının alınabilir fosfor kapsamları Çizelge 3.15.'de verilmiştir. Ap horizonlarından alınan toprak örnekleri 6.91-39.11 ppm, A2 horizonlarından alınan toprak örnekleri ise 1.31-30.67 ppm'ler arasında değişen miktarlarda alınabilir fosfor kapsamaktadır.

Çizelge 3.9. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin
% kil kapsamları

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Kil %	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Kil %
Gürönü	1	Ap	45.32	Kapılı	1	Ap	23.32
	1	A2	45.32		1	A2	24.16
	2	Ap	48.32		2	Ap	23.16
	2	A2	44.32		2	A2	23.16
B. Kuyulu	1	Ap	45.32	Tehnelli	1	Ap	31.16
	1	A2	44.32		1	A2	34.16
	2	Ap	46.32		2	Ap	36.16
	2	A2	48.32		2	A2	39.16
Dutlu	1	Ap	45.16	Kiremitli	1	Ap	36.72
	1	A2	45.16		1	A2	36.72
	2	Ap	49.16		2	Ap	44.32
	2	A2	50.16		2	A2	46.32
	3	Ap	49.16		-	--	----
	3	A2	50.16		-	--	----

Çizelge 3.10. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin
% silt kapsamları

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Silt %	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Silt %
Gürönü	1	Ap	39.00	Kapılı	1	Ap	39.00
	1	A2	37.00		1	A2	42.00
	2	Ap	25.00		2	Ap	49.00
	2	A2	30.00		2	A2	53.00
B. Kuyulu	1	Ap	30.00	Tehnelli	1	Ap	43.00
	1	A2	29.00		1	A2	47.00
	2	Ap	28.00		2	Ap	44.00
	2	A2	26.00		2	A2	43.00
Dutlu	1	Ap	30.00	Kiremitli	1	Ap	41.60
	1	A2	30.00		1	A2	41.60
	2	Ap	36.00		2	Ap	39.00
	2	A2	36.00		2	A2	38.00
	3	Ap	37.00		-	--	----
	3	A2	36.00		-	--	----

Çizelge 3.11. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin % kum kapsamı

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Kum %	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Kum %
Gürönü	1	Ap	15.68	Kapılı	1	Ap	37.68
	1	A2	17.68		1	A2	33.84
	2	Ap	26.68		2	Ap	27.84
	2	A2	25.68		2	A2	23.84
B. Kuyulu	1	Ap	24.68	Tehnelli	1	Ap	20.84
	1	A2	26.68		1	A2	18.84
	2	Ap	25.68		2	Ap	19.84
	2	A2	25.68		2	A2	17.84
Dutlu	1	Ap	24.84	Kiremitli	1	Ap	21.68
	1	A2	24.84		1	A2	21.68
	2	Ap	14.84		2	Ap	16.58
	2	A2	13.84		2	A2	15.68
	3	Ap	13.84		-	--	----
	3	A2	13.84		-	--	----

Çizelge 3.12. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin tekstür sınıfları

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Tekstür sınıfı	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Tekstür Sınıfı
Gürönü	1	Ap	C	Kapılı	1	Ap	L
	1	A2	C		1	A2	L
	2	Ap	C		2	Ap	L
	2	A2	C		2	A2	SiL
B. Kuyulu	1	Ap	C	Tehnelli	1	Ap	CL
	1	A2	C		1	A2	SiCL
	2	Ap	C		2	Ap	SiCL
	2	A2	C		2	A2	CL
Dutlu	1	Ap	C	Kiremitli	1	Ap	CL
	1	A2	C		1	A2	CL
	2	Ap	C		2	Ap	C
	2	A2	C		2	A2	C
	3	Ap	C		-	--	--
	3	A2	C		-	--	--

Çizelge 3.13. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin toplam azot kapsamı

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Horizontu	Azot %	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Horizontu	Azot %
Gürönü	1	Ap	0.119	Kapılı	1	Ap	0.102
	1	A2	0.067		1	A2	0.083
	2	Ap	0.192		2	Ap	0.122
	2	A2	0.186		2	A2	0.080
B. Kuyulu	1	Ap	0.190	Tehnelli	1	Ap	0.108
	1	A2	0.160		1	A2	0.094
	2	Ap	0.168		2	Ap	0.129
	2	A2	0.147		2	A2	0.119
Dutlu	1	Ap	0.135	Kiremitli	1	Ap	0.130
	1	A2	0.116		1	A2	0.113
	2	Ap	0.135		2	Ap	0.135
	2	A2	0.125		2	A2	0.122
	3	Ap	0.135		-	---	----
	3	A2	0.122		-	---	----

Çizelge 3.14. Toprak örneklerinin toplam azot kapsamlarına göre sınıflandırılması

Toprak Horizontu		Ap		A2		Toplam	
Azot %	Degerlendirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
< 0.070	Çok Fakir	----	----	1.00	7.70	1.00	3.80
0.070-0.090	Fakir	----	----	2.00	15.30	2.00	7.70
0.091-0.110	Orta	2.00	15.40	1.00	7.70	3.00	11.50
0.111-0.130	İyi	4.00	30.80	6.00	46.20	10.00	38.50
> 0.130	Çok İyi	7.00	53.80	3.00	23.10	10.00	38.50
Toplam		13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

Çizelge 3.15. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alınabilir fosfor kapsamı

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Fosfor ppm	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Fosfor ppm
Gürönü	1	Ap	23.59	Kapılı	1	Ap	13.33
	1	A2	11.48		1	A2	6.23
	2	Ap	39.11		2	Ap	6.91
	2	A2	30.67		2	A2	1.31
B. Kuyulu	1	Ap	27.26	Tehnelli	1	Ap	16.25
	1	A2	11.11		1	A2	9.62
	2	Ap	34.60		2	Ap	18.41
	2	A2	9.26		2	A2	5.22
Dutlu	1	Ap	22.85	Kiremitli	1	Ap	18.17
	1	A2	6.61		1	A2	8.15
	2	Ap	14.01		2	Ap	23.22
	2	A2	4.30		2	A2	9.27
	3	Ap	26.89		-	--	----
	3	A2	10.47		-	--	----

Çizelge 3.16. Toprak örneklerinin alınabilir fosfor kapsamlarına göre sınıflandırılması

Toprak Hori-zonu		Ap		A2		Toplam	
Alınabilir Fosfor, ppm	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
< 5.00	Düşük	----	----	2.00	15.40	2.00	7.70
5.00-10.00	Orta	1.00	7.70	7.00	53.80	8.00	30.80
> 10.00	Yeterli	12.00	92.30	4.00	30.80	16.00	61.50
Toplam		13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

Toprakların alınabilir fosfor kapsamları Olsen ve Sommers'ın (1982) verdiği sınır değerler ile karşılaştırıldığında, Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu topraklarının Ap horizonlarından alınan toprak örneklerinin %92.3'ünün, A2 horizonlarından alınan toprak örneklerinin ise, %30.3'ünün yeterli düzeyde alınabilir fosfor kapsadığı belirlenmiştir (Çizelge 3.16.).

Topraksu Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Antalya İli Verimlilik Envanteri Raporu'na göre ise (Anonim 1983), Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu'nun yer aldığı bölge topraklarının %3.0'ünün çok az, %13.1'inin az, %26'sının orta, %13.5'inin yüksek ve %44.4'ünün ise çok yüksek düzeyde fosfor kapsadığı görülmektedir.

3.8. Toprak Örneklerinin Değişebilir Katyon Kapsamları

3.8.1. Toprak örneklerinin potasyum kapsamları

Çalışma alanına ait toprakların Ap horizonlarından alınan toprak örnekleri 0.508-1.09 me/100g, A2 horizonlarından alınan toprak örnekleri ise 0.289-0.793 me/100g değerleri arasında değişebilir potasyum kapsamaktadır (Çizelge 3.17.).

Toprakların değişebilir potasyum kapsamları Pizer'e (1967) göre sınıflandırıldığında, Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu arazilerinin Ap horizonlarından alınan toprak örneklerinin %30.8'i değişebilir potasyum bakımından çok yüksek sınıfa, A2 horizonlarından alınan toprak örneklerinin ise ancak %15.4'ü yüksek sınıfa girmektedir (Çizelge 3.18.).

Topraksu Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Antalya İli Verimlilik Envanteri Raporu'na (Anonim 1983) göre; istasyon arazilerinin de içinde bulunduğu bölge topraklarının %61'i az, %13'ü orta, %13.8'i yeterli ve %67.1'i ise fazla oranda değişebilir potasyum içermektedir.

3.8.2. Toprak örneklerinin kalsiyum kapsamları

Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu arazilerinin Ap horizonlarından alınan toprak örnekleri, 8.47-12.07 me/100g toprak, A2 horizonlarından alınan toprak örnekleri ise 8.92-13.65 me/100g toprak değerleri arasında değişen miktarlarda kalsiyum kapsamaktadır (Çizelge 3.19.).

Çizelge 3.17. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alınabilir potasyum kapsamaları

Toprak Serisi	Ör- nek No.	Toprak Hori- zonu	Potasyum me/100g.	Toprak Serisi	Ör- nek No.	Toprak Hori- zonu	Potasyum me/100g.
Gürönü	1	Ap	0.680	Kapılı	1	Ap	0.508
	1	A2	0.495		1	A2	0.289
	2	Ap	1.090		2	Ap	0.584
	2	A2	0.793		2	A2	0.437
B. Kuyulu	1	Ap	0.929	Tehnelli	1	Ap	0.726
	1	A2	0.703		1	A2	0.549
	2	Ap	0.518		2	Ap	0.747
	2	A2	0.473		2	A2	0.433
Dutlu	1	Ap	0.589	Kiremitli	1	Ap	0.876
	1	A2	0.380		1	A2	0.495
	2	Ap	0.519		2	Ap	0.909
	2	A2	0.466		2	A2	0.369
	3	Ap	0.725		-	---	----
	3	A2	0.414		-	---	----

Çizelge 3.18. Toprak örneklerinin alınabilir potasyum kapsamlarına göre sınıflandırılması

Toprak Horizonu		Ap		A2		Toplam	
Alınabilir K, me/100g.	Değerlen- dirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
> 0.255	Çok Düşük	----	----	----	----	----	----
0.256-0.385	Düşük	----	----	3.00	23.10	3.00	11.50
0.386-0.510	Orta	1.00	7.70	7.00	53.80	8.00	30.80
0.511-0.640	İyi	4.00	30.76	1.00	7.70	5.00	19.20
0.641-0.821	Yüksek	4.00	30.76	2.00	15.40	6.00	23.10
< 0.821	Çok Yüksek	4.00	30.76	----	----	4.00	15.40
Toplam		13.0	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

Çizelge 3.19. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin değişebilir kalsiyum kapsamları

Toprak Serisi	Örnek o.	Toprak Hori-zonu	Kalsiyum me/100g.	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Kalsiyum me/100g.
Gürönü	1	Ap	10.72	Kapılı	1	Ap	8.70
	1	A2	10.27		1	A2	9.30
	2	Ap	12.07		2	Ap	8.47
	2	A2	11.32		2	A2	8.92
B. Kuyulu	1	Ap	11.85	Tehnelli	1	Ap	9.37
	1	A2	13.05		1	A2	9.22
	2	Ap	9.82		2	Ap	9.27
	2	A2	13.65		2	A2	9.75
Dutlu	1	Ap	10.12	Kiremitli	1	Ap	10.57
	1	A2	11.02		1	A2	9.67
	2	Ap	9.15		2	Ap	10.95
	2	A2	10.12		2	A2	10.72
	3	Ap	10.80		-	---	----
	3	A2	10.27		-	---	----

Çizelge 3.20. Toprak örneklerinin değişebilir kalsiyum kapsamlarına göre sınıflandırılması

Toprak Horizonu		Ap		A2		Toplam	
Değiş. Ca me/100g	Degerlendirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
< 3.57	Çok Düşük	----	----	----	----	----	----
3.58-7.15	Düşük	----	----	----	----	----	----
7.16-14.30	Orta	13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0
> 14.30	İyi	----	----	----	----	----	----
Toplam		13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

Loue (1968) tarafından verilen degerlerle karşılaştırıldığında, Antalya-Aksu Pamuk Üretim istasyonu topraklarının değişebilir kalsiyum kapsamaları açısından orta sınıfına girdiği görülmektedir (Çizelge 3.20.).

3.8.3. Toprak örneklerinin magnezyum kapsamaları

Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu arazilerinin Ap horizonlarından alınan toprak örnekleri, 1.28-3.19 me/100g toprak arasında değişebilir magnezyum kapsamaktadır. A2 horizonlarından alınan toprak örneklerinin değişebilir kalsiyum kapsamaları ise 1.23-4.28 me/100g toprak arasında değişmektedir (Çizelge 3.21.).

Toprak örneklerinin değişebilir magnezyum analiz sonuçları, Loue'ya (1968) göre sınıflandırıldığında, Ap ve A2 horizonlarından alınan toprak örneklerinin tamamının iyi düzeyde değişebilir magnezyum içerdikleri görülmektedir (Çizelge 3.22.).

3.8.4. Değişebilir sodyum kapsamaları

Çalışma alanına ait toprakların Ap horizonlarından alınan toprak örnekleri 20.5 ile 97.2 ppm, A2 horizonlarından alınan toprak örnekleri ise 20.0 ile 248.6 ppm değerleri arasında değişen miktarlarda değişebilir sodyum kapsamaktadır (Çizelge 3.23.).

Toprakların değişebilir sodyum kapsamaları Kacar'a (1962) göre sınıflandırıldığında, işletme arazilerinden alınan toprakların Ap horizonunda %69.2'si, A2 horizonunda ise % 46.15'i değişebilir sodyum bakımından çok düşük sınıfa girmektedir (Çizelge 3.24.).

3.9. Toprak örneklerinin Alınabilir Mikro Elementler Kapsamaları

3.9.1. Toprak örneklerinin demir kapsamaları

Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu topraklarının alınabilir demir kapsamaları Çizelge 3.25.'den de görülebileceği gibi, Ap horizonunda 6.21-14.64 ppm, A2 horizonunda ise 6.59-17.29 ppm değerleri arasında değişmektedir.

Çizelge 3.21. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin değişebilir magnezyum kapsamı

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Horizonu	Magnezyum me/100g.	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Horizonu	Magnezyum me/100g.
Gürönü	1	Ap	2.36	Kapılı	1	Ap	1.29
	1	A2	2.45		1	A2	1.31
	2	Ap	2.94		2	Ap	1.28
	2	A2	2.90		2	A2	1.23
B. Kuyulu	1	Ap	2.45	Tehnelli	1	Ap	1.66
	1	A2	2.51		1	A2	1.71
	2	Ap	2.37		2	Ap	1.78
	2	A2	2.84		2	A2	1.62
Dutlu	1	Ap	1.99	Kiremitli	1	Ap	2.05
	1	A2	2.35		1	A2	2.08
	2	Ap	3.19		2	Ap	2.52
	2	A2	4.28		2	A2	2.53
	3	Ap	1.59		-	-	----
	3	A2	3.72		-	-	----

Çizelge 3.22. Toprak örneklerinin değişebilir magnezyum kapsamına göre sınıflandırılması

Toprak Horizonu		Ap		A2		Toplam	
Değiş. Mg. me/100g.	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
< 0.450	Düşük	----	----	----	----	----	----
0.451-0.950	Orta	----	----	----	----	----	----
> 0.950	İyi	13.0	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0
Toplam		13.0	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

Çizelge 3.23. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin değişebilir sodyum kapsamaları

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Sodyum ppm	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Sodyum ppm
Gürönü	1	Ap	38.70	Kapılı	1	Ap	26.10
	1	A2	35.50		1	A2	20.00
	2	Ap	41.80		2	Ap	20.50
	2	A2	39.90		2	A2	29.00
B. Kuyulu	1	Ap	31.70	Tehnelli	1	Ap	24.30
	1	A2	39.90		1	A2	30.30
	2	Ap	33.00		2	Ap	34.70
	2	A2	29.20		2	A2	29.30
Dutlu	1	Ap	29.30	Kiremitli	1	Ap	33.30
	1	A2	29.20		1	A2	35.80
	2	Ap	86.60		2	Ap	31.60
	2	A2	248.60		2	A2	31.20
	3	Ap	97.20		-	---	----
	3	A2	180.30		-	---	----

Çizelge 3.24. Toprak örneklerinin değişebilir sodyum kapsamalarına göre sınıflandırılması

Toprak Horizonu		Ap		A2		Toplam	
Değişebilir Sodyum, ppm	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
< 34.00	Çok Düşük	9.00	69.20	6.00	46.15	15.00	57.69
34.00-68.00	Düşük	2.00	15.40	5.00	38.45	7.00	26.92
68.00-230.0	Orta	2.00	15.40	1.00	7.70	3.00	11.55
230.0-460.0	Yüksek	----	----	1.00	7.70	1.00	3.84
> 460.0	Çok Yüksek	----	----	----	----	----	----
Toplam		13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

Çizelge 3.25. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alınabilir demir kapsamları

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Demir ppm	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Demir ppm
Gürönü	1	Ap	9.96	Kapılı	1	Ap	6.21
	1	A2	9.04		1	A2	6.59
	2	Ap	14.63		2	Ap	6.56
	2	A2	17.28		2	A2	8.95
B. Kuyulu	1	Ap	11.86	Tehnelli	1	Ap	8.40
	1	A2	12.05		1	A2	9.00
	2	Ap	13.12		2	Ap	8.86
	2	A2	13.96		2	A2	10.24
Dutlu	1	Ap	12.63	Kiremitli	1	Ap	8.83
	1	A2	11.99		1	A2	9.80
	2	Ap	10.67		2	Ap	9.14
	2	A2	11.88		2	A2	10.73
	3	Ap	10.72		-	--	----
	3	A2	11.96		-	--	----

Çizelge 3.26. Toprak örneklerinin alınabilir demir kapsamlarına göre sınıflandırılması

Toprak Hori-zonu		Ap		A2		Toplam	
Alınabilir Fe, ppm	Degerlen-dirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
< 2.50	Düşük	----	----	----	----	----	----
2.50-4.50	Orta	----	----	----	----	----	----
> 4.50	İyi	13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0
Toplam		13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

Toprak örneklerinin alınabilir demir analiz sonuçları, Lindsay ve Norvell'in (1978) verdiği sınır değerler ile karşılaştırıldığında, Ap ve A2 horizonlarından alınan toprak örneklerinin tamamı alınabilir demir bakımından "iyi" sınıfa girmektedir (Çizelge 3.26.).

3.9.2. Toprak örneklerinin çinko kapsamaları

İşletme topraklarının Ap horizonlarından alınan örnekler 0.118-0.286 ppm, A2 horizonlarından alınan örnekler ise 0.086-0.248 ppm arasında değişen miktarlarda çinko kapsamaktadır (Çizelge 3.27.).

Toprak örneklerinin alınabilir çinko analiz sonuçları, Çizelge 4.28.'den de görülebileceği gibi Lindsay ve Norvell'e (1978) göre sınıflandırıldığında, Ap ve A2 horizonlarından alınan toprak örneklerinin tamamı alınabilir çinko bakımından düşük sınıfa girmektedir.

3.9.3. Toprak örneklerinin mangan kapsamaları

İşletmeye ait toprakların Ap horizonlarından alınan örnekler 3.296-6.126 ppm, A2 horizonlarından alınan örnekler ise 3.098-5.00 ppm değerleri arasında değişen miktarlarda alınabilir mangan kapsamaktadır (Çizelge 3.29.).

Toprak örneklerinin alınabilir mangan analiz sonuçları, Lindsay ve Norvell'e (1978) göre sınıflandırıldığında Ap ve A2 horizonlarından alınan toprak örneklerinin tamamının alınabilir mangan bakımından yeterli olduğu görülmektedir (Çizelge 3.30.).

3.9.4. Toprak örneklerinin bakır kapsamaları

İşletme arazilerine ait toprakların Ap horizonlarından alınan örnekler, 1.06-2.79 ppm, A2 horizonlarından alınan örnekler ise 1.10-3.09 ppm değerleri arasında değişen miktarlarda alınabilir bakır kapsamaktadır (Çizelge 3.31.).

Toprak örneklerinin alınabilir bakır analiz sonuçları, Lindsay ve Norvell'e (1978) göre sınıflandırıldığında, Ap ve A2 horizonlarından alınan toprak örneklerinin tamamının alınabilir bakır açısından yeterli durumda olduğu görülmektedir (Çizelge 3.32.).

Çizelge 3.27. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alınabilir çinko kapsamı

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Çinko ppm	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Çinko ppm
Gürönü	1	Ap	0.118	Kapılı	1	Ap	0.126
	1	A2	0.096		1	A2	0.086
	2	Ap	0.228		2	Ap	0.156
	2	A2	0.248		2	A2	0.110
B. Kuyulu	1	Ap	0.20	Tehnelli	1	Ap	0.150
	1	A2	0.208		1	A2	0.124
	2	Ap	0.196		2	Ap	0.210
	2	A2	0.192		2	A2	0.194
Dutlu	1	Ap	0.212	Kiremitli	1	Ap	0.214
	1	A2	0.204		1	A2	0.152
	2	Ap	0.152		2	Ap	0.286
	2	A2	0.168		2	A2	0.148
	3	Ap	0.174		-	--	----
	3	A2	0.160		-	--	----

Çizelge 3.28. Toprak örneklerinin alınabilir çinko kapsamına göre sınıflandırılması

Toprak Horizonu		Ap		A2		Toplam	
Alınabilir Zn, ppm	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
< 34.00	Düşük	13.0	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0
34.00-68.00	Orta	----	----	----	----	----	----
68.00-230.0	İyi	----	----	----	----	----	----
Toplam		13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

Çizelge 3.29. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alınabilir mangan kapsamları

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Horizonu	Mangan ppm	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Horizonu	Mangan ppm
Gürönü	1	Ap	3.37	Kapılı	1	Ap	3.70
	1	A2	3.74		1	A2	4.81
	2	Ap	3.54		2	Ap	3.73
	2	A2	3.73		2	A2	3.35
B. Kuyulu	1	Ap	6.12	Tehnelli	1	Ap	3.77
	1	A2	5.00		1	A2	3.95
	2	Ap	3.50		2	Ap	4.82
	2	A2	3.09		2	A2	4.20
Dutlu	1	Ap	3.93	Kiremitli	1	Ap	3.93
	1	A2	4.02		1	A2	4.02
	2	Ap	3.80		2	Ap	3.80
	2	A2	4.13		2	A2	4.13
	3	Ap	3.29		-	--	----
	3	A2	3.31		-	--	----

Çizelge 3.30. Toprak örneklerinin alınabilir mangan kapsamlarına göre sınıflandırılması

Toprak Horizonu		Ap		A2		Toplam	
Alınabilir Mn, ppm	Degerlendirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
< 1.00	Yetersiz	----	----	----	----	----	----
> 1.00	Yeterli	13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0
Toplam		13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

Çizelge 3.31. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alınabilir bakır kapsamları

Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Bakır ppm	Toprak Serisi	Örnek No.	Toprak Hori-zonu	Bakır ppm
Gürönü	1	Ap	1.90	Kapılı	1	Ap	1.06
	1	A2	1.95		1	A2	1.10
	2	Ap	2.29		2	Ap	1.17
	2	A2	2.57		2	A2	1.28
B. Kuyulu	1	Ap	2.00	Tehnelli	1	Ap	1.42
	1	A2	2.15		1	A2	1.51
	2	Ap	2.05		2	Ap	1.45
	2	A2	2.34		2	A2	1.57
Dutlu	1	Ap	2.24	Kiremitli	1	Ap	1.93
	1	A2	2.31		1	A2	2.11
	2	Ap	2.79		2	Ap	2.26
	2	A2	3.03		2	A2	2.56
	3	Ap	2.69		-	--	----
	3	A2	3.09		-	--	----

Çizelge 3.32. Toprak örneklerinin alınabilir bakır kapsamlarına göre sınıflandırılması

Toprak Horizonu		Ap		A2		Toplam	
Alınabilir Cu, ppm	Degerlendirme	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%
< 0.20	Yetersiz	----	----	----	----	----	----
> 0.20	Yeterli	13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0
Toplam		13.00	100.0	13.00	100.0	26.00	100.0

Yapılan istatistiksel analizler, araştırmada ele alınan toprakların alınabilir fosfor kapsamlarının özellikle toprakların kireç, toplam eriyebilir tuz, kil, silt, organik madde, toplam azot, değişebilir potasyum, değişebilir kalsiyum, değişebilir magnezyum, alınabilir demir, alınabilir çinko ve pH ile önemli; kum, değişebilir sodyum, alınabilir mangan ve alınabilir bakırla ise önemsiz ilişkiler verdiğini göstermiştir. Bu ilişkilere ait veriler Çizelge 3.33. ve Çizelge 3.34. de görölmektedir. İstatistiksel bakımdan önemli bulunmayan ilişkiler çizelgeye dahil edilmemiştir.

Çizelge 3.33. Ap horizonundan alınan toprak örneklerinin alınabilir fosfor içerikleri (Y) ile Ap ve A2 horizonundaki diğer fiziksel ve kimyasal özellikler (X) arasındaki önemli ilişkiler

Horizon	Toprak Özellikleri	Korelasyon Katsayıları, r	Regresyon Eşitlikleri
Ap	Kireç	- 0.781 **	Y= 78.20 - 2.13 X
	Tuz	0.591 *	Y= 3.09 + 717 X
	Silt	- 0.823 **	Y= 58.00 - 0.967 X
	Kil	0.727 **	Y= -5.67 + 0.683 X
	Org. Mad.	0.701 **	Y= -6.52 + 11.7 X
	Toplam N	0.781 **	Y=-12.00 + 244 X
	Ca	0.791 **	Y=-39.70 + 0.0152 X
	Fe	0.873 **	Y= -9.23 + 3.07 X
A2	P	0.795 **	Y= 12.40 + 0.966 X
	Kireç	- 0.773 **	Y= 68.20 - 1.78 X
	Silt	- 0.831 **	Y= 57.20 - 0.941 X
	Kil	0.662 *	Y= -4.43 + 0.643 X
	Org. Mad.	0.684 **	Y= 2.79 + 9.54 X
	Toplam N	0.760 **	Y= -1.87 + 201 X
	K	0.566 *	Y= 4.09 + 0.0940 X
	Ca	0.766 **	Y=-29.60 + 0.0121 X
	Fe	0.826 **	Y= -8.05 + 2.71 X
	Zn	0.694 **	Y= 1.52 + 126 X

* : P < 0.05 (r %5= 0.553)

** : P < 0.01 (r %1= 0.684)

Çizelge 3.34. A2 horizonundan alınan toprak örneklerinin alınabilir fosfor içerikleri (Y) ile Ap ve A2 horizonundaki diğer fiziksel ve kimyasal özellikler (X) arasındaki önemli ilişkiler

Horizon	Toprak Özellikleri	Korelasyon Katsayıları, r	Regresyon Eşitlikleri
Ap	Tuz	0.702 **	$Y = -8.30 + 680 X$
	Silt	- 0.595 *	$Y = 30.40 - 0.559 X$
	Toplam N	0.633 *	$Y = -12.3 + 158 X$
	K	0.716 **	$Y = -10.2 + 0.0697 X$
	Ca	0.752 **	$Y = -37.3 + 0.0115 X$
	Fe	0.653 *	$Y = -9.07 + 1.84 X$
A2	Org. Mad.	0.576 *	$Y = -3.32 + 6.42 X$
	Toplam N	0.645 *	$Y = -6.56 + 136 X$
	K	0.748 **	$Y = -9.23 + 0.0992 X$
	Fe	0.710 **	$Y = -11.0 + 1.86 X$

* : $P < 0.05$ (r %5= 0.553)

** : $P < 0.01$ (r %1= 0.684)

4. TARTIŞMA

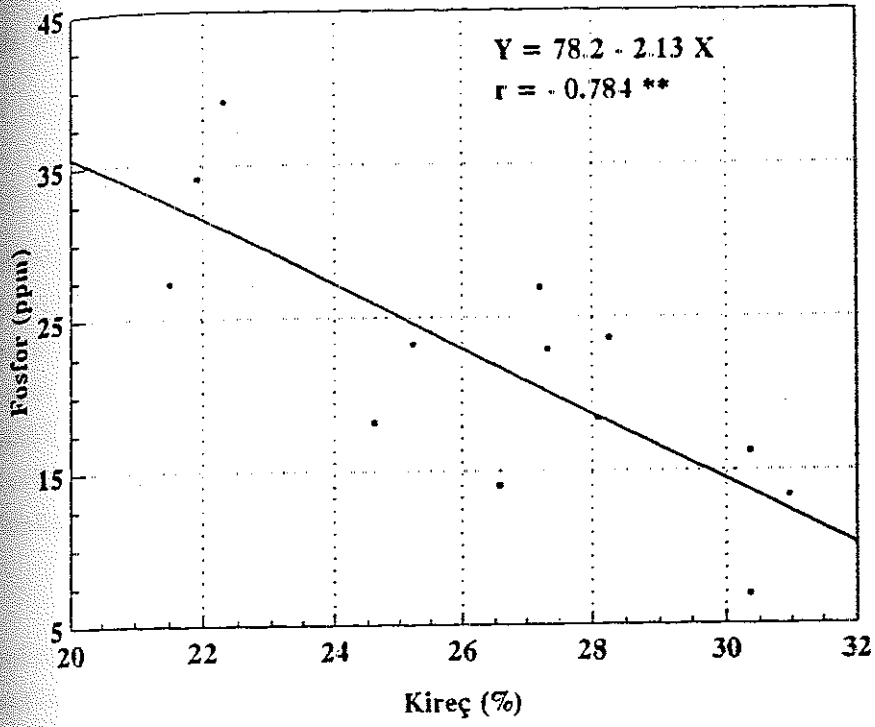
4.1. Toprak Örneklerinin Alınabilir Fosfor Kapsamları ile Diğer Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler

4.1.1. Fosfor ve kireç ilişkisi

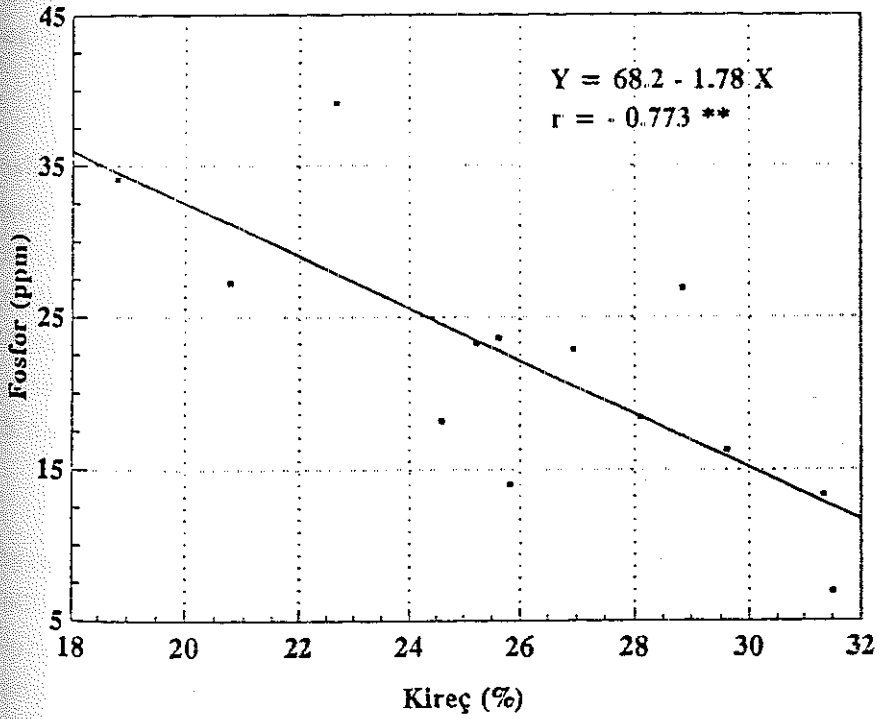
Çalışma sonucunda elde edilen kireç ile alınabilir fosfor analiz değerleri arasında yapılan korelasyon ve doğrusal regresyon işlemleri sonucunda, Ap horizonunda %1 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişki saptanmıştır. Aynı ilişkiye Ap horizonundaki alınabilir fosfor ile A2 horizonundaki kireç analiz değerleri arasında da rastlanılmıştır (Çizelge 3.33. ve Çizelge 3.34.). Elde edilen bulgular, araştırma topraklarında artan kireç miktarına bağlı olarak alınabilir fosfor miktarının azaldığını ifade etmektedir.

Tisdale ve Nelson, bazik reaksiyonlu toprakların çoğunda kalsiyum doygunluğunun yüksek olduğunu ve yüksek kalsiyum doygunluğu ile birlikte pH'nın da yüksek bulunmasının, göreceli olarak zor çözünen di-kalsiyum fosfat, hidroksi apatit ve karbonat apatit gibi bileşiklerin çökmesine yol açtığını ifade etmişlerdir. Serbest kalsiyum karbonat içeren bazik reaksiyonlu topraklarda, fosfat aktivitesinin yani yararlılığının azalmasına yol açan diğer bir neden ise, katı kalsiyum karbonat fazı ile karşılaşan fosfat iyonlarının, bu maddenin parçacıkları yüzeyinde çökmesi olarak gösterilmiştir. Araştırmacılar, yüzeylerde çökelen fosfat iyonlarının miktarının, yüzeyin genişliği, kalsiyum karbonatın miktarı ve ortamda bulunan çözeltinin fosfat konsantrasyonu gibi etkenlerce belirlendiğini, yüzeylerde olagelen bu birikmenin, kitle devinimi biçiminde düşünüldüğünü ve buradaki çökme ya da birikme hızının, toprak çözeltisinde bulunan iyonların ya da bileşiklerin konsantrasyonlarınca denetlendiğini rapor etmişlerdir. Araştırmacılara göre, reaksiyonun özelliği ne olursa olsun reaksiyon sonunda oluşan ürünler, kalsiyumun, fosfatın ya da CO_3^{2-} ve OH^- iyonlarının çözünmeyen tuzları olmaktadır (Güzel 1983).

Aktaş (1991), çözünebilir ve bitki tarafından alınabilir haldeki fosforun çeşitli reaksiyonlarla çözünmez veya güç çözünür bileşikler oluşturarak, bitkilerin alamayacağı formlara dönüşmesi olayına fosfor fiksasyonu denildiğini ve fosfor fiksasyonunun, pH'sı 7.0'den yüksek olan kireçli topraklarda, çözünebilir fosfat tuzlarının serbest CaCO_3 ile reaksiyona girerek çözünmeyen tri-kalsiyum fosfat bileşiklerini oluşturması

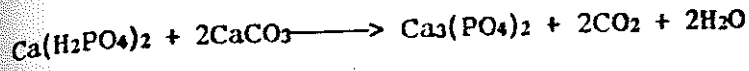


Şekil 4.1. Toprakların Ap horizonundaki % kireç ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki



Şekil 4.2. Toprakların A2 horizonundaki % kireç ve Ap horizonundaki alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki

de meydana geldiğini rapor etmiştir.



Özbek vd (1993), OH⁻ ve F⁻ iyonlarının benzer iyon çaplarına sahip oldukları için birbirlerinin yerlerine geçebildiklerini, bu nedenle toprakta kalsiyum fosfatların hidroksi apatit-Ca₅(PO₄)₃OH ve flor apatit-Ca₅(PO₄)₃F şeklinde, çoğunlukla da ikisinin izomorfik karışımı halinde bulduklarını rapor etmişlerdir. Araştırmacılara göre; apatit yalnız alkalın topraklarda stabil olup, ancak pH<7.0 değerlerinde parçalanmakta, gübreleme yoluyla verilen fosfatlar ise di-kalsiyum fosfat ve olasılıkla apatit formlarına dönüşmektedir.

Aydeniz (1970 a), toprağa artan oranlarda kireç ve radyofosforla belirlenmiş fosfor katmak yoluyla yaptığı çalışmada kirecin fosforu şiddetle bağladığını ve ilişkinin logaritmik bir kurve gösterdiğini saptamıştır. Araştırmacıya göre, toprakların alınabilir fosfor kapsamı kireç oranı arttıkça azalmaktadır. Aynı araştırmacı, diğer bir çalışmada ise (Aydeniz 1979 c), kireç miktarı arttıkça yetiştirilen marul bitkisinden elde edilen kuru madde miktarının azaldığını ve bunun nedenin kirecin fosforu bağlayıcı etkisi olduğunu bildirmiştir.

Haynes (1982), asit karakterli topraklarda yapılan kireçlemenin fosforun yayılmasını arttırırken alkali karakterli topraklarda ise kirecin fosfor ile reaksiyona girerek bu bitki besin elementinin alınabilirliğini azalttığını rapor etmiştir. Araştırmacıya göre; alkali karakterli topraklarda en duragan mineraller kalsiyum fosfatlar olup, çözünürlük oranları gittikçe düşerek burusit, monetit, 2-okta kalsiyum fosfat, hidroksi apatit, flor apatit şeklinde sıralanmaktadır ve bunların çözünürlükleri genellikle pH'nın artmasına bağlı olarak azalmaktadır.

Oskay ve Hatipoğlu (1987), fosfor adsorbsiyonu yönünden toprakların pH ve CaCO₃ kapsamının birlikte ele alınması gerektiğini ve CaCO₃'ün yüksek pH'larda fosforun tutulmasından sorumlu olan en önemli toprak ögesi olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, düşük çözelti fosfor konsantrasyonlarında fosforun kalsiyum karbonat üzerinde bir yüzey adsorbsiyonu ile tutulduğunu, yüksek fosfor konsantrasyonlarında ise çökeltme tepkimelerinin etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılara göre; kireçli ve pH'sı yüksek topraklarda çözünebilir fosfat tuzları serbest CaCO₃ ile reaksiyona girerek çözünmeyen tri-kalsiyum fosfat

bileşiklerini oluşturmakta, bu bileşiklerin çözünebilmesi ise ancak asidik ortamlarda gerçekleşebilmektedir.

Görüldüğü gibi, yüksek toprak reaksiyonlarında fosforun tutulmasından sorumlu en önemli toprak ögesi kireçtir. Kireç, geniş yüzey alanına sahip olması yanında çözünürlüğü düşük bileşikler oluşturmak yoluyla da fosforun topraktaki yararlılığını azaltmaktadır. Araştırma topraklarındaki yüksek alınabilir fosfor ve kireç kapsamı ve elde edilen istatistik veriler ortamda tri-kalsiyum fosfat şeklinde bir çökeltme tepkimesinin varlığını düşündürmektedir. Sadece kireç-fosfor ilişkisi değil, ileride açıklanacak olan kil-fosfor, silt-fosfor ve kalsiyum-fosfor ilişkileri de bu görüşü destekler niteliktedir.

4.1.2. Fosfor ve pH ilişkisi

Araştırma topraklarına ait pH ve alınabilir fosfor değerleri arasında yapılan korelasyon ve doğrusal regresyon işlemleri, istatistiksel bakımdan önemli bulunmamış ancak ilişkinin yönü negatif olmuştur. Gerçekleştirilen çoklu regresyon analizleri ise A2 horizonuna ait alınabilir fosfor, pH ve alınabilir demir analiz değerleri arasında;

$$P = 59.9 - 8.75 \text{ pH} + 1.88 \text{ Fe}, (R^2 = \%65.1)$$

İlişkisini vermiştir. Bu denkleme göre A2 horizonundaki pH, alınabilir demir ile birlikte alınabilir fosfordaki değişimin önemli bir kısmını açıklayabilmektedir. Benzer bir ilişki Ap horizonundaki alınabilir fosfor ile A2 horizonundaki pH ve alınabilir demir içerikleri arasında da görülmektedir. Bu üç değişken arasında ise;

$$P = 66.1 - 9.17 \text{ pH} + 2.73 \text{ Fe}, (R^2 = \%78.6)$$

İlişkisi saptanmıştır.

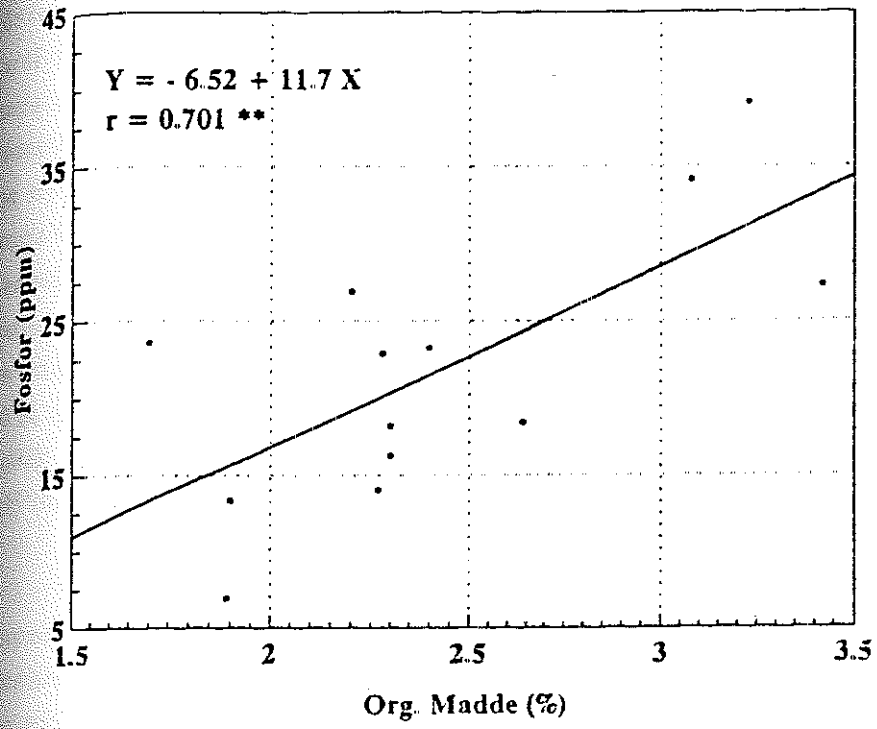
Özbek vd (1993), kalsiyum fosfatların yalnız alkali karakterli topraklarda stabil olduğunu, ancak $\text{pH} < 7$ değerlerinde parçalanabildiğini, kalsiyum fosfatın çözünürlüğünün aynı pH değerinde dikalsiyum fosfat > oktakalsiyum fosfat > apatit sırasına göre azaldığını ve bütün kalsiyum fosfatların çözünürlüklerinin pH değeri yükseldikçe düştüğünü rapor etmiştir. Araştırmacılara göre, kültür topraklarında normal pH sınırları içinde organik fosfor ve çözünmüş fosfat yalnız H_2PO_4^- ve HPO_4^{2-} formlarında bulunmakta, bunların miktarları ise pH'ya bağlı olarak değişmektedir. Örneğin pH 4.5'da pratik olarak yalnız H_2PO_4^- bulunurken, pH 6.0'da $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ oranı 90/10 olmakta, PO_4^{3-} iyonları ise önemli bir miktarda ancak pH 9.5'un üzerinde ortaya çıkmaktadır.

Tisdale ve Nelson, toprak çözeltilisinde bulunan çeşitli fosfat iyonlarının konsantrasyonunun, ilk olarak ortam pH'sı ile ilgili olduğunu, birincil ortofosfat iyonunun ($H_2PO_4^-$) daha çok kuvvetli asit ortamlarda bulunmasına karşın, ikincil ortofosfat iyonunun (HPO_4^{2-}) pH'sı 7.0'den yukarıda olan topraklarda yer aldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar fosfatların, asit toprak ortamında demir ve alüminyum, pH'nın 7.0'den büyük olduğu ortamlarda ise kalsiyum ve magnezyumla birleşerek çözünmeyen bileşikler oluşturduklarını, genel olarak kültür bitkilerinin çoğu yönünden fosforun en yüksek düzeydeki yararlılığının, 6.5 ile 7.5 pH'lar arasında değiştiğini rapor etmişlerdir (Güzel 1983).

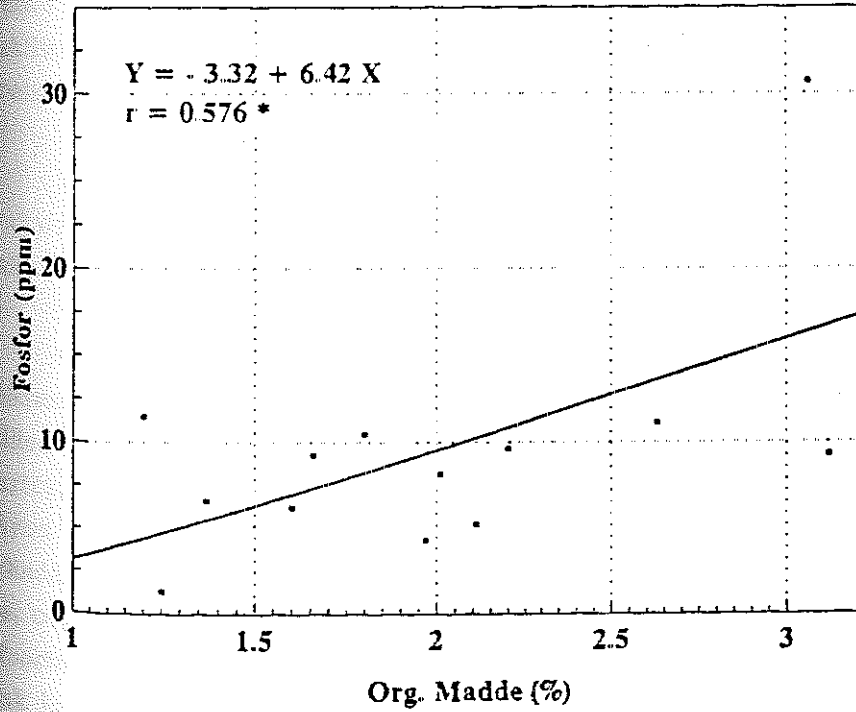
Görüldüğü gibi topraklarda fosfor fiksasyonu, çözünebilir fosfat anyonlarının daha çok toprak pH'sına bağlı olarak kimyasal bir takım reaksiyonlar sonucunda çözünemez bileşikler oluşturmasıyla gerçekleşmektedir. Araştırma topraklarında yapılan korelasyon ve doğrusal regresyon analizleri bu etkileşimi gerektiği oranda yansıtamamakta, ancak alınabilir demir içeriği de gözönüne alındığında alınabilir fosfordaki değişim belirgin bir hal almaktadır. Kireç içeriğinin pH üzerine olan etkileri de düşünüldüğünde, araştırma topraklarında alınabilir fosfor miktarını saptarken pH, demir ve kireç unsurlarını bir arada ele almanın yararları ortaya çıkmaktadır.

4.1.3. Fosfor ve organik madde ilişkisi

Çalışma sonucunda elde edilen organik madde ve alınabilir fosfor analiz değerleri arasında yapılan korelasyon ve doğrusal regresyon işlemleri sonucunda Ap horizonunda %1 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki saptanmıştır. Aynı ilişkiye Ap horizonundaki alınabilir fosfor analiz değerleri ile A2 horizonundaki organik madde analiz değerleri arasında da rastlanılmıştır. A2 horizonundaki alınabilir fosfor ve organik madde analiz değerleri arasında ise %5 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki bulunmuştur (Çizelge 3.33. ve Çizelge 3.34.). Quastel, toprak organik maddesinin ayrışmasının, fosfor adsorbsiyonunu hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkileyen önemli etkenlerden biri olduğunu bildirmiştir. Araştırmacıya göre, önemli miktarda fosfor içeren toprak organik maddesinin mineralizasyonu, toprak çözeltilisine fosfat kazandırmakta, bu yolla toprak çözeltilisine geçen fosfat, bağımsız ve adsorbe edilmiş fosfat iyonları arasındaki dengeyi etkilemekte ve organik maddenin mikrobiyolojik ayrışması sonucu artan CO_2 üretiminin de yardımıyla toprak fosfatlarının



Şekil 4.3. Toprakların Ap horizonundaki % organik madde ve alınabilir fosfor kapsamı arasındaki ilişki



Şekil 4.4. Toprakların A2 horizonundaki % organik madde ve alınabilir fosfor kapsamı arasındaki ilişki

çözünürlüğünü arttırmaktadır. Araştırmacı, toprak mikroorganizmaları tarafından üretilen organik moleküllerin, adsorbsiyon bölgeleri için fosfatla çekişmelerinden dolayı, adsorbe olmuş ve bağımsız fosfat iyonları arasındaki dengenin bağımsız fosfat iyonları lehine değiştiğini, bu olayların ise uygulamalı tarımda çok sık karşılaşılan organik madde uygulamasının, topraktaki elverişli fosfor durumunu iyileştirdiği biçimindeki gözlemlerin nedenini açıklıkla ortaya koyduğunu belirtmiştir. Williams, toprak fosforunun önemli bir kısmının toprak organik maddesinde bulunduğunu ve mineral toprakların organik fosfor oranının toplam toprak fosforunun % 20'si ile 80'i arasında değiştiğini rapor etmiştir. Mandal ise, Batı Bengal çeltik topraklarında organik fosforun, toplam toprak fosforunun ortalama %35'ine kadar çıktığını saptamıştır (Mengel ve Kirkby 1987).

Tisdale ve Nelson, mineral toprakların organik ve inorganik fosfor kapsamalarının çoğunlukla yüzey katmanında daha yüksek bulunduğunu, bunun nedenlerinin ise yüzey katmanında oluşan organik madde birikimi ve gübreleme işlemleri olduğunu bildirmiştir (Güzel 1983).

Özbek vd (1993) fosforun, organik maddenin bileşenlerinden olan hümin maddelerinde çok sık görüldüğünü ve Alp Dağları topraklarının humin madde ekstraktlarında yapılan çalışmalar sonucu en önemli bağlanma şekillerinin ortofosfat monoester ve ortofosfat diesterler olduğunu rapor etmişlerdir.

Black ise, üst toprak katmanında yer alan organik fosfor fraksiyonunun total fosforun %0.3 - %95'i arasında olabildiğini bildirmiştir (Aktaş 1991).

Oskay, Williams ve Singh farklı yer ve zamanlarda yaptıkları çalışmalar sonucunda, toprakların organik madde kapsamaları ile adsorbe edilen fosfor miktarları arasında yakın bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Harter, fosforun büyük bir olasılıkla organik maddedeki OH⁻ gruplarıyla anyon değişimi ile adsorbe edildiğini ileri sürerken, Williams ve arkadaşları, Larsen ve arkadaşları ile Appelt ve arkadaşlarının bulguları ise, organik madde tarafından fosfor adsorbsiyonunda organik kolloidlerce adsorbe edilen alüminyum ve daha az oranda da demirin aktif olduğunu açık bir şekilde göstermiştir (Oskay ve Hatipoğlu 1987).

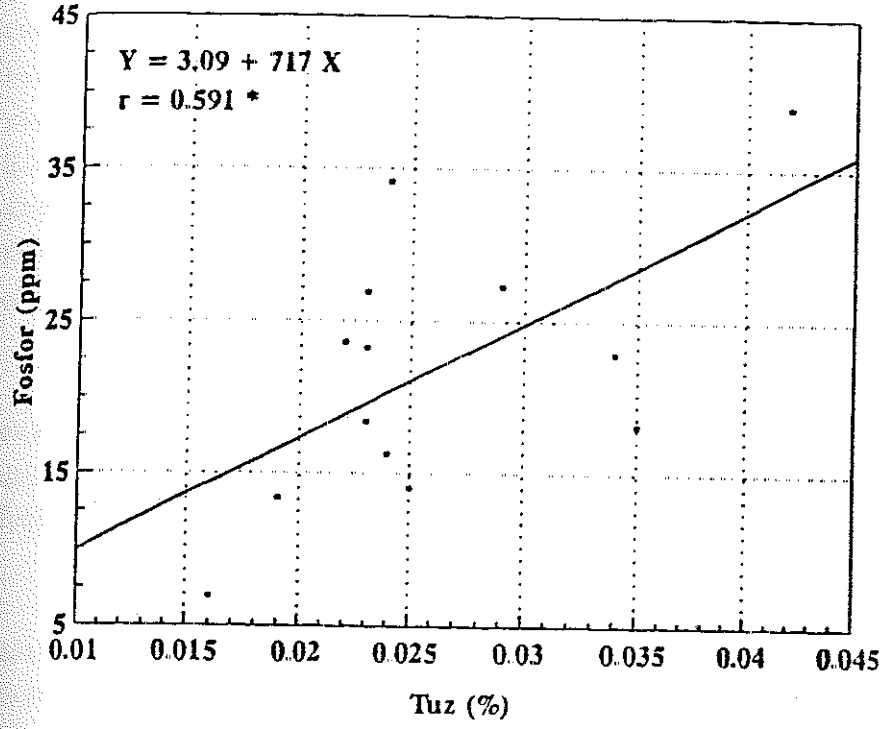
Görüldüğü gibi topraklarda artan organik madde miktarı, alınabilir fosfor kapsamında da artışlara neden olmakta ve bu durum araştırma bulgularımızla tamamen uyum göstermektedir.

4.1.4. Fosfor ve toplam eriyebilir tuz ilişkisi

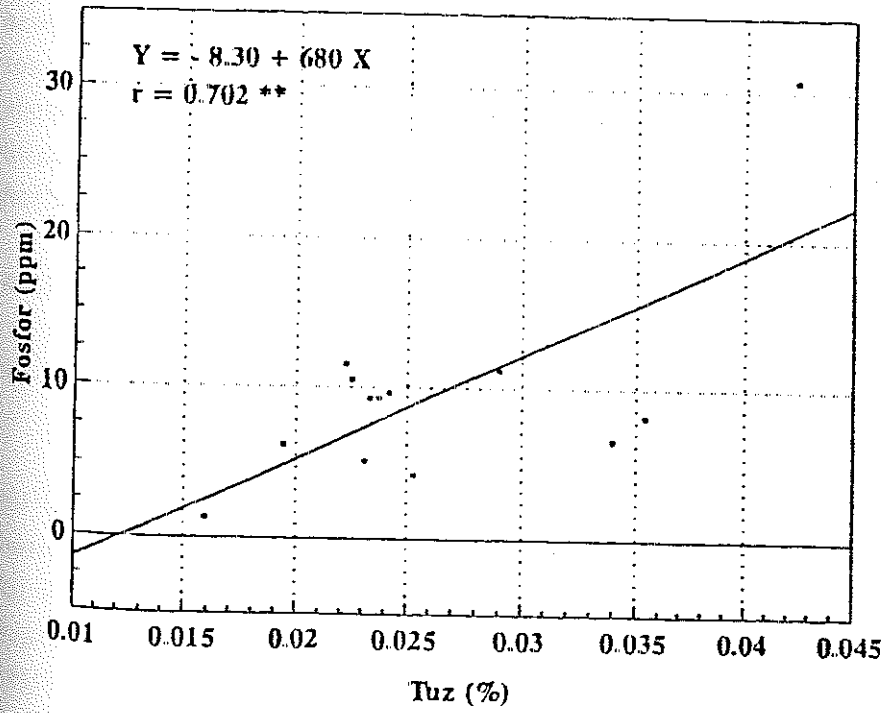
Toplam eriyebilir tuz ve alınabilir fosfor analiz değerleri arasında yapılan korelasyon ve doğrusal regresyon işlemleri sonucunda, Ap horizonunda %5, A2 horizonuna ait alınabilir fosfor ve Ap horizonuna ait toplam eriyebilir tuz değerleri arasında ise %1 düzeyinde önemli ve pozitif ilişkiler saptanmıştır (Çizelge 3.33. ve Çizelge 3.34.). Çalışmanın kaynak araştırması bölümünde verilen literatür bilgileri ise bu konuda değişik bilgiler sunmakta ve toprakta farklı elementlerin tuzlarının, fosforun çözünürlüğü veya fiksasyonu üzerine farklı etkilerinin olduğunu ve bu etkileşimde özellikle kurak yöre topraklarındaki (bu topraklarda çözünebilir mineraller ve tuzlar fazla miktarlarda bulunmaktadır) CaCO_3 ve pH'nın önemli bulunduğunu bildirmektedir. Araştırmacılara göre; sülfat tuzları, klorür ve nitrat tuzlarına göre fosforun çözünmesine daha az etkili olmaktadır.

Kacar (1979) özellikle kurak yöre topraklarında, toprak fosforunun çözünürlüğü üzerine tuzların etkilerinin büyük önem taşıdığını, bunun nedeninin ise anılan topraklarda çözünebilir minerallerin ve tuzların fazla miktarlarda bulunması olduğunu bildirmiştir.

Kireçli topraklarda araştırmalar yapan Mc George ve Breazeale; NaCl, KCl ve K_2SO_4 'ın toprak fosfatının çözünürlüğünü azalttıklarını saptamışlardır. Dört değişik toprak üzerinde araştırmalar yapan Hibbard, Na_2SO_4 ve $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 'ın topraklarda fosforun çözünürlüğünü arttırdığını, buna karşın K_2SO_4 'ın fosforun çözünürlüğünü az da olsa azalttığını bildirmiştir. Bu arada denemede kullanılan toprakların üç tanesinde kalsiyum ve magnezyum sülfatların toprak fosforunun çözünürlüğünü azalttığı, bir toprakta ise fazlaştırdığı bulunmuştur. Buehrer ise, alkali klorürlerin CaCO_3 ile reaksiyona girdiğini ve fosforun çözünürlüğünü azalttığını ileri sürmüştür. Araştırmacılara göre; anılan tuzlar CaCO_3 'ün hidrolize oluşunu ve çözünürlüğünü arttırmak yoluyla, Ca^{+2} iyonları konsantrasyonunun azalmasına neden olmaktadır. Hollanda'nın değişik toprakları üzerinde araştırmalar yapan Lehr ve Wesemael, nötr tuz konsantrasyonunun artmasıyla fosforun çözünürlüğünün azaldığını, sülfat



Şekil 4.5. Toprakların Ap horizonundaki toplam eriyebilir tuz ve alınabilir fosfor kapsamı arasındaki ilişki



Şekil 4.6. Toprakların Ap horizonundaki toplam eriyebilir tuz ve A2 horizonundaki alınabilir fosfor kapsamı arasındaki ilişki

tuzlarının etkisinin klorür ve nitrat tuzlarına oranla daha az olmak üzere tuzlarda etkinin $Ca > Mg > K > Na$ şeklinde bir sıra içerisinde yer aldığını rapor etmişlerdir. Karlsson ve Mattson; yaptıkları çalışmalar sonucunda, pH 5.0'in üzerinde olduğu zaman nötr tuzların alüminyum fosfatın çözünürlüğünü azalttığını ve pH 5.0'in altında olduğu zaman ise arttırdığını saptamışlardır. KCl'ün etkisi pH 5.0'in üzerinde olması halinde NaCl'e oranla daha fazla olmuştur (Kacar 1979).

Özbek vd (1993) ise, toprakta güç çözünen tuzları oluşturan anyonların çökmesini fosfatların adsorbsiyonundan ayırabilmenin çoğunlukla mümkün olmadığını belirterek topraklarda tuz çökmesi ile fosfor adsorbsiyonunun beraber gelişen olaylar olduğunu bildirmişlerdir.

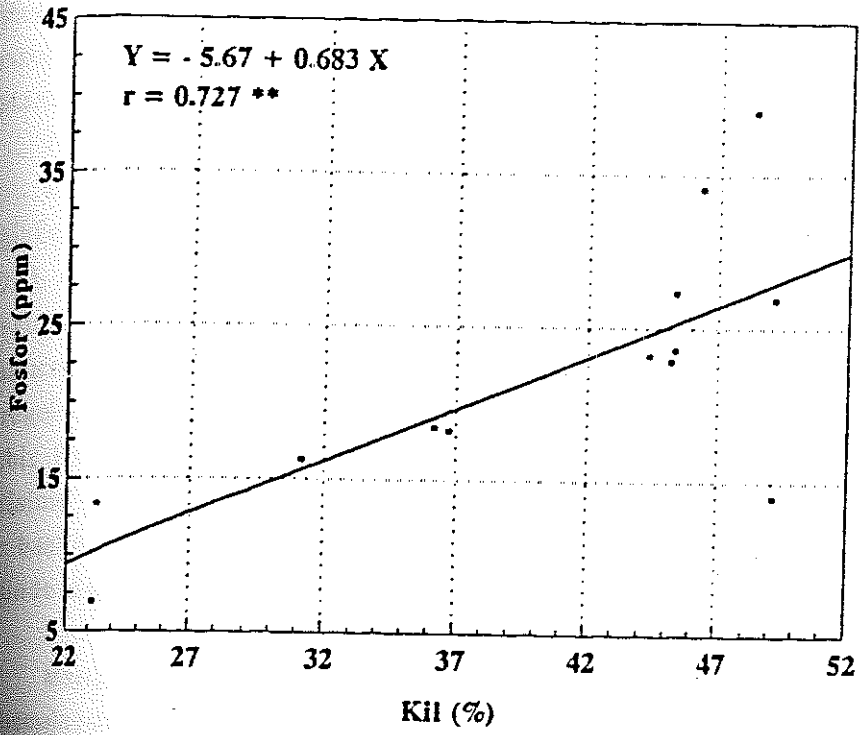
Görüldüğü gibi, değişik literatür bilgileri, çeşitli tuzların fosforun çözünürlüğü üzerindeki etkilerinin farklı olabileceğini ifade etmektedir. Bununla beraber, farklı tuzlar için dereceleri farklı olsa da topraklarda tuz ve fosfor çökmesinin beraber gelişen olaylar olduğu belirtilmektedir. Tuz analizi yapmak için kullanılan metot, topraktaki farklı tuz bileşiklerinin çözünebilir kısımlarının ayrı ayrı belirlenmesine olanak sağlamadığı için çalışmada etkili tuz çeşidi ile alınabilir fosfor kapsamı arasındaki ilişkiler üzerinde durulmamıştır. Kaldı ki araştırma topraklarının tamamı yapılan sınıflandırmada "tuzsuz" sınıfında yer almışlardır. Bu bakımdan çeşitli araştırmacılar tarafından hakkında değişik bilgiler verilen tuz-fosfor ilişkisi araştırma topraklarında pratik anlamda herhangi bir önem taşımamaktadır.

4.1.5. Fosfor ve bünye ilişkisi

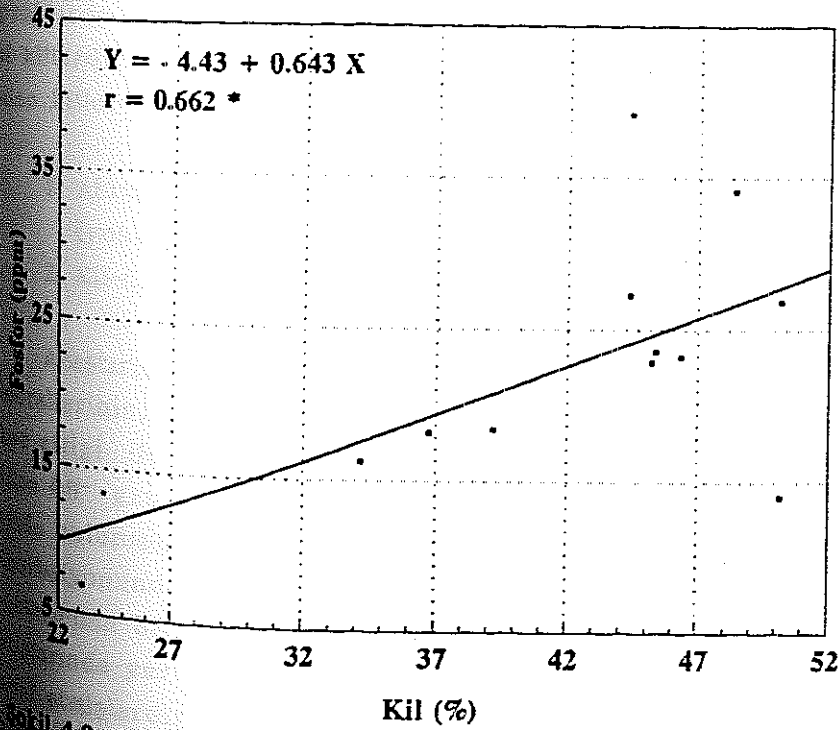
4.1.5.1. Kil

Çalışma sonucunda Ap horizonundan elde edilen alınabilir fosfor ve kil içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif, yine Ap horizonundan elde edilen alınabilir fosfor ile A2 horizonundan elde edilen kil içerikleri arasında da %5 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki saptanmıştır. A2 horizonundaki bulgular arasında ise önemli bir ilişki tespit edilememiştir (Çizelge 3.33. ve Çizelge 3.34.).

Bununla beraber, araştırma topraklarına ait alınabilir fosfor ve kil analiz değerleri arasında yapılan çoklu regresyon işlemleri sonucunda, kil-fosfor ilişkisinin dogrusal regresyon analiz sonuçlarına göre farklılık



Şekil 4.7. Toprakların Ap horizonundaki % kil ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki



Şekil 4.8. Toprakların A2 horizonundaki % kil ve Ap horizonundaki alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki

gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin, A2 horizonuna ait alınabilir fosfor ile Ap horizonuna ait toprak özellikleri arasında aşağıda görülen ilişki saptanmıştır.

$$P = - 76.0 + 0.886P + 1.46\text{Kireç} - 0.605\text{Kil} + 0.00865\text{Ca} + 0.0332\text{Mg}$$

Burada kil %10 düzeyde önemliken, alınabilir fosfor %1, diğer değişkenler ise %5'lik önemlilik sınırları içerisinde yer almaktadır ($R^2 = 0.908$). Görüldüğü gibi diğer bazı toprak özellikleri de dikkate alındığında kil-alınabilir fosfor ilişkisi farklı bir görünüm kazanmaktadır. Bu da araştırma topraklarında iç içe ve duragan olmayan etkileşimlerin süregeldiğini ve özellikle toprak, bitki ve çevre faktörleri üçgeninde hiçbir fiziksel ve kimyasal değişkenin diğer bir değişken üzerine olan etkisinin tamamının tek yönlü olarak açıklanamayacağını göstermektedir. Bir başka deyimle; topraktaki bu etkileşimler tek tek değil bir bütün halinde değerlendirildiği zaman daha anlamlı bir hal almaktadır.

Mengel ve Kirkby (1987), Aktaş (1991), Özbek vd (1993), yaptıkları çalışmalarda silikat killeri ile fosfatların reaksiyonlarına da değinmiş ve bu olayların özünü oluşturan silikat killерinin, silika ve alümina levhalarından oluştuğunu, bu levhaların kombinasyonu ile silika-alümina tabakalarının meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Bu araştırmacılara göre topraklarda başlıca iki tip kil minerali bulunmaktadır. Bunlar 2:1 ve 1:1 tipi killerdir. İleri sürülen öneriye göre, fosfat iyonları doğrudan doğruya anılan killere;

1. Alüminyum atomuna bağlı bulunan hidroksil grubunda bir OH⁻ iyonunun yerini alarak,
2. Kil-Ca-fosfat biçiminde bir bağlantı yaparak bağlanmaktadır.

Araştırmacılar tarafından, $\text{SiO}_2:\text{R}_2\text{O}_3$ oranı düşük bulunan kil minerallerinin, bu oranı yüksek bulunan killere göre çok daha fazla fosfor fikse ettiği ileri sürülmüştür. Bunun nedeni olarak, 1. maddede sözü edilen OH⁻ gruplarının 1:1 tipi killerde 2:1 tipi killere göre daha fazla sayıda bulunması gösterilmiştir. Araştırmacılar, killerin fosfat adsorbsiyonunda olagelen reaksiyonun, çözeltide bulunan fosfat iyonlarından birinin, kil mineralinin gibsit tabakasındaki Al-OH gruplarında yer alan (OH) iyonlarının yerini alması biçiminde olduğunu rapor etmişlerdir. Aynı araştırmacılara göre; yapılmış olan çok sayıda çalışma, kalsiyumca doymun kilin sodyumla doymun kile göre daha fazla oranda fosfat adsorbe ettiğini göstermiştir. Yaloon, serbest karbonatların çoğunlukla silt iriliğinde fraksiyonlar oluşturduğunu rapor etmiş, Cole ve

arkadaşları ile Griffin ise fosfat iyonlarının, bileşimi karbonat olan bu fraksiyonların içinde veya yüzeylerinde adsorbe olabildiğini ve zamanla ortamda oluşan elverişli pH şartlarında, Ca ile reaksiyona girerek tri-kalsiyum fosfatları oluşturduklarını bildirmişlerdir. Williams ve Saunders, Bates ve Baker, Syers ve arkadaşları ile Hanley ve Murphy; toprakların silt ve kum fraksiyonlarında bulunan fosforun büyük bir bölümünün primer minerallerin bileşimindeki orijinal fosfor olduğunu, oysa kil fraksiyonunda bulunan fosforun ise, ayrışma sonucu kil minerallerinin yüzeylerinde biriken organik ve inorganik Al-fosfat, Fe-fosfat ve redüktan-fosfatlar olup sekonder orijinli olduklarını, atmosfer koşullarının etkisi ile yüzey horizonlarında silt ve kum iriliginde bulunan serbest karbonat agregatlarının dağılarak kil iriligine kadar küçülebildiğini ve sonuçta Ca-fosfatların diğer fosfat bileşiklerine dönüşebildiğini bildirmişlerdir (Güzel 1979).

Görüldüğü gibi, topraklarda yer alan kil-fosfor etkileşimine ait genel görüşlere ters düşen saptamalar da bulunmaktadır. Topraklardaki diğer ilişki gruplarında olduğu gibi kil-fosfor ilişkisinde de kesin bir genelleme yapılamayacağı açıktır. Araştırmacılara göre; özellikle kil tipi ve kil minerallerinin $SiO_2:R_2O_3$ oranı toprakların fosfat adsorbsiyon derecelerini etkilemektedir. Bu bağlamda 1:1 tipi killere göre, $SiO_2:R_2O_3$ oranı düşük killerde yüksek killere göre daha fazla fosfor fikse etmektedir. Daha önce de değindiğimiz gibi bu araştırmada kullanılan toprak örneklerine ait kil minerallerinin tanımlaması yapılmamıştır ancak bu konuda çalışan çeşitli araştırmacılara göre; kil minerallerini içeren topraklar ne kadar zayıf gelişmişlerse, içerdikleri minerallerin orijinal bileşimlerini de o kadar açık göstermekte ve bu durum özellikle ılıman humid bölgelerdeki lösten ve marnlardan, teras sedimentlerinden, marşlardan, kil ve kireç taşından oluşan topraklar için geçerli olmaktadır. Bu tip topraklarda öncelikle üç tabakalı kil mineralleri, özellikle de illit ve smektit yoğun olarak bulunmaktadır. Araştırma toprakları da genç topraklardır ve çalışma alanının iklim özellikleri genel anlamda araştırmacıların verilerine uymaktadır (ılıman ve sub-humid). Bunlara ek olarak çalışma arazisinde açılan profil çukurlarının bir bölümünde 2:1 tipi kil mineralleri için karakteristik belirti olan kayma yüzeylerine de rastlanılmıştır. Bu ise pratikte mevcut kil minerallerince daha az oranda fosfor fikse edilmesi anlamına gelmektedir.

Oskay ve Hatipoğlu (1987), Orta Anadolu kahverengi topraklarının fosfor adsorbsiyon özelliklerini araştırdıkları çalışmaları sonucunda,

araştırmada kullanılan topraklarda fosfor adsorbsiyonunun toprakların kil, reaktif CaCO_3 ve organik madde kapsamları ile yakından ilişkili olduğunu ve bu adsorbsiyonun yüksek fosfor konsantrasyonlarında çökeltme tepkimesi şeklinde gerçekteştini saptamış, fosfor adsorbsiyonu ile pH ve CaCO_3 arasındaki ilişkinin doğrudan değil dolaylı etkileşimden ileri geldiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar toprakların kil kapsamlarını, toprak yüzey alanları ile kil kapsamları arasındaki yakın ilişkide tek tabaka adsorbsiyonundan sorumlu en önemli toprak ögesi olarak göstermişlerdir. Topraklara verilen fosfor miktarının artışı ile fosforun adsorbsiyonunun arttığını, fakat bunun artık tek-tabaka adsorbsiyonu olmadığını, bununla birlikte fosforun düşük konsantrasyonlarında da olsa yalnızca tek tabaka adsorbsiyonu ile tutulduğunu söylemenin güç olduğunu, aynı anda çökeltme tepkimelerinin de olduğunu belirtmişlerdir.

Cole ve Holford da, farklı yer ve zamanlarda yaptıkları çalışmalar sonucunda; genellikle düşük çözelti fosfor konsantrasyonlarında fosforun kalsiyum karbonat üzerinde bir yüzey adsorbsiyonu ile tutulduğunu belirlemişlerdir. Boischot ve Freeman ise yüksek fosfor konsantrasyonlarında çökeltme tepkimelerinin hakim olduğunu saptamışlardır. Olsen ve Watanabe ile Oskay ve Boischot, verilerin Langmuir izotermlerine uyması nedeni ile topraklardaki düşük fosfor konsantrasyonlarında fosfor adsorbsiyonunun tek-tabaka adsorbsiyonu şeklinde gerçekteştini, topraklara verilen fosforun adsorbsiyonunun bu konsantrasyonların üzerinde de sürdüğünü fakat tutulmanın artık bir tek-tabaka adsorbsiyonu şeklinde olmadığını ve fosforun daha düşük bağlanma enerjisi ile başlangıçta kimyasal olarak adsorbe olan tabakanın üzerinde birden fazla tabakalar şeklinde fiziksel olarak ve çökelti oluşturarak adsorbe edildiğini ileri sürmüşlerdir (Oskay ve Hatipoğlu 1987).

Bu verilere göre, topraklardaki yüksek fosfor konsantrasyonlarında güçlü ve kimyasal nitelikli olan tek-tabaka adsorbsiyonunun yerini daha zayıf ve fiziksel nitelikli olan çökeltme olayları almaktadır. Araştırmada kullanılan toprakların yüksek fosfor ve kireç konsantrasyonları (A_p horizonlarından alınan toprak örneklerinin %92.3'ü, A₂ horizonlarından alınan toprak örneklerinin ise %30.8'i yeterli miktarda alınabilir fosfor içermektedir) nedeniyle bu oluşum çalışma alanına ait topraklarda da beklenilmelidir. Bu şekilde oluşan zayıf bağlı kalsiyum fosfat bileşikleri 0.5 molar sodyum bikarbonat çözeltisi ile çalkalanırken, çözeltide bulunan sodyum iyonlarının da disperse edici etkisi nedeniyle fiziksel olarak parçalanmış ve açığa çıkmış olabilir. Yani artan kalsiyum miktarı ile

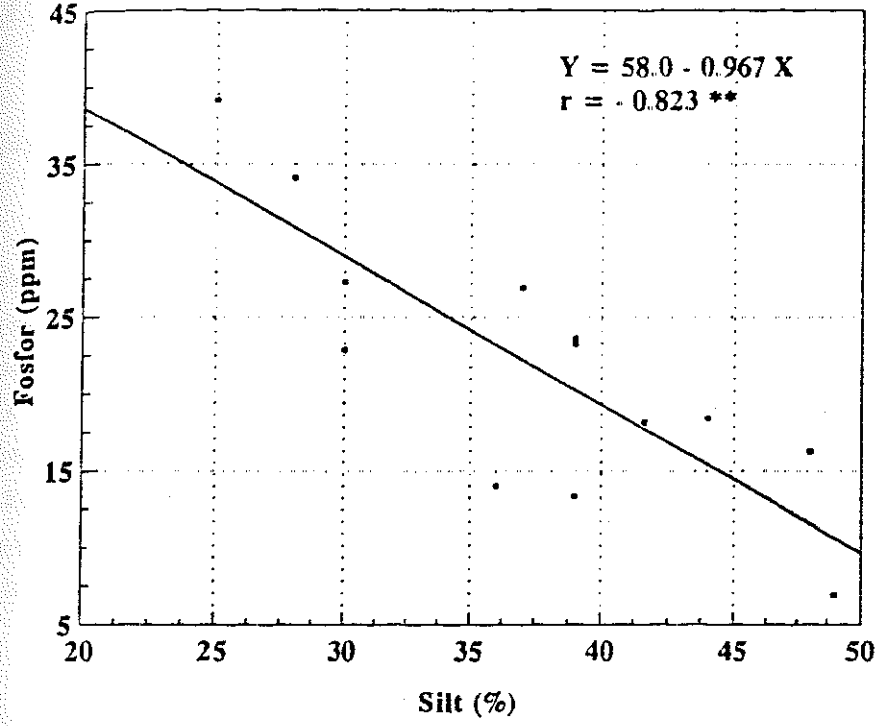
birlikte topraklarda alınabilir fosfor miktarı da artış gösterebilir. Bunun ötesinde ikinci bir olasılık uzun yıllardır yoğun bir gübreleme faaliyetine sahne olan araştırma alanına ait topraklarda, bitkiler tarafından kullanılmayıp bir sonraki döneme kalan residüal fosfor nedeniyle kil kolloidlerinin, özellikle Ap horizonunda doygunluga ulaşmış olmasıdır. Üçüncü ve son olasılık ise, bileşimleri tri-kalsiyum fosfat olan silt fraksiyonlarından kile doğru bir parçalanma meydana gelirken, tri-kalsiyum fosfat bileşiğindeki fosfatın açığa çıkması ve böylece artan kil oluşumuna paralel olarak araştırma topraklarındaki alınabilir fosfor miktarının da artmasıdır. Bu olasılığı ileriki bölümlerde açıklanacak olan silt-alınabilir fosfor ve kalsiyum-alınabilir fosfor ilişkileri de desteklemektedir.

4.1.5.2. Silt

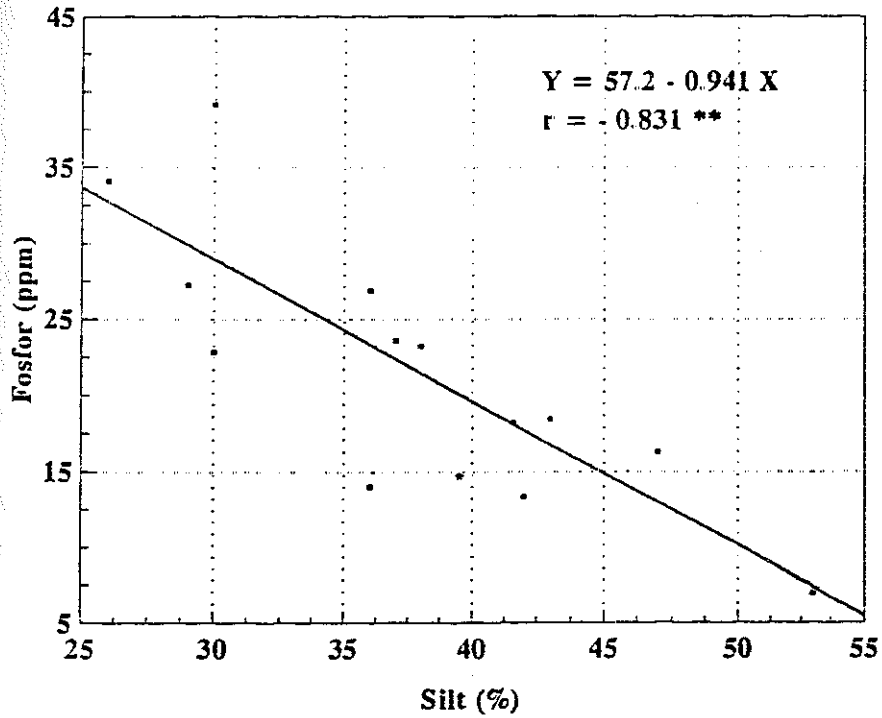
Araştırma topraklarından elde edilen değerler ile yapılan korelasyon ve doğrusal regresyon işlemleri sonucunda Ap horizonundaki alınabilir fosfor ve %silt içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişki saptanmıştır. Aynı ilişki, Ap horizonundaki alınabilir fosfor ile A2 horizonundaki %silt içerikleri arasında da bulunmuştur (Çizelge 3.33. ve Çizelge 3.34.). A2 horizonundaki alınabilir fosfor değerleri ile Ap horizonundaki %silt içerikleri arasında ise %5 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişki saptanmıştır.

Araştırmanın alınabilir fosfor-kil ilişkisini açıklayan 4.1.5.1. numaralı bölümünde de açıklandığı gibi, serbest karbonatlar toprakta çoğunlukla silt iriliğinde fraksiyonlar oluşturmakta ve bileşimi serbest karbonat olan silt fraksiyonları toprak fosforu ile alınamaz bileşikler yaratmaktadır. Bu ise topraktaki fosfat iyonlarının, bileşimi karbonat olan bu fraksiyonların içinde veya yüzeyinde adsorbe olmasına neden olmaktadır (Güzel 1979). Sonuç olarak topraklarda artan silt oranı ile birlikte fosfor fiksasyonu da artmakta bu ise alınabilir fosfor miktarını azaltmaktadır.

Bu açıdan bakıldığında, araştırma topraklarındaki alınabilir fosfor-silt, alınabilir fosfor-kil ve 4.1.7.2. numaralı bölümde açıklanacağı gibi alınabilir fosfor-değişebilir kalsiyum ilişkileri birbirlerini tamamlar niteliktedir.



Şekil 4.9. Toprakların Ap horizonundaki % silt ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki



Şekil 4.10. Toprakların A2 horizonundaki % silt ve Ap horizonundaki alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki

4.1.5.3. Kum

Çalışma sonucunda elde edilen alınabilir fosfor ile %kum değerleri arasında önemli bir ilişki saptanamamıştır.

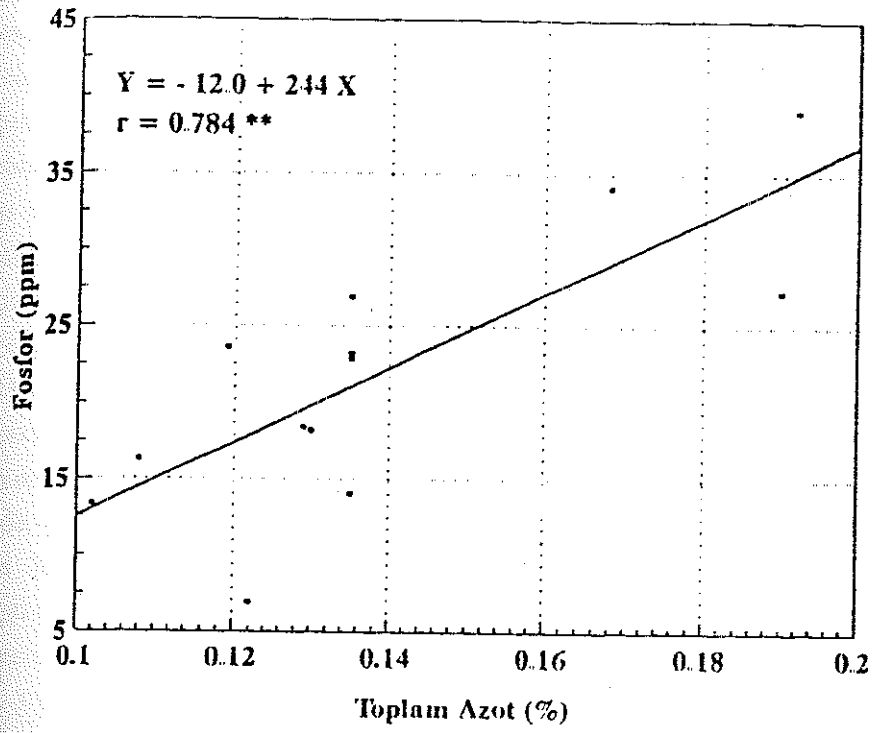
ABD Tarım Bakanlığı sistemine göre, 0.05-2.0 mm'ler arasındaki, Uluslararası Toprak İlimi Derneği sistemine göre ise 0.02-2.0 mm'ler arasındaki toprak tanecikleri kum olarak isimlendirilmiştir. Özkan (1985), kum fraksiyonunun toprağın ayrışması ve gelişmesi bakımından önemli olan bir çok primer mineral içerdiğini, bununla birlikte yüzey genişliklerinin az olmasının, bu fraksiyonların toprağın fiziksel özellikleri üzerine olan etkilerini sınırlandırdığını, kaba fraksiyonlar içerisindeki minerallerin çoğu kuvars ve feldspatlar olmak üzere alümino silikatlardan ibaret olduğunu bildirmiştir.

Görüldüğü gibi kum, toprak fraksiyonları arasında fiziksel nitelikleri gereğince bitki besin maddelerinin yayılmasına en az etkili olanıdır. Bu etki ise içerdiği primer minerallerin tipine bağlı olarak ilerideki toprak oluşumuna katkısı oranında gerçekleşmektedir. Yani ancak uzun süreli ve dolaylı bir etki söz konusudur. Bu bakımdan çalışma sonucunda elde edilen bulgular beklentilere yanıt verir niteliktedir.

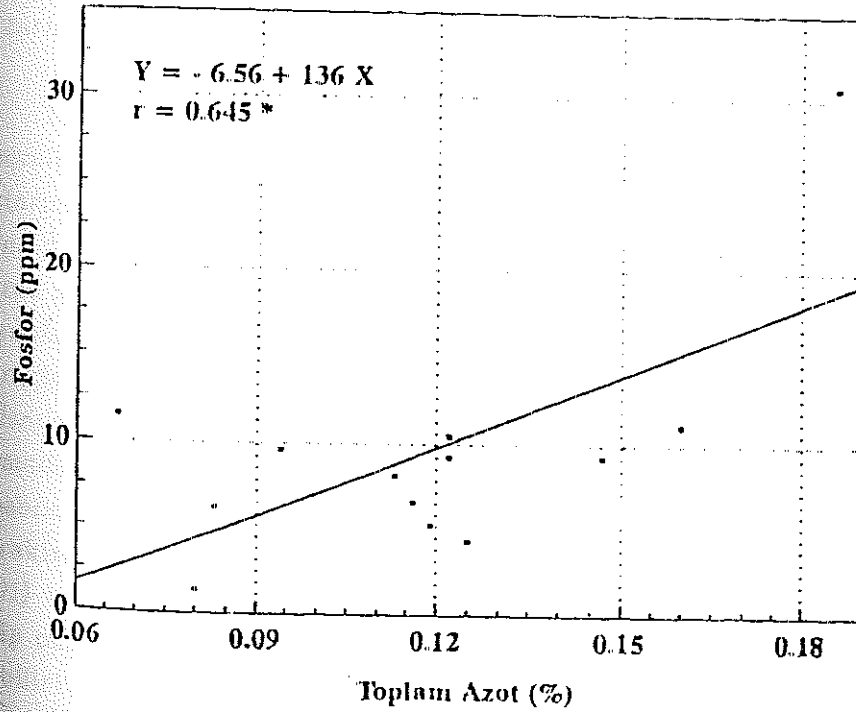
4.1.6. Fosfor ve toplam azot ilişkisi

Çalışma sonucunda Ap horizonunda elde edilen alınabilir fosfor ve toplam azot analiz değerleri arasında %1, A2 horizonunda elde edilen alınabilir fosfor ve toplam azot değerleri arasında ise %5 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki bulunmuştur. Ap horizonundaki alınabilir fosfor ile A2 horizonundaki toplam azot analiz değerleri arasında %1 ve A2 horizonundaki alınabilir fosfor ile Ap horizonundaki toplam azot analiz değerleri arasında ise %5 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki saptanmıştır (Çizelge 3.33. ve 3.34.).

Tisdale ve Nelson'a göre, topraklarda organik fosfor konusunda araştırmalar yapan Avustralya'lı araştırmacılar, fosforun toprakta azotla herhangi bir karakteristik oran göstermediğini saptamışlardır. Araştırmacılara göre; yapılmış bulunan pek çok araştırma, toprakta organik fosforun davranışının tamamen organik karbon ve azota benzemediğini göstermiştir. Iowa'da yapılmış bulunan deneysel araştırmalar, organik



Şekil 4.11. Toprakların Ap horizonundaki toplam azot ve alınabilir fosfor kapsamaları arasındaki ilişki



Şekil 4.12. Toprakların A2 horizonundaki toplam azot ve alınabilir fosfor kapsamaları arasındaki ilişki

fosfat mineralizasyonunun pH'nın yükselmesiyle artma gösterdiğini ortaya koymuştur. Buna karşılık karbon ve azot mineralizasyonlarında ise herhangi bir değişme görülmemiştir. Tarla koşullarında pH'nın mineralizasyon üzerine anılan etkilerinin saptanması, toplam organik karbonun ve toplam toprak azotunun, toplam organik fosfora oranlarının, aynı örneklerde toprak pH'sının yükselmesine paralel olarak artması ile gösterilmiştir. Organik fosforun mineralizasyonuna ilişkin çalışmaların, toprakta içerilen C, N ve P'un birbirlerine olan oranları ile yapıldığı belirtilmiştir. Teorik olarak toprak organik maddesinde C:N:P oranlarının 100:10:1 olduğu kabul edilmişse de yapılan araştırmalar sonucunda bu değerlerin 229:10:0.39 ile 71:10:3.05 değerleri arasında değiştiği bulunmuştur. Eger bir toprakta karbonun, inorganik fosfora oranı 200:1 ya da daha az ise, o toprakta fosfor mineralizasyonunun, eger söz konusu oran 300:1 ise fosfor immobilizasyonunun meydana geldiği rapor edilmiştir. Araştırmacılar, bu elementlerden birinin oranında olacak bir azalmanın, diğerinin mineralizasyonunda bir artma ile sonuçlandığını, bu nedenle eger azot toprakta sınırlı oranda bulunursa, o toprakta inorganik fosfat birikiminin oluşabileceğini ve bunun sonucunda, toprak organik maddesinin oluşumunun önlenileceğini belirtmişlerdir. Böyle koşullar altında toprağa azotlu gübrenin katılmasının, yalnızca birikmiş olan inorganik fosforun bir miktarının değil, aynı zamanda katılan azotun bir miktarının da immobilizasyonunu sağlayacağı bildirilmiştir (Güzel 1983).

Toprakların artan organik madde miktarları ve organik maddenin mineralizasyonundaki artışlar, hiç şüphe yok ki, alınabilir fosfor miktarından başka toplam azot konsantrasyonunu da arttırmaktadır. Bilindiği gibi topraklardaki en önemli azot kaynağı organik maddedir ve toprak organik maddesinin ortalama olarak 20:1'ini azot oluşturmaktadır. Bununla birlikte uzun süredir yoğun bitkisel üretimin yapıldığı araştırma topraklarında, azot ve fosforu bir arada içeren kompoze gübrelerin kullanılması ve ayrıca arazilerin tümünde olmasa bile en azından bir kısmında ikinci veya sürekli ürün olarak biyolojik azot fiksasyonu yapabilen soya fasülyesi ve yonca gibi bitkiler yetiştirilmesi de işletme topraklarında anılan sonuçların elde edilmesine neden olabilir. Aktaş'ın (1991) verdiği FAO 1984 verilerine göre; *Rhizobium Japonicum* bakterisine sahip olan soya fasülyesi, yılda 60 ile 168 kg/ha arasında azot fikse edebilirken bu oran *Rhizobium Meliloti* bakterisine sahip olan yonca bitkisinde 229 ile 290 kg/ha düzeyine kadar çıkabilmektedir.

4.1.7. Fosfor ve değişebilir katyonlar arasındaki ilişkiler

4.1.7.1. Fosfor ve potaşyum ilişkisi

Çalışma sonucunda Ap horizonundaki alınabilir fosfor ve değişebilir potaşyum analiz değerleri arasında herhangi bir ilişki saptanamazken, A2 horizonunda bu ilişki %1 düzeyinde önemli ve pozitif olarak bulunmuştur. Ap horizonundaki alınabilir fosfor değeri ile A2 horizonundaki değişebilir potaşyum analiz değerleri arasında %5, A2 horizonundaki alınabilir fosfor değerleri ile Ap horizonundaki değişebilir potaşyum analiz değerleri arasında ise %1 düzeyinde önemli ve pozitif ilişkiler saptanmıştır (Çizelge 3.33. ve Çizelge 3.34.).

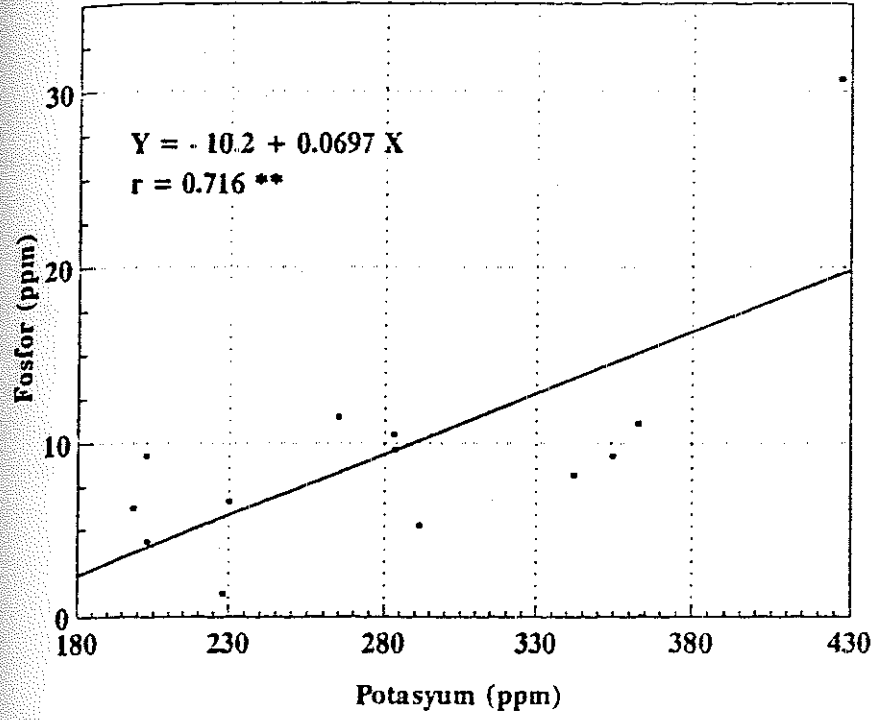
Kacar (1979), fosforun tutulmasına değişebilir katyonların Ca>Mg>H>NH₄>K>Na sırası ile etkili olduklarını belirtmiştir. Bu verilere göre potaşyum, fosforun toprakta tutulmasına en az etkili değişebilir katyonlardan bir tanesidir.

zbek (1993)'de, humid ılıman iklim bölgelerindeki tarla topraklarında, pH 5.0'in üzerinde olduğu sürece, katyonlar yükünde kalsiyumun başta geldiğini, bunu magnezyumun izlediğini, potaşyumun ise çoğunlukla %3'n altında bulunduğunu fakat kilce zengin topraklarda daha fazla da olabildiğini bildirmiştir.

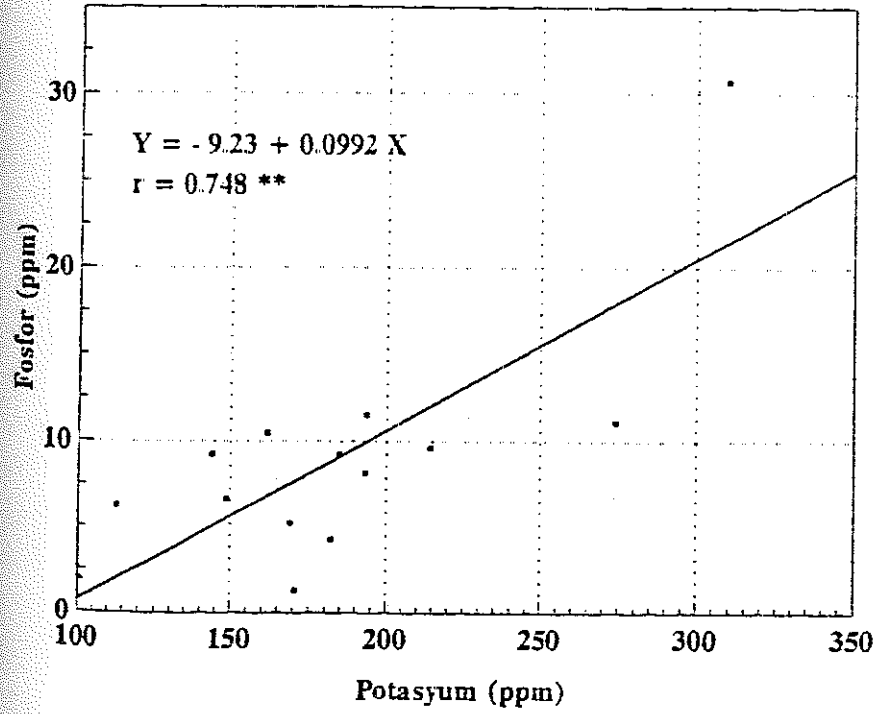
Sonuç olarak, araştırma sırasında Ap horizonuna ait topraklarda, alınabilir fosfor ile değişebilir potaşyum arasında önemli bir ilişkinin saptanamaması yukarıda sözü edilen bilgilerle uyum göstermektedir. Buna ek olarak, yüksek düzeyde kil içeren ve yıllardır yoğun bir kompoze gübre (N P K) kullanımına hedef olan araştırma topraklarında, artan potaşyum miktarına bağlı olarak alınabilir fosfor miktarının da artması beklenilebilir.

4.1.7.2. Fosfor ve kalsiyum ilişkisi

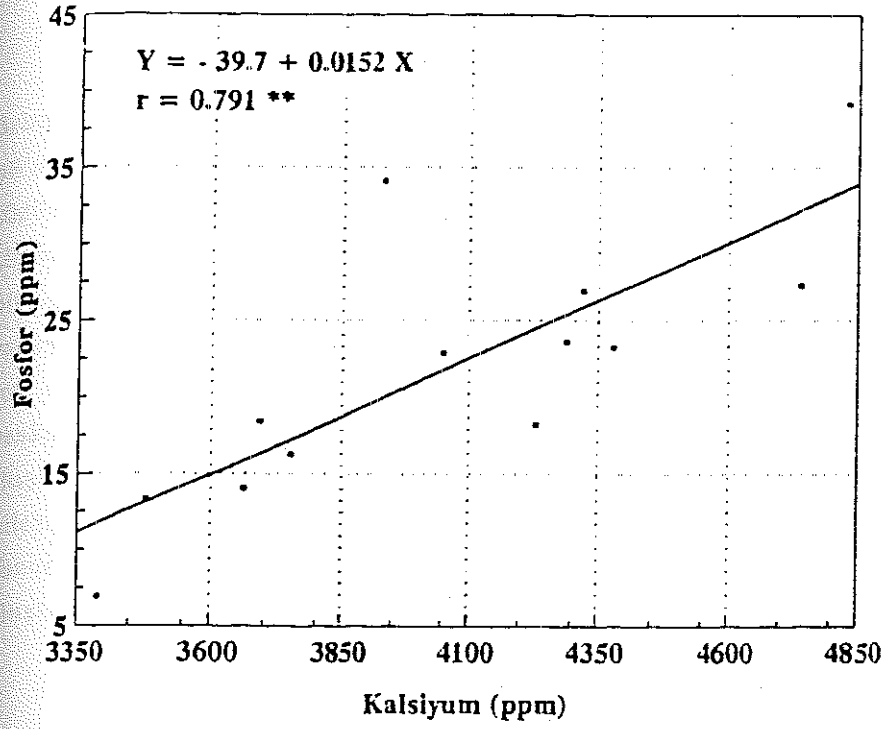
Çalışma sonucunda Ap horizonunda elde edilen alınabilir fosfor ile değişebilir kalsiyum içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki saptanmıştır. Aynı ilişkiye A2 horizonundaki alınabilir fosfor ile Ap horizonundaki değişebilir kalsiyum ve Ap horizonundaki alınabilir fosfor ile A2 horizonundaki değişebilir kalsiyum değerleri arasında da rastlanılmıştır (Çizelge 3.33. ve Çizelge 3.34.).



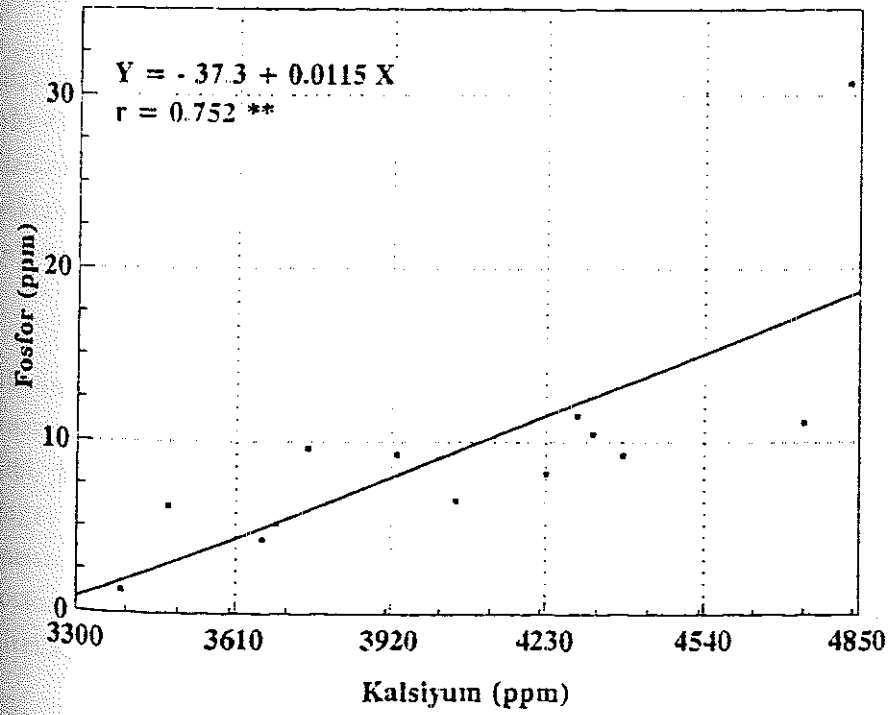
Şekil 4.13. Toprakların Ap horizonundaki değişebilir potasyum ve A2 horizonundaki alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki



Şekil 4.14. Toprakların A2 horizonundaki değişebilir potasyum ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki



Şekil 4.15. Toprakların Ap horizonundaki değişebilir kalsiyum ve alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki



Şekil 4.16. Toprakların Ap horizonundaki değişebilir kalsiyum ve A2 horizonundaki alınabilir fosfor kapsamları arasındaki ilişki

Kovancı ve Kılınc (1977), Kacar (1979), Aydeniz (1981), Aktaş (1991) Özbek vd (1993), toprak çözeltisinde bulunan çeşitli fosfat iyonlarının, pH'nın 7.0'den büyük olduğu ortamlarda kalsiyum ve magnezyum fosfatlarla çözünmeyen bileşikler oluşturarak çökeldiğini ve değişik toprak koşulları altında çözünürlükleri farklı olan bir dizi fosfor bileşikleri oluştuğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, killerin eğer kalsiyum ile doygunlarsa sodyum ve diğer bir değerlikli katyonlarla doygun oldukları duruma göre çok daha fazla fosfor fikse ettiklerini de rapor etmişlerdir. Bu tip fosfat reaksiyonlarının, pH değerinin 6.5'dan biraz aşağıda bulunduğu ortamlarda oluştuğunu, daha bazik reaksiyonlu topraklarda ise di-kalsiyum fosfat bileşiminin doğrudan doğruya çökelti yaparak çözeltiden ayrılabilmesini ve sonuç olarak ortamda kil-kalsiyum fosfat biçiminde bir çökeltmenin oluştuğunu rapor etmişlerdir.

Araştırma topraklarının hem Ap hem de A2 horizonlarında denenen çoklu regresyon işlemleri sonucunda ise topraklardaki alınabilir fosfor konsantrasyonlarının artan kalsiyum miktarına bağlı olarak azaldığı görülmüştür. Örneğin, A2 horizonundaki alınabilir fosfor ile A2 horizonundaki değişebilir kalsiyum ve Ap horizonundaki alınabilir fosfor arasında;

$$P = 14.9 + 0.937 P - 0.00605 Ca, (R^2 = \%75.8).$$

ilişkisi saptanmıştır. Bu iki değişken, alınabilir fosfordaki değişikliğin çok büyük bir kısmını açıklamaktadır. Veriler, araştırma topraklarındaki diğer fiziksel ve kimyasal faktörlerin kalsiyumun fosfor üzerine olan gerçek etkisini maskeleyip düşündürmektedir. Bu yüzden tüm bu faktörleri tek tek değil de, bir bütün içerisinde irdelemek daha yararlı olacaktır.

Bununla beraber, bu ilişki silt-kil-kalsiyum-fosfor ekseninde düşünülecek olursa, 4.1.5.1. numaralı alınabilir fosfor-kil ve 4.1.5.2. numaralı alınabilir fosfor-silt ilişkilerini inceleyen bölümlerde de açıklandığı gibi, bileşimi serbest karbonat olan silt iriligindeki fraksiyondan kile doğru bir parçalanma oluşurken sadece topraktaki fosfor miktarı değil aynı zamanda kalsiyum miktarında da artışlar olacaktır. Bu bakımdan alınabilir fosfor-kil ve alınabilir fosfor-silt ilişkileri bu görüşü destekleyici nitelikler taşımaktadır.

Bunun dışında uzun yıllardır yoğun bir gübreleme programı uygulanan araştırma arazilerinde kalsiyum ve fosforu beraber içeren kompoze gübrelerin kullanılmasının da anılan sonuçları yaratabileceği

düşünülebilir.

4.1.7.3. Fosfor ve magnezyum ilişkisi

Çalışma sonucunda elde edilen alınabilir fosfor ve değişebilir magnezyum analiz değerleri arasında hem Ap hem de A2 horizonlarında önemli bir ilişki bulunamamıştır.

Tisdale ve Nelson, magnezyumun değişebilir katyonlar içerisinde fosfor fiksasyonu açısından kalsiyumdan sonra geldiğini, toprak ortamında pH 7.0'den yukarı çıktığı zamanlarda serbest durumda olan kalsiyum ve magnezyum iyonlarının ve bunların serbest karbonatlarının, fosforla çökelti yaparak ya da karbonatlarının yüzeyinde çökmeye uğrayarak fosforun yararlılığını azalttığını bildirmişlerdir (Güzel 1983).

Toprak örnekleri arasında gerçekleştirilen çoklu regresyon işlemleri sonucunda ise alınabilir fosfor ile değişebilir magnezyum kapsamı arasında zaman zaman önemli ilişkiler bulunmuştur. Örneğin Ap horizonuna ait alınabilir fosfor ile A2 horizonuna ait alınabilir fosfor ve Ap horizonuna ait diğer toprak özellikleri arasında;

$P = 41.8 + 0.666 P - 1.22 \text{ Kireç} + 0.490 \text{ Kil} - 0.271 \text{ Mg}$, ($R^2 = \%92.4$) ilişkisi saptanmıştır. Bu denklemde değişkenler %5'lik önemlilik sınırının içinde yer almış ve magnezyumla beraber alınabilir fosfordaki değişimin önemli bir kısmını açıklamıştır.

Çalışmanın alınabilir fosfor-bünye ve alınabilir fosfor-kalsiyum ilişkilerini irdeleyen 4.1.5. ve 4.1.7.2. numaralı bölümlerinin ışığı altında konuya bakıldığında topraklarda serbest karbonat yapısında olan silt ve kum fraksiyonlarının kil boyutuna indirgenme sürecinde meydana gelen fiziksel parçalanma olayı, topraklarda kil ve kalsiyumla beraber magnezyumun da artmasına neden olabilir. Çünkü bilindiği gibi Scheibler kalsimetresi ile yapılan kireç analizi sadece kalsiyum karbonatın değil aynı zamanda içlerinde magnezyum karbonatın bulunduğu diğer karbonatların da belirlenmesine yönelik bir analizdir ve literatürlerdeki bilgilere göre, magnezyum kalsiyumla beraber topraktaki en büyük serbest karbonatlar grubunu oluşturmaktadır. Görüldüğü gibi, topraklarda ortaya çıkabilecek olan pozitif fosfor-magnezyum ilişkisi olasıdır. Zaten Ap horizonunda yer alan alınabilir fosfor ve değişebilir magnezyum değerleri arasındaki ilişki önemli bulunmamakla beraber gerçekte %5'lik önemlilik sınırı olan $r=0.553^*$ değerine çok yakındır ($r=0.519$). Ayrıca araştırma topraklarının Ap

horizonlarının tamamı, A2 horizonlarının ise %92.3'ü aşırı kireçli bir yapı göstermektedir.

4.1.7.4. Fosfor ve sodyum ilişkisi

Çalışma sonucunda hem Ap hem de A2 horizonunda elde edilen alınabilir fosfor ve değişebilir sodyum değerleri arasında önemli bir ilişki saptanamamıştır.

Özbek (1993), sodyumun humid ıllman iklim bölgelerindeki tarla topraklarında pH 5.0'in üzerinde olduğu sürece değişebilir katyonlar içerisinde fosforun tutulmasına en az etkili katyon olduğunu ve %1'den daha az bir yer tuttuğunu, bunun nedeninin ise toprak kolloidlerine olan zayıf bağlanma özelliği olduğunu bildirmiştir (Özbek 1993). Bu veriler, araştırma topraklarından elde edilen bulgularımızı destekler niteliktedir.

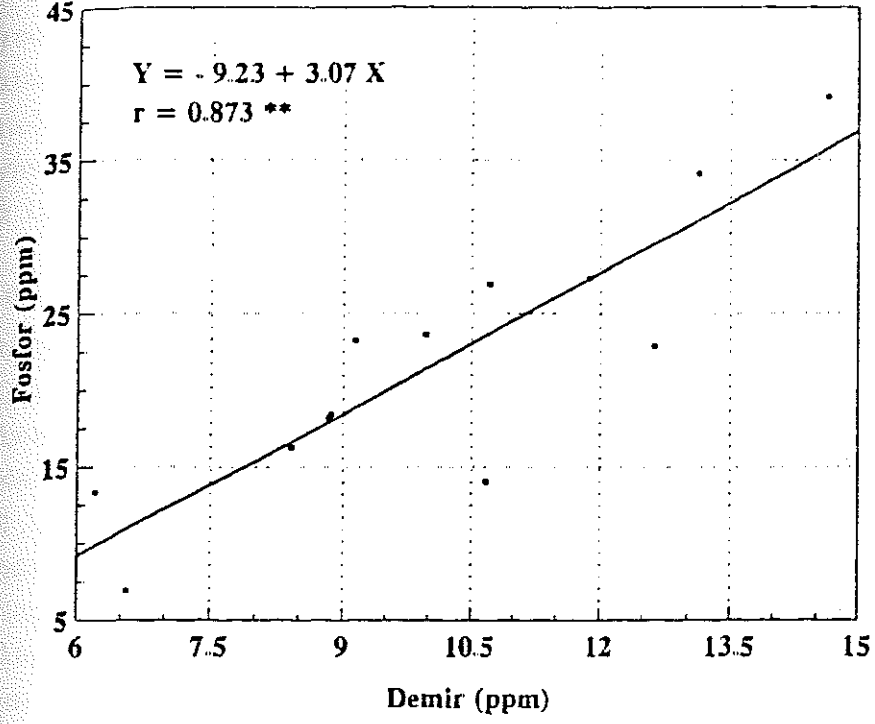
4.1.8. Fosfor ve alınabilir mikro elementler arasındaki ilişkiler

4.1.8.1. Fosfor ve demir ilişkisi

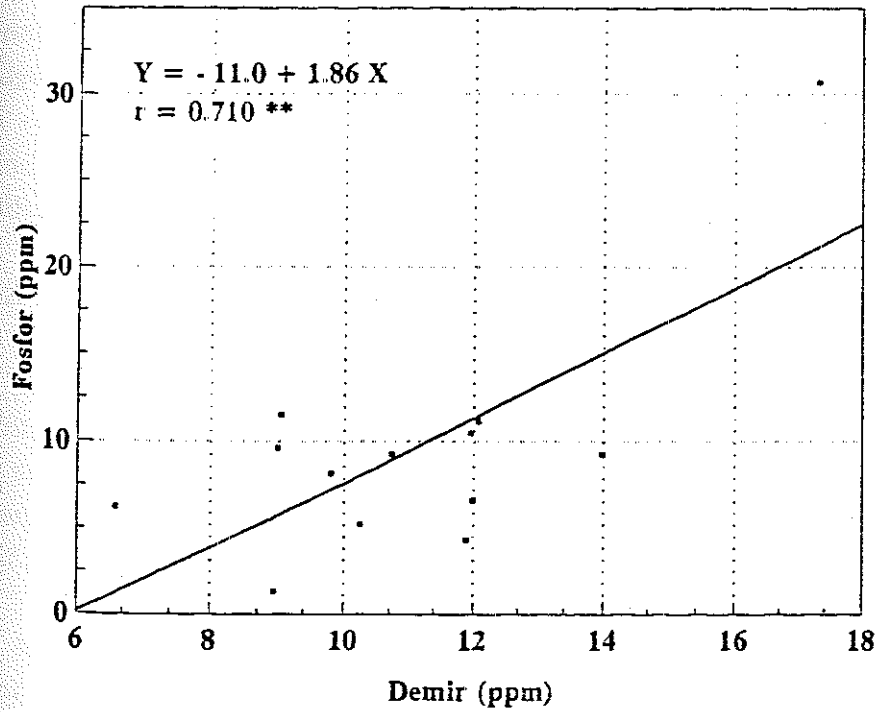
Çalışma sonucunda elde edilen alınabilir fosfor analiz sonuçları ile alınabilir demir analiz sonuçları arasında hem Ap hem de A2 horizonunda %1 düzeyinde önemli ve pozitif yönlü ilişkiler saptanmıştır. Aynı yönde ilişkiler Ap horizonundaki alınabilir fosfor ile A2 horizonundaki alınabilir demir değerleri arasında %1 düzeyinde ve A2 horizonundaki alınabilir fosfor ile Ap horizonundaki alınabilir demir değerleri arasında ise %5 düzeyinde bulunmuştur (Çizelge 3.33. ve Çizelge 3.34.).

Tisdale ve Nelson, topraklarda bulunan çeşitli fosfat iyonlarının asit ortamda demir ve alüminyum iyonları ile birleşip, demir ve alüminyumun çözünmeyen fosfat bileşiklerini oluşturduklarını, toprak pH'sının 5.5 'den yüksek olduğu ortamlarda ise, demir ve alüminyum iyonlarının ve bunların hidros oksitlerinin aktivitelerinin azaldığını bildirmiştir (Güzel 1983).

Smeck ve Runge, serbest kireç içeren alkali toprakların yüzey horizonlarında, atmosfer koşullarının da etkisiyle ayrılarak bağımsız hale gelen demir ve alüminyumun, fosforun immobil duruma gelmesinde etken faktörler olarak, fosfor birikimine yol açmış olabileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu olayın demir ve alüminyum oksitlerin çimentolaştırıcı etkisi sonucu meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Chang ve Jackson ile Bauwin



Şekil 4.17. Toprakların Ap horizonundaki alınabilir demir ve alınabilir fosfor kapsamaları arasındaki ilişki



Şekil 4.18. Toprakların A2 horizonundaki alınabilir demir ve alınabilir fosfor kapsamaları arasındaki ilişki

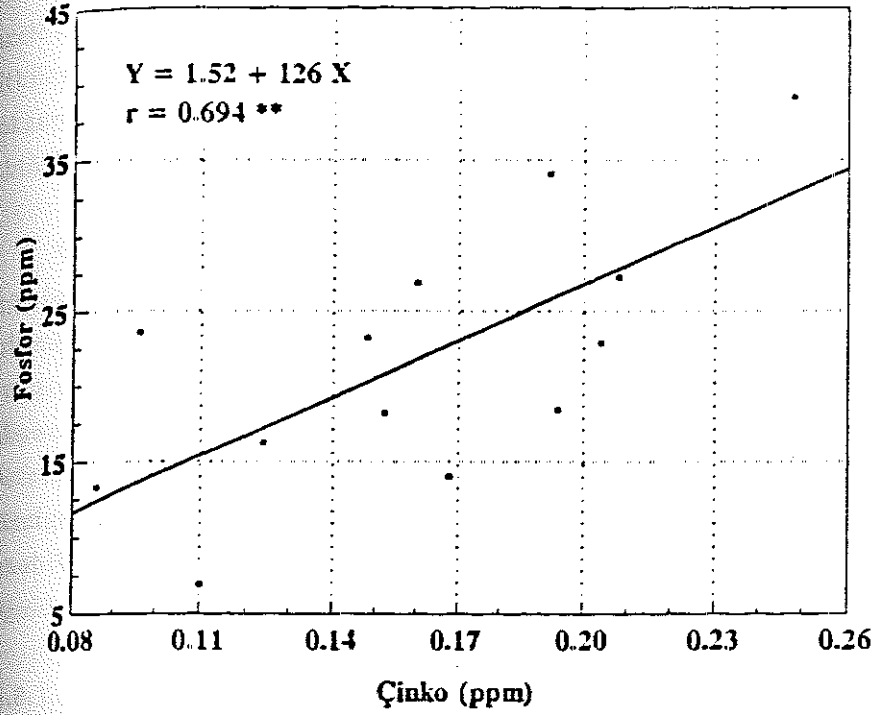
ve Tyner, toprakta stabil formda bulunan ve çözünmesi oldukça güç olan redüktan fosfatları, demir ve alüminyumun oksit ve oksihidratlarının çimentolaştırıcı etkisi sonucunda oluşan konkresyonların içinde ve kil yüzeyinde tutulan, ancak indirgeyici bir ortamda çözünebilen fosfatlar olarak tanımlamışlardır (Güzel 1979).

Güzel (1979), serbest karbonatların bulunduğu ortamlarda toprak fosforunun yoğun bir şekilde kalsiyum fosfatlara dönüşmesinin ortam pH'sı 8.0'in üzerine çıktığında gerçekleştiğini, bunun dışında toprak fraksiyonlarındaki Al-P, Fe-P ve Red-P miktarlarının yüzeyde en fazla olup derinlikle azalırken Ca-P'nin ise artış gösterdiğini rapor etmiştir (Güzel 1979). Araştırma topraklarında da hem pH değerleri 6.95 ile 8.74 arasında değişmektedir (Çizelge 3.3.), hem de analizlerde kullanılan toprak örnekleri yüzey horizonlarından alınmıştır. Bu da ortamda Ca-P bileşiklerinin büyük bir olasılıkla Red-P bileşikleriyle beraber bulunmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak ortamda bitkiler tarafından alınabilir demir ve fosfor iyonları beraber azalmakta ve böylece araştırmada elde edilen pozitif doğrusal ilişki oluşmaktadır. Bunlara ek olarak araştırmanın alınabilir fosfor-pH ilişkisini inceleyen 4.1.2. numaralı bölümünde de belirtildiği gibi, tek başına ele alındığında topraktaki alınabilir fosfor ile önemli ilişki vermeyen pH, hem Ap ve hem de A2 horizonlarında demir ile birlikte toprakların alınabilir fosfor fraksiyonundaki değişikliğin önemli bir kısmını açıklayabilmektedir. Bu çoklu regresyon denemeleri ile birlikte topraklardaki alınabilir fosfor üzerine pH'nın negatif etkisi belirginleşirken, demir ise beklentiler doğrultusunda pozitif yönlü bir ilişki vermektedir.

4.1.3.2. Fosfor ve çinko ilişkisi

Çalışma sonucunda hem Ap hem de A2 horizonlarında elde edilen alınabilir fosfor ve alınabilir çinko analiz değerleri arasında önemli bir ilişki saptanamamıştır. Yalnızca Ap horizonundaki alınabilir fosfor ile A2 horizonundaki alınabilir çinko değerleri arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir (Çizelge 3.33.).

Mengel ve Kirkby (1987), çinkonun hem minerallerin kristal yapılarında, hem de kil mineralleri ve organik maddenin iyon değişimi bölgelerinde veya katı yüzeylerde adsorbe edilmiş olarak bulunduğunu, Zn^{2+} , $ZnOH^+$ veya $ZnCl^+$ olarak adsorbe edildiğini ve aynı zamanda oktahedral katmanlarda normal olarak Al^{+3} iyonu tarafından işgal edilen



Şekil 4.19. Toprakların A2 horizonundaki alınabilir çinko ve Ap horizonundaki alınabilir fosfor kapsamaları arasındaki ilişki

boşluklara girerek ekstrakte edilemeyen bir duruma dönüşebildiğini bildirmişlerdir. Grimme, goethite tarafından tutulan çinkonun adsorbsiyon yoğunluğunun, pH'nın yükselmesi ile arttığını ve bu nedenle de anılan elementin hareketliliğinin, nötr ve alkalin tepkimeli topraklarda özellikle sınırlı olduğunu rapor etmiştir. Dixon vd (1977), topraklarda pH>7 olduğu durumlarda çinko adsorbsiyonunun arttığını bildirmişlerdir. Olsen ise, çinkonun çözünürlüğünün özellikle kalsiyum karbonat içeren yüksek pH'lı topraklarda çok düşük olduğunu ve bitkilere sağlanan yüksek fosfor düzeylerinin bitkilerde çinko noksanlığına yol açtığını belirtmiştir. Çinko ve demir arasındaki bu karşılıklı etkinin varlığı Warnock tarafından da gözlenmiştir. Araştırmacı, fosforun yol açtığı çinko noksanlığında, mısır bitkilerinin yüksek düzeylerde demir ve daha az olmak koşuluyla mangan biriktirdiklerini saptamış, çinko noksanlığı gösteren bitkilerin fizyolojik olarak kötü beslenmesine aşırı demir düzeyinin engelleyici bir etken olarak katkıda bulunduğunu bildirmiştir (Özbek vd. 1994).

Literatürlerde toprakların fosfor ve çinko kapsamaları arasındaki etkileşimlere, toprak fosforu ile çinko arasındaki karşılıklı ilişkiden çok çinkonun bitkiler tarafından alınımı üzerine toprak fosforunun etkilerini

inceleyen bir yaklaşımda bakılmıştır. Çeşitli araştırmacılara göre, bitkilere sağlanan yüksek fosfor düzeylerinin, bitkilerde çinko noksanlığına yol açtığı bir gerçektir. Ancak bu noksanlık bitkisel faktörlerden ileri gelmektedir.

Genel anlamda çinkonun, kil mineralleri ve organik maddenin iyon değişimi bölgelerinde ya da katı yüzeylerde adsorbe edilmiş olarak bulunduğunu ve pH'nın yükselmesine paralel olarak adsorpsiyonunun arttığını söyleyebiliriz. Zaten yüksek pH'lı ve killi topraklar içeren çalışma arazisinin tamamında da çinko kapsamı herhangi bir varyasyon göstermeksizin sınır değerlerine göre "düşük" seviyelerde bulunmuştur (Çizelge 3.28.). Bu bakımdan araştırma topraklarındaki alınabilir fosfor ile alınabilir çinko kapsamı arasında önemli ilişkilerin saptanamaması doğaldır.

4.1.8.3. Fosfor ve mangan ilişkisi

Araştırmada hem Ap hem de A2 horizonlarında elde edilen alınabilir fosfor ve değişebilir mangan değerleri arasında önemli bir ilişki saptanamamıştır.

Lindsay, her birim pH artışı için çözünebilir iki değerlikli mangan iyonu konsantrasyonunun 100 kez azaldığını vurgulamış ve yüksek pH koşulları altında manganın elverişliliğinin bitki gereksinimini karşılamaya yeterli olmayacağını bildirmiştir. Page'in deneysel bulguları, pH'daki artışın, manganın bitkilere yararlılığını azalttığını, buna karşın mangan-toprak organik maddesi komplekslerinin oluşumunu ise arttırdığını göstermiştir. Jones ise mangan oksidasyonunu etkileyen mikrobiyal aktivitenin pH'ya bağımlı bir süreç olduğunu ve yaklaşık olarak pH 7.0 düzeyinde maksimuma ulaştığını rapor etmiştir. Sommers ve Shive ise kimyasal davranışı yönünden manganın hem kalsiyum ve magnezyum gibi alkali toprak metallerinin ve hem de çinko ve demir gibi ağır metallerin özelliklerini gösterdiğini, bu nedenle manganın topraktaki durumu ile bitkilerce alınma ve taşınmasında, söz konusu iyonların etkili olmasının mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar kalkerli ana materyalden oluşan alüvyal ve bataklık toprakların mangan noksanlığına eğilimli olduğunu ve bu tip topraklarda bitkiler tarafından alınan mangan miktarının yüksek düzeylerdeki yararlı demir, bakır ve çinko tarafından arttırılabildiğini bildirmişlerdir (Özbek vd. 1994).

Görüldüğü gibi mangan, kalkerli ana materyallerden oluşan yüksek pH'lı ve kil bünyeli topraklarda hızla yarayışsız formlara dönüşmekte ve bu durum söz konusu elementin fosfor da dahil olmak üzere diğer toprak özellikleri ile olan ilişkilerini sınırlandırmaktadır.

4.1.3.4. Fosfor ve bakır ilişkisi

Çalışma sonucunda hem Ap hem de A2 horizonlarından elde edilen alınabilir fosfor ve alınabilir bakır değerleri arasında önemli bir ilişki saptanamamıştır.

Grimme, başka katyonlarla karşılaştırıldığında bakırın inorganik iyon değişim bölgelerinde çok sıkı bir şekilde tutulduğunu, sadece Cu^{+2} ve $CuOH^+$ iyonları için katyon değişiminin söz konusu olduğunu ve bu değişimin gerçekleştirilmesinde H^+ 'in en etkili iyon izlenimini verdiğini bildirmiştir. Araştırmacı, kireçleme ile toprak pH'sı arttırıldığında bakırın elverişliliğinin düştüğünü, kireçli toprakların toprak çözeltisinde bakır konsantrasyonunun genellikle çok düşük olduğunu rapor etmiştir. Araştırmacı toprak çözeltisinin bakır konsantrasyonunun, bakırın toprak parçacıklarına olan adsorbsiyonuna bağlı olduğunu, toprak çözeltisinde bulunan bakırın %98'inden fazlasının ise organik madde ile kompleks oluşturmuş biçimde bulunduğunu belirtmiştir (Mengel ve Kirkby 1987).

Görüldüğü gibi bakır, toprakta hemen tamamen iki değerlikli olarak bulunmakta ve toprak bakırının en büyük dilimi, genellikle birincil ve ikincil minerallerin kristal kafes yapılarında yer almakta ya da organik bileşiklerle çok güçlü kompleksler oluşturmaktadır. Dolayısı ile hemen tamamı zaten adsorbe edilmiş olarak bulunan bakırın, fosfor ile güçlü bir ilişki vermesi beklenilmemelidir.

4.2. Sonuç ve Öneriler

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, araştırmada ele alınan toprakların alınabilir fosfor kapsamalarının özellikle toprakların kireç, toplam eriyebilir tuz, kil, silt, organik madde, toplam azot, değişebilir kalsiyum, değişebilir magnezyum, değişebilir potasyum, alınabilir demir, alınabilir çinko ve pH ile önemli; kum, değişebilir sodyum, alınabilir mangan ve alınabilir bakırla ise önemsiz ilişkiler gösterdiği belirlenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, araştırma topraklarının alınabilir fosfor kapsamı bakımından herhangi bir sorunları bulunmamaktadır. Toprakların %61.5'i yeterli, %30.8'i ise orta seviyede alınabilir fosfor içermektedir.

İlk iki horizontdaki toprakların %96.2'si aşırı kireçli ve %65.4'ü ise alkali karakterli bir yapı göstermektedir. Bu nedenle araştırma arazisinde toprakların kalsiyum içeriğini arttıracak uygulamalardan kaçınılmalıdır.

Araştırma alanındaki mevcut iklim, bitki örtüsü ve tarım pratikleri nedeniyle organik madde kapsamı açısından toprakların %61.5'i az, %38.5'i ise fakir bir karakter göstermektedir. İyi bir azot ve organik fosfor kaynağı olan toprak organik maddesinin arttırılmasına yönelik önlemler hem bu iki bitki besin elementinin arttırılması hem de toprakların fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi açısından yararlı olacaktır. Toplam azot içeriği bakımından, araştırma topraklarının %38.5'i yeterli, %38.5'i ise yüksek sınıfında yer almaktadır.

Toplam eriyebilir tuz değerleri açısından toprakların tamamı "tuzsuz" sınıfında yer almışlardır. Dolayısıyla istasyon topraklarında herhangi bir tuzluluk sorunu bulunmamaktadır.

Kil, araştırma topraklarında hakim tekstür grubunu oluşturmaktadır. Silt ve kum ise daha düşük seviyelerde bulunmaktadır. Bu da kil fraksiyonunun topraklardaki alınabilir fosforu fikse etmesi açısından belirli bir risk yaratmaktadır.

Araştırma toprakları değişebilir kationlar açısından değerlendirildiğinde, toprakların değişebilir potasyum açısından düşükten çok yükseğe kadar değişen oranları bir arada içerdiği, değişebilir sodyum değerlerinin %57.69'unun çok düşük, değişebilir kalsiyum değerlerinin

tamamının orta, değişebilir magnezyum değerlerinin tamamının ise yeterli seviyesinde bulunduğu görülmektedir. Yüksek pH'ya sahip araştırma topraklarında, alınabilir fosforun kalsiyum ve magnezyum fosfatlar Şeklindeki fiksasyonunu azaltabilmek için bu iki değişebilir katyonun artmasına neden olabilecek uygulamalardan kaçınılmalıdır.

Topraklardaki mikro bitki besinleri ise çinko dışında yeterli seviyelerde bulunmaktadır. Bu nedenle yapılacak mikro element gbrelemelerinde toprakların yüksek fosfor kapsamları da dikkate alınarak çinko gübrelemesine zen gösterilmelidir.

5. ÖZET

Bu araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne araştırma ve uygulama çiftliği olarak tahsis edilen alanı da kapsayan Antalya-Aksu pamuk Üretme İstasyonu topraklarının alınabilir fosfor kapsamı ile önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri saptamak amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla, istasyon arazilerinde daha önce yapılan toprak etüt çalışmaları ile belirlenmiş bulunan en geniş alana sahip altı toprak serisinden, Ap ve A2 horizonlarının derinlikleri gözetilerek verimlilik örnekleri alınmıştır. Toprakların alınabilir fosfor kapsamının belirlenmesinde Olsen ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş bulunan ve ekstrakt eriyiği 0.5 M NaHCO₃ olan metot kullanılmıştır. Araziden alınan verimlilik örnekleri hava kuru hale getirilerek 2mm'lik elekten geçirilmiş, kimyasal ve fiziksel özellikleri laboratuvar çalışmaları ile belirlenmiştir. Toprakların alınabilir fosfor kapsamı ile diğer fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri saptamak amacıyla, analiz sonuçlarına korelasyon, doğrusal ve çoklu regresyon istatistik metotları uygulanmıştır.

Elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilir.

Toprakların alınabilir fosfor kapsamının, Ap horizonunda 6.91-39.11 ppm, A2 horizonunda ise 1.31-30.67 ppm arasında değiştiği, bu değerlere göre araştırma topraklarının %7.7'sinin düşük, %30.8'inin orta ve %61.5'inin ise yeterli seviyede alınabilir fosfor kapsadığı belirlenmiştir.

Toprakların %kireç içeriklerinin Ap horizonunda %21.52-30.96, A2 horizonunda ise %18.83-31.50 değerleri arasında değiştiği, %3.8'inin çok yüksek, %96.2'sinin ise aşırı derecede kireçli bir yapıda olduğu saptanmıştır.

Toprakların pH değerlerinin Ap horizonunda 6.95-8.43, A2 horizonunda ise 7.57-8.74 arasında değiştiği, araştırma topraklarının %3.8'inin nötr karakter göstermesine karşılık, %23.1'inin hafif alkali, %65.4'ünün alkali ve %7.7'sinin ise kuvvetli alkali olduğu belirlenmiştir.

Toprakların organik madde içeriklerinin Ap horizonunda %1.7-3.4, A2 horizonunda ise %1.2-3.1 değerleri arasında değiştiği, toprakların %38.5'inin humusca fakir olmasına karşılık, %61.5'inin az humuslu sınıfa girdiği

saptanmıştır.

Toprakların eriyebilir toplam tuz kapsamalarının Ap horizonunda %0.0159-0.0424, A2 horizonunda ise %0.0153-0.0328 değerleri arasında değiştiği, bu değerlere göre toprak örneklerinin tamamının tuzsuz sınıfında yer aldığı görülmüştür.

Toprakların kil içeriklerinin, Ap horizonunda %23.16-49.16, A2 horizonunda %23.16-50.16 değerleri arasında; silt içeriklerinin Ap horizonunda %25-49, A2 horizonunda %26-53 değerleri arasında; kum içeriklerinin ise Ap horizonunda %13.84-37.68, A2 horizonunda da %13.84-33.84 değerleri arasında değiştiği ve toprakların %61.5'inin tekstür sınıfının kil olduğu saptanmıştır.

Toprakların toplam azot kapsamalarının, Ap horizonunda %0.102-0.192, A2 horizonunda ise %0.067-0.186 arasında değiştiği, toprak örneklerinin %3.8'inin çok fakir, %7.7'sinin fakir, %11.5'inin orta, %38.5'inin iyi ve %38.5'inin ise çok iyi düzeyde total azot kapsadığı belirlenmiştir.

Toprakların değişebilir katyon içeriklerine bakıldığında, potasyum kapsamalarının Ap horizonunda 0.508-1.09 me/100g, A2 horizonunda ise 0.289-0.793 me/100g toprak değerleri arasında değiştiği, toprak örneklerinin %11.5'inin değişebilir potasyum bakımından düşük %30.8'inin orta, %19.2'sinin iyi, %23.1'inin yüksek ve %15.4'ünün ise çok yüksek sınıfında yer aldığı; kalsiyum kapsamalarının Ap horizonunda 8.47-12.07 me/100g, A2 horizonunda ise 8.92-13.65 me/100g toprak değerleri arasında değiştiği, toprak örneklerinin tamamının değişebilir kalsiyum bakımından orta seviyesinde bulunduğu; magnezyum kapsamalarının Ap horizonunda 1.28-3.19 me/100g, A2 horizonunda ise 1.23-4.28 me/100g toprak değerleri arasında değiştiği, toprak örneklerinin tamamının değişebilir magnezyum ierici bakımından yeterli sınıfında yer aldığı; sodyum kapsamalarının ise Ap horizonunda 20.5-97.2 ppm, A2 horizonunda 20.0-248.6 ppm değerleri arasında değiştiği, toprak örneklerinin %57.69'unun çok düşük, %26.92'sinin düşük, %11.55'inin orta ve %3.84'ünün ise yüksek düzeyde değişebilir sodyum içerdiği saptanmıştır.

Topraklar alınabilir mikro element kapsamaları açısından değerlendirildiğinde, demir kapsamalarının Ap horizonunda 6.21-14.64 ppm, A2 horizonunda 6.59-17.29 ppm değerleri arasında değiştiği, toprak örneklerinin tamamının alınabilir demir kapsamaları açısından yeterli

sınıfında bulunduğu; çinko kapsamının Ap horizonunda 0.118-0.286 ppm, A2 horizonunda 0.086-0.248 ppm değerleri arasında değiştiği, toprak örneklerinin tamamının alınabilir çinko bakımından düşük sınıfında yer aldığı; mangan kapsamının Ap horizonunda 3.296-6.126 ppm, A2 horizonunda 3.098-5.008 ppm değerleri arasında değiştiği, toprak örneklerinin tamamının alınabilir mangan bakımından yeterli sınıfında yer aldığı; bakır kapsamının ise Ap horizonunda 1.06-2.79 ppm, A2 horizonunda ise 1.10-3.09 ppm değerleri arasında değiştiği ve toprak örneklerinin tamamının alınabilir bakır açısından yeterli sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, araştırmada ele alınan toprakların alınabilir fosfor kapsamının özellikle toprakların kireç, toplam eriyebilir tuz, kil, silt, organik madde, toplam azot, değişebilir potasyum, değişebilir kalsiyum, değişebilir magnezyum, alınabilir demir, alınabilir çinko ve pH ile önemli; kum, değişebilir sodyum, alınabilir mangan ve alınabilir bakırla ise önemsiz ilişkiler gösterdiği belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, çalışmada ele alınan toprakların alınabilir fosfor kapsamı bakımından herhangi bir sorunları bulunmamaktadır. Yapılan analizler sonucunda kimi topraklarda elde edilen yüksek alınabilir fosfor değerleri, bu topraklarda kullanılan fosforlu gübrelerin bir kısmının bitkilerce kullanılmayarak bir sonraki yıla kaldığını ve dolayısıyla topraklarda bir fosfor birikiminin meydana geldiğini düşündürmektedir.

Araştırma arazilerinin yüksek pH ve kireç içerikleri nedeniyle yapılacak gübrelemelerde bu iki toprak özelliğinin artmasına neden olabilecek uygulamalardan kaçınılmalıdır.

Mevcut iklim, bitki örtüsü ve tarım pratikleri nedeniyle toprakların organik madde kapsamı hızla düşmektedir. Bu nedenlerle, toprak organik maddesinin arttırılmasına yönelik olarak alınacak önlemler, toprakların organik madde ve azot kapsamını arttıracığı gibi, toprakların fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi açısından da yararlı olacaktır.

Araştırma topraklarında herhangi bir tuzluluk sorununa rastlanmamıştır. pH'sı yüksek olan topraklarda, alınabilir fosforun kalsiyum ve magnezyum fosfatlar şeklindeki fiksasyonunu azaltabilmek için

bu iki değişebilir katyonun artmasına neden olabilecek uygulamalardan kaçınılmalıdır.

Topraklardaki mikro bitki besinleri ise ınko dışında yeterli seviyelerde bulunmaktadır. Bu nedenle yapılacak mikro element gbrelemelerinde toprakların yüksek fosfor kapsamı da dikkate alınarak ınko gbrelemesine zen gsterilmelidir.

6. SUMMARY

This study, was conducted to determine the relationships between available phosphorus contents and important physical and chemical properties of Antalya-Aksu Cotton Production Station soils.

For this purpose, productivity samples were taken from Ap and A2 horizons of six soil series which contains largest area in the station land. Series and horizon depts were determined by the works made before sampling. The method developed by Olsen et al was used in determination of available phosphorus contents of soils. The physical and chemical properties of soils were determined by laboratory studies in order to determine the relationships between available phosphorus contents and other physical and chemical soil properties. The correlation, linear and multiple regression analyzes were done.

The results can be summarized as follows.

The available phosphorus contents of soils varied between 6.91-39.11 ppm in Ap horizon and 1.61-30.67 ppm in A2 horizon. While the 7.7% of the soils contain low level available phosphorus, the 30.8% of the soils contains medium level available phosphorus and the 61.5% of the soils contain enough level available phosphorus.

The lime contents of the soils varied between 21.52-30.96% in Ap horizon and 18.83-31.50% in A2 horizon. The 3.8% of the soils were high limely and the 96.2% of the soils were excess limely.

The pH values of the soils varied between 6.95-8.43 in Ap horizon and between 7.57-8.74 in A2 horizon. This results showed that 3.8%, 23.1%, 65.4% and 7.7% of the soils were neutral, low alkali, alkali and heavy alkali, respectively.

The amount of organic matter of the soils varied from 1.7-3.4% in Ap horizon and from 1.2-3.1% in A2 horizon. The 38.5% of the samples were in poor class.

The amounts of total soluble salt contents of the soils varied changed between 0.0159-0.0424% in Ap horizon and between 0.0153-0.0328% in A2 horizon. All of soil samples were in unsalted class.

The amounts of clay, silt and sand in Ap and A2 horizon were between 23.16-49.16% and 23.16-50.16%, 25-49% and 26-53%, 13.84-37.68% and 13.84-33.84%, respectively. The 61.5% of the soil texture was clay.

Total nitrogen amounts of the soils varied between 0.102-0.192% in Ap horizon and between 0.067-0.0186% in A2 horizon. The 3.8%, 7.7%, 11.5%, 38.5% and 38.5% of the soil samples were very poor, poor, medium, fine and very fine according to the total nitrogen contents, respectively.

The amounts of exchangeable potassium contents of the soils were between 0.508-1.09 me/100g in Ap horizon and between 0.289-0.793 me/100g in A2 horizon. The 11.5%, 30.8%, 19.2%, 23.1% and 15.4% of the soil samples were low, medium, fine, high and very high according to the exchangeable potassium, respectively.

The amounts of exchangeable calcium contents of the soil were between 8.47-12.07 me/100g in Ap horizon and between 8.92-13.65 me/100g in A2 horizon. The exchangeable calcium contents of the soils were medium level.

The amounts of exchangeable magnesium contents of the soils, were between 8.47-12.07 me/100g in Ap horizon and between 8.92-13.65 me/100g in A2 horizon. The exchangeable calcium contents of the soils were medium level.

The amounts of exchangeable magnesium contents of the soils were between 1.28-3.19 me/100g in Ap horizon and between 1.23-4.28 me/100g in A2 horizon. The exchangeable magnesium contents of the soils were enough level.

The amounts of exchangeable sodium contents of the soils were between 20.5-97.2 ppm in Ap horizon and between 20.0-248.6 ppm in A2 horizon. The 57.69%, 26.92%, 11.55% and 3.84% of the soil samples very low, low, medium and high level exchangeable sodium, respectively.

The amounts of available iron contents of the soils were between 6.21-14.64 ppm in Ap horizon and between 6.59-17.29 ppm in A2 horizon. The available iron contents of the soils were fine level.

The amounts of available zinc contents of the soils were between 0.118-0.236 ppm in Ap horizon and between 0.086-0.248 ppm in A2 horizon. The available zinc contents of the soils were enough level.

The amounts of available manganese contents of the soils were between 3.296-6.126 ppm in Ap horizon and between 3.098-5.008 ppm in A2 horizon. The available manganese contents of the soils were enough level.

The amounts of available copper contents of the soils were between 1.06-2.79 ppm in Ap horizon and between 1.10-3.09 ppm in A2 horizon. The available copper contents of the soils were enough level.

While the relationships between available phosphorus contents of the soils and lime, total soluble salt, clay, loam, organic matter, total nitrogen, exchangeable calcium, magnesium and potassium, available iron and zinc and pH were significant; the relationships between available phosphorus contents and sand, exchangeable sodium, available copper were nonsignificant.

According to the results; soil samples had sufficient available phosphorus content. Analysis results were revealed phosphorus accumulation in those soils because of some phosphorus from the plants were not taken in. Regional soils studied contained high lime concentration and were alkaline, so processes should be avoided which would increase those soil properties. Because of present climate, vegetation and agricultural processes, organic matter contents of the soils were rapidly declined. Preventions taken to increase organic matter content will not only increase nitrogen and organic matter concentrations but also support the physical conditions. There isn't any salinity problem in the study soils. Among those alkaline soils to decrease fixation of available phosphorus as calciumphosphate and magnesiumphosphates, processes increasing these two cation's content should be avoided. Other trace elements except zinc were sufficient in the study soils. During fertilization, amounts of zinc to be given must be controlled proportional to high or low phosphorus contents.

7. KAYNAKLAR

- AKSOY, T. 1967. Trakya bölgesi topraklarının fosfor durumu ve bu bölge topraklarının fosfor ihtiyaçlarının tayininde kullanılacak metodlar üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, A.Ü.Z.F. Toprak Bölümü. Ankara.
- AKTAŞ, M. 1991. Bitki besleme ve toprak verimliliği. A.Ü.Z.F. Yayınları: 1202, No. 347, Ankara.
- ANONİM, 1983. Antalya ili verimlilik envanteri ve gübre ihtiyaç raporu. Toprak Etüdüleri ve Haritalama Dairesi Bşk., TOVEP Yayın No:08, Genel Yayın No. 736, Ankara.
- ANONİM, 1992. Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu müdürlüğü brifing dosyası. 1991 yılı çalışmaları ve 1992 yılı programı, Antalya.
- AYDENİZ, A. 1981. Fosforlu gübrenin yararlılığı. VI. Kirecin etkisi. A.Ü.Z.F. Yıllığı 29 (2-3-4):605-637.
- AYDENİZ, A. 1980 a. Fosfor ölçümünde toprak-çözücü oranı ve çalkalama süresi. A.Ü.Z.F. Yıllığı, 30(3-4):578-589. Ankara.
- AYDENİZ, A. 1980 b. Organik kökenli kireç-fosfor ilişkileri. A.Ü.Z.F. Yıllığı, 30(3-4):552-563. Ankara.
- AYDENİZ, A. 1980 c. Güneydoğu Anadolu topraklarının fosfor düzenleri. 2. Çözücülerle ölçülen fosfor miktarları. A.Ü.Z.F. Yıllığı, 30(3-4):521-535. Ankara.
- AYDENİZ, A. 1979 a. Profil derinliği-fosfor ilişkileri. A.Ü.Z.F. Yıllığı. 29(1):358-380. Ankara.
- AYDENİZ, A. 1979 b. Fosforlu gübrenin yararlılığı. 3. Gübreleme düzeyinin etkisi. A.Ü.Z.F. Yıllığı, 29(2-3-4):516-544. Ankara.
- AYDENİZ, A. 1979 c. Fosforlu gübrenin yararlılığı. 6. Kirecin etkisi. A.Ü.Z.F. Yıllığı, 29(2.3.4):605-637. Ankara.

- AYDENİZ, A. 1979 d. Fosforlu gübrenin yararlılığı. 7. Kilin etkisi. A.Ü.Z.F. Yıllığı, 29(2-3-4):638-658. Ankara.
- AYDENİZ, A. 1973. Toprağın fosfor ihtiyacının tayininde kullanılacak yeni bir biyolojik metot. A.Ü.Z.F. Yayınları, 517:172, Ankara.
- AYDENİZ, A. 1970 a. CaCO₃-fosfor ilişkileri. 1. Kalsiyum karbonatın fosforun tutunmasındaki rolü, A.Ü.Z.F. Yayınları, 18(3-4):484-514, Ankara.
- AYDENİZ, A. 1970 b. CaCO₃-fosfor ilişkileri. 2. Fosfor analizinde kullanılan çözücülere kirecin etkisi. A.Ü.Z.F. Yayınları, 19(3):382-405, Ankara.
- AYDENİZ, A. 1970 c. Influence on the effect of zinc on P and K contents and uptakes of corn plant. A.Ü.Z.F. Yıllığı, :20-40, Ankara.
- AYDENİZ, A. ve TANJU, Ö. 1970. Profil derinliğinin toprağın azot, fosfor ve kireç kapsamı üzerine etkisi. A.Ü.Z.F. Yıllığı, 20:180-201, Ankara.
- BLACK, C.A. 1957. Soil-plant relationships. John Wiley And Sons Inc., New York.
- BLACK, C.A. 1965. Methods of soil analysis. Part 2, Amer. Soc of Agronomy Inc., Publisher, Madison, Wisconsin, U.S.A., 1372-1376.
- BOUYOUCOS, G.J. 1955. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. Agronomy Journal, 4(9):434.
- BRAR, S.P.S. and COX, F.R. 1991. Phosphorus sorption and availability indices as affected by properties of calcereous soils. Commun. in Soil Sci. Plant Anal., 22(11-12), 1225-1241.
- CHAND, T., TOMAR, N.K., SINGH, J.P. 1991. Effect of soil properties on the forms of inorganic phosphorus in alkaline-calcereous soils of different agroclimatic zones. Arid Soil Research and Rehabilitation, Haryana Agr. Uni.-Dept. of Soil. 5(3):199-210, 12 ref.

- CHANG, C.S. 1978. Evaluation of the fertility of the rice soils. In Soils and Rice, p. 561-580. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Manila.
- CHANG, C.S. 1965. Phosphorus and potassium test of rice soils. In The Mineral Nutrition of Rice Plant, p. 383-384. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Manila.
- CURTIN, D., SELLES, F. and STEPPUHN, H. 1992. Influence of salt concentration and sodicity on the solubility of phosphate in soils. Soil Science, 153(5):409-416.
- ÇAGLAR, K.Ö. 1949. Toprak Bilgisi. A.Ü.Z.F. Yayınları, No.10. Ankara.
- DAY, L.D., COLLINS, M.E. and WASHER, N.E. 1987. Landscape position and particle-size effects on soil phosphorus distributions. Soil Sci. Soc. Ame. J. 51:1547-1553.
- DIXON, J.B., WEED, S.B., KITTRICK, J.A., MILFORD, M.H. and WHITE, J.L. 1977. Minerals in Soil Environments. Published by Soil Science Society of America Madison, Wisconsin USA.
- EDWARDS, A.C. 1993. Phosphorus in agriculture. Factors influencing plant availability of P from acid soils. C.A.B. Abstract, 3.
- ESPEJO, R. and COX, F.R. 1992. Factors affecting phosphorus sorption in Paleixerults of western Spain. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 23(3-4):389-398.
- EVLIYA, H. 1964. Kültür bitkilerinin beslenmesi. A.Ü.Z.F. Yayınları No. 10, Ankara.
- FROSSARD, E., FELLER, C., TIESSEN, H., STEWART, J.W.B., FARDEAU, J.C. and MOREL, J.L. 1993. Can an isotopic method allow for the determination of the phosphate-fixing capacity of soils? Commun. Soil Sci. Anal., 24(5-6):367-377.
- FROSSARD, E., FARDEAU, L.C., OGNALAGA, M. and MOREL, J.L. 1992. Influences of agricultural practices, soil properties and parent material on the phosphate buffering capacity of cultivated soils developed in temperate climates. Eur. J. Agron., 1(1):45-50.

- FROSSARD, E., BROSSARD, M., FELLER, C. and ROULLIER, J. 1992. Phosphate fixing capacity of some low activity clay soils. *Can. J. Soil Sci.*, 72:135-143.
- GÜZEL, N., 1983. Toprak verimliliği ve gübreler. (Samuel L. Tisdale ve Werner L. Nelson'dan çeviri.) Ç.Ü.Z.F., Yayın No.168, Adana.
- GÜZEL, N. 1979. Bazı büyük toprak gruplarında total ve organik fosfatlar ile inorganik fosfat bileşiklerinin profil içinde ve toprak fraksiyonları arasında pedogenetik dağılımı. *Toprak İlimi Derneği* 7. ve 8. Bilimsel Toplantı Tebliği, Yayın No.3.
- GOSWAMI, N.N. and BANERJEE, N.K. 1978. Phosphorus and potassium and other micronutrient. In *Soils and Rice*, p. 561-580. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Manila.
- HARRISON, A.F. 1985. Effects of environment and management on phosphorus cycling in terestial ecosystem. *Journal of Environmental Management*, 20:163-179.
- HAYNES, R.J. 1982. Effects of liming on phosphate availability in acid soils. *Plant and Soil*. 68(3):289-308.
- JACKSON, G.D., KUSHNAK, G.D., CARLSON, G.R., WICHMAN, D.M. and JACOBSEN, J.S. 1991. Correlation of the Olsen phosphorus soil test. Winter wheat respons. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 22(9-10):907-918.
- JACKSON, M.L. 1967. *Soil chemical analysis*. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi, India
- KACAR, B. 1962. *Plant and soil analysis*. Uni. of Nebraska College of Agr., Dept. of Agronomy. Lincoln, Nebraska, U.S.A.
- KACAR, B. 1970. Fosforun fraksiyonlarına ayrılması ve Çukurova topraklarında değişik metodlarla tayin edilen bitki tarafından faydalanılabilir haldeki fosfor ile fosfor reaksiyonları arasındaki ilişki. *A.Ü.Z.F. Yıllığı*, 20(4)'den ayrı basım, Ankara.

- KACAR, B. 1995. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. 3. Toprak analizleri, A.Ü.Z.F. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No. 3, Ankara.
- KACAR, B. 1979. Bitkilerde fosforun metabolizması ve işlevleri. A.Ü.Z.F. Yayınları. No.701, Ankara.
- KELLOGG, C.E. 1952. Our garden soils. The Macmillan Company, N.Y., U.S.A.
- KHANNA, P.K., RAISON, R.J., FALKNER, R.A., WILLETT, I.R. and CONNELL, M.J. 1992. Effects of N-P-K fertilisation on chemistry of a yellow podzolic soil under *Pinus radiata*. *Forest Ecology and Management*, 52:65-85.
- KOVANCI, İ. ve KILINÇ, R. 1976. Toprağın kireç kapsamının fosfor alınımına etkisi üzerine bir araştırma. *EÜRIAM Bülteni*, 2(1).
- KOVANCI, İ. ve KILINÇ, R. 1977. Burdur ili tarım topraklarının fosfor fiksasyonu ve bunu toprak özellikleri ile ilişkileri üzerinde bir araştırma. *Bitki*, 4(1).
- LEWIS, D.C., CLARKE, A.L. and HALL, W.B. 1987. Accumulation of plant nutrients and changes in soil properties of sandy soil under fertilizer pasture in south-eastern south Australia. I. Phosphorus. *Aust. J. Soil Res.* 25:193-202.
- LINDSAY, W.L. and NORWELL, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Amer. J.*, 42(3):421-428.
- LINS, I.D.G. and COX, F.R. 1989. Effect of extractant and selected soil properties on predicting the correct phosphorus fertilization of soybean. *Soil Sci. Soc. Ame. J.* 53(3):813-816.
- LINS, I.D.G., COX, F.R. and NICHOLAIDES, J.J. 1985. Optimizing phosphorus fertilization rates for soybeans grown on oxisols and associated entisols. *Soil Sci. Soc. Ame. J.* 49 (6):1457-1460.

- LOUE, A. 1968. Diagnostic petiolaire de prospection. Etudes sur la nutrition et la fertilisation potassiques de la vigne. Societe Commerciale des Potasses d'Alsace Services Agronomiques, 31-41.
- MAGID, J. and NIELSEN, N.E. 1992. Seasonal variation in organic and inorganic phosphorus fractions of temperate-climate sandy soils. *Plant and Soil*, 144:155-165.
- MENG, C.F. and YUAN, T.L. 1988. Effects of lime and organic matter application on soil properties and phosphorus sorption by six acid soils under flooded conditions. *Acta-Pedologica Sinica*, 25(2):146-155, 13 ref., 3 fig., 5 tab.
- MENGEL, K. and KIRKBY, E.A. 1987. Principles of plant nutrition. International Potash Institute. P.O. Box CH-3048, Worblaufen-Bern, Switzerland.
- NEILSEN, D., NEILSEN, G.H., SINCLAIR, A.H. and LINEHAN, D.J. 1992. Soil phosphorus status, pH and the manganese nutrition of wheat. *Plant and Soil*, 145:45-50.
- NWACHUKU, D.A. and LOGANATHAN, P. 1991. The effect of liming on maize yield and soil properties in Southern Nigeria. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.*, 22(7-8):623-639, 26 ref.
- OLSEN, S.R. and SOMMERS, E.L. 1982. Phosphorus availability indices. Phosphorus soluble in sodium bicarbonate. *Methods of Soils Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties.* Editors: A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney, 404-430.
- O'HALLORAN, I.P., STEWART, J.W.B. and KACHANOSKI, R.G. 1987 a. Influence of texture and management practices on the forms and distribution of soil phosphorus. *Can. J. Soil Sci.*, 67:147-163.
- O'HALLORAN, I.P., STEWART, J.W.B. and DE JONG, E. 1987 b. Changes in phosphorus forms and availability as influenced by management practices. *Plant and Soil*, 100:113-126.
- OSKAY, S. K. ve HATIPOĞLU, F. 1987. Orta Anadolu kahverengi topraklarının fosfor adsorbsiyon özellikleri ve buğday bitkisinin

fosfor gereksinmesinin Temkin adsorbsiyon izotermleriyle belirlenmesi. Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi. Cilt 11, Sayı 1 Tübitak-Ankara.

ÖZBEK, H., KAYA, Z., GÖK, M. ve KAPTAN, H. 1993. Toprak Bilimi. (Scheffer/Schacktschabel'den çeviri). Ç.Ü. Z.F. Genel Yayın No. 73, Ders Kitapları Yayın No. 16, Adana.

ÖZBEK, N. 1971. Çeşitli bölge topraklarımızın fosfor statülerinin tayininde kullanılacak kimyasal metodlar üzerine araştırmalar. A.Ü.Z.F. Yayınları 435., Bilimsel Araştırma ve İncelemeler 263.

ÖZBEK, N. 1964. İzleme tekniği kullanılarak fig ve yulaf bitkilerinin değişik pH seviyelerinde gübreden aldıkları fosfor miktarı üzerinde bir araştırma. Toprak Su Gn. Md. Yayınları, No.180, Ankara.

ÖZBEK, N. 1966. Bitkinin fosfor adsorbsiyonu üzerine toprak reaksiyonu, verilen fosfor miktarı, bitki çeşidi ve bitkinin gelişme safhasının etkileri üzerinde araştırmalar. İzotop Uygulama Sempozyumu, İzmir.

ÖZBEK, N. 1967. Toprakta alınabilir fosfor miktarı, A-değeri üzerine etki yapan faktörler. A.Ü.Z.F. Yıllığı, 17(2)'den ayrı basım.

ÖZKAN, I. 1985. Toprak fizigi. A.Ü.Z.F. Yayınları 946., Ders Kitabı 270, Ankara.

PERROTTI, K.W. 1992. Effect of exchangeable calcium on fractionation of inorganic and organic soil phosphorus. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 23 (7-8): 827-840.

PERROTT, K.W., SARATHCHANDRA, S.U. and WALLER, J.E. 1990. Seasonal storage and release of phosphorus and potassium by organic matter and the microbial biomass in high-producing pastoral soil. Aust. J. Soil Res., 28:598-608.

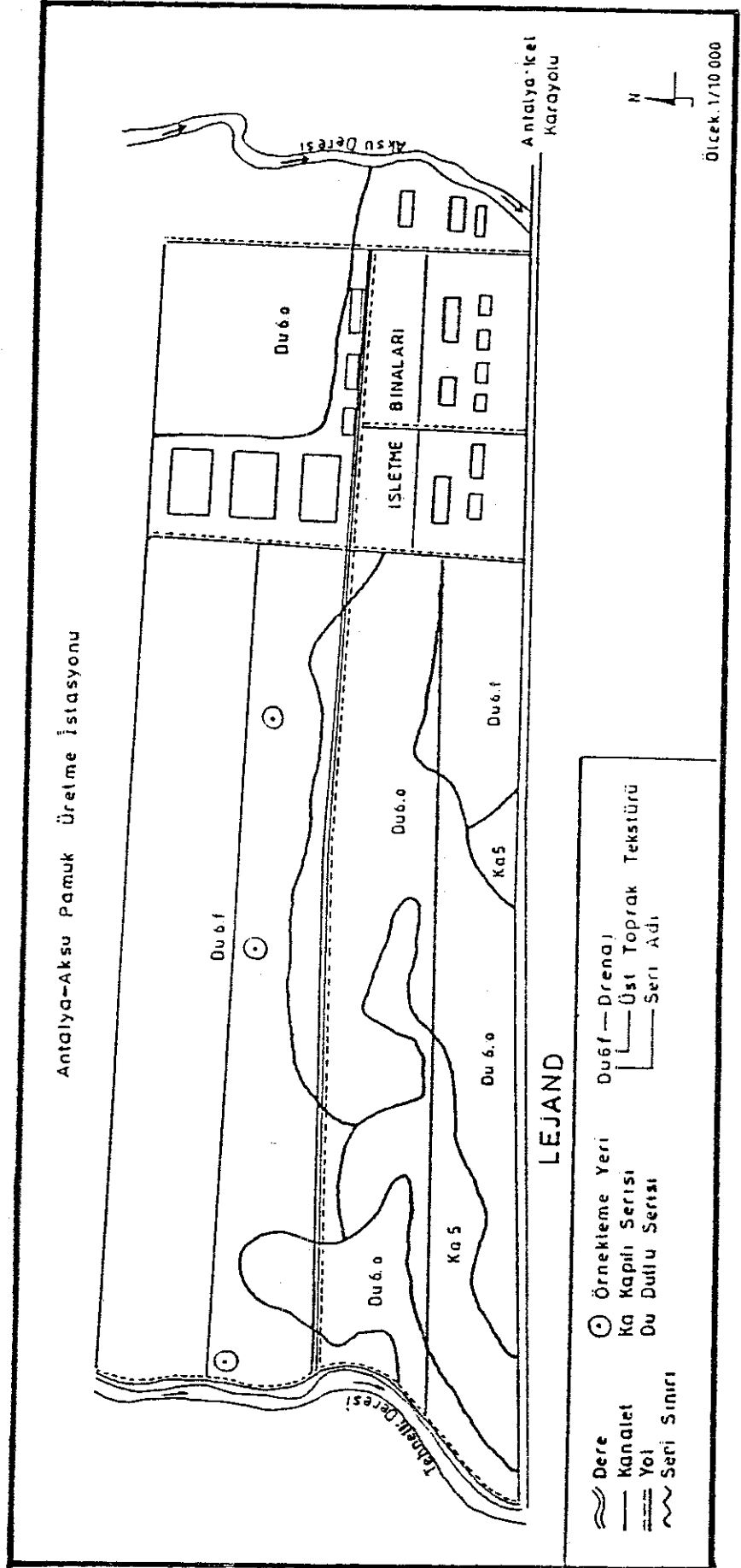
PIZER, N.H. 1967. Some advisory aspect. Soil Potassium and Manganessium. Tech. Bull. No. 14:184.

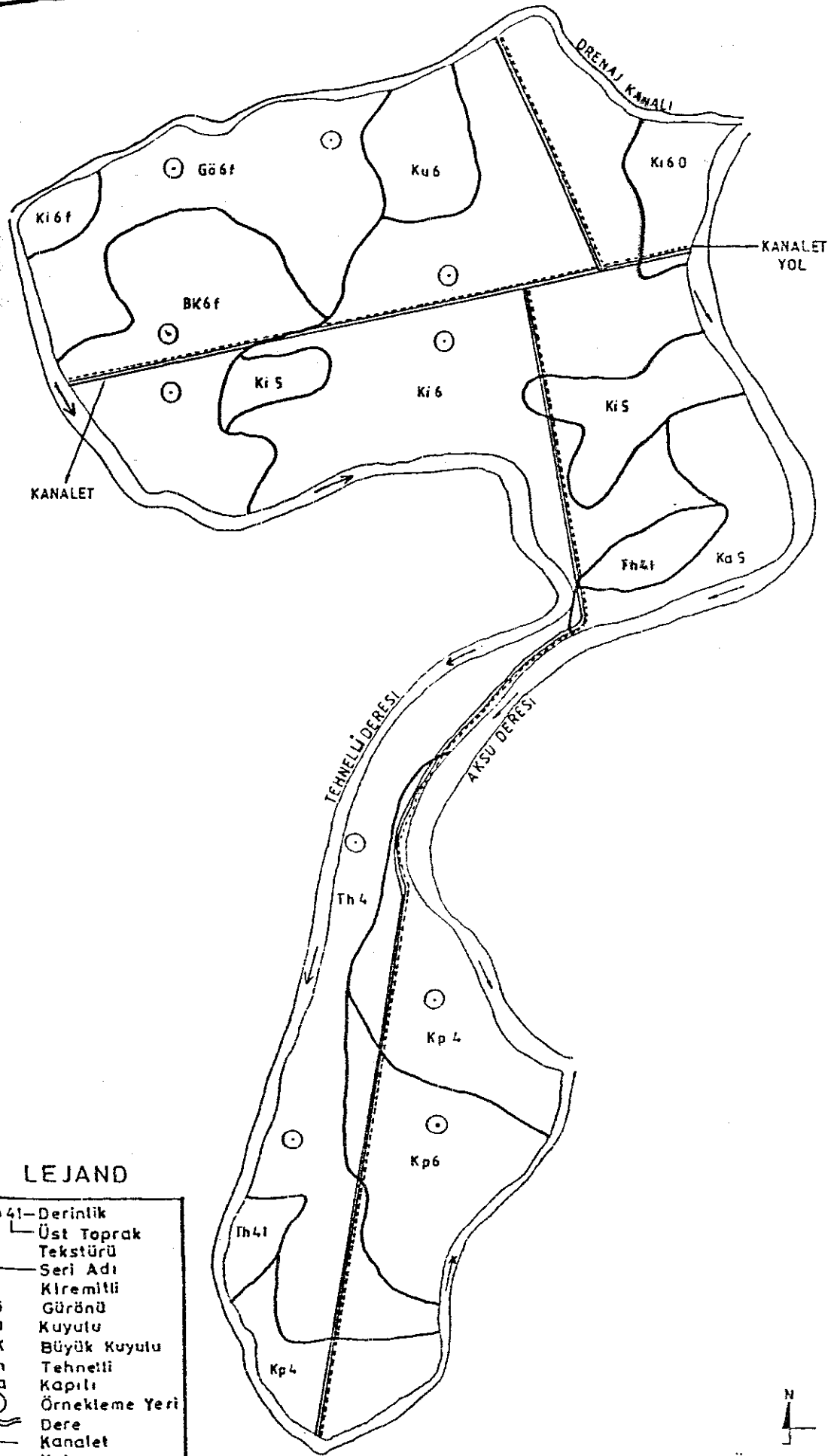
- ROBINSON, J.S. 1990. A critical evaluation of the factors influencing the dissolution of Gafsa phosphate rock. *Journal of Soil Science*, 41:597-605.
- RHOADES, J.D. 1982. Soluble salts. *Methods of soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties.* Editors: A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney, 167-179, Winconsin, U.S.A.
- RON VAZ, L., EDWARDS, T., SHAND, C. and CRESSER, M. 1993. Quantification of phosphorus fractions in soil solution. *The Science of the Total Environment. Vol.*, 135:67-71.
- RON VAZ, M.D., EDWARDS, A.C., SHAND, C.A. and CRESSER, M.S. 1992 a. Phosphorus fractions in soil solution. Influence of soil acidity fertiliser additions. *Plant and Soil.* 148:175-183.
- RON VAZ, L. EDWARDS, T., SHAND, C. and CRESSER, M. 1992 b. Quantification of phosphorus fractions in soil solution. *The Science of the Total Environment.* 135: 67-71.
- SARI, M., AKSOY, T., KÖSEOĞLU, I., KAPLAN, M., KILIÇ, Ş., PİLANALI, N. (1993), Akdeniz Üniversitesi kampüs alanının detaylı temel toprak etüdü ve ideal arazi kullanım planlaması. Akd.Ü.Z.F. Toprak Böl. Antalya.
- SARI, M., KILIÇ, Ş., DEMİRAL, M.A. (1995). Antalya-Aksu Pamuk Üretim İstasyonu detaylı temel toprak etüdü ve ideal arazi kullanım planlaması. Akd.Ü.Z.F. Toprak Böl. Antalya (Basımda).
- SAYIN, M. ve SAK, O. 1989. Karbonat minerallerinin yüzeyindeki kaplamaların fosfat adsorbsiyonuna etkisi. *Doğa-Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi* 13(3A):732-749.
- SINGH, B. and GILKES, R.J. 1991. Phosphorus sorption in relation to soil properties for the major soil types of south-western Australia. *Aust. j. Soil Res.*, 29:603-618.
- SOIL SURVEY STAFF, 1951. *Soil Survey Manual.* Agricultural Research Administration, U.S. Dept. Agr. Handbook, No.18.

- SOIL SURVEY STAFF, 1975. Soil taxonomy a basic system of soil classification for making and interpretive soil surveys agriculture handbook. Government printing office, Washington D.C.,No. 436.
- THIEN, S.J. and MYERS , R. 1992. Determination of bioavailable phosphorus in soil. Soil Sci. Soc. Ame. J. 56:814-818
- THUN, R., HERMANN, R. and KNICKMANN, E. 1955. Die Untersuchung von Boden. Neumann Verlag. Radelbeul und Berlin, :48.
- WALKER, T.W. and ADAMS, A.F.R. 1958. Studies of soil organic matter. 1. Influence of phosphorus content of parent materials as accumulations of carbon, nitrogen,sulfur and organic phosphorus in grassland soils. Soil Sci., 85:307-318.
- WESTERMENN, D.T. 1992. Lime effects on phosphorus availability in a calcareous soil. Soil Sci. Soc. Ame. J. 56 (2):489-494
- YURTSEVER, N. 1984. Deneysel istatistik metodları. T.C. Tarım Orman ve Köy İşl. Bk. Köy Hz. Gn Md. Yayınları, G.Y.No. 121, T.Y.No.56 Ankara.
- ZIA, M.S, MUNSIF, M, GILL, M.A. and ASLAM, M. 1990. Evaluation of phosphorus fertility status of calcareous alkaline soils under riced based sequences. Soil Sci. Plant Nutr., 38(1):7-13.

EKLER

EK-1 Toprak örneklerinin alındığı yerler.





LEJAND

Th 41	- Derinlik
—	Üst Toprak
—	Tekstürü
—	Seri Adı
Ki	Kiremitli
Gö	Gürnü
Ku	Kuyulu
BK	Büyük Kuyulu
Th	Tehneli
Ka	Kapılı
○	Örnekleme Yeri
—	Dere
—	Kanalet
—	Yol
—	Seri sınırı



TEŐEKKÜR

Daniőman hocam Sayın Prof. Dr. Tefvik AKSOY'a, bölüm baőkanımız Sayın Doç Dr. A. Turgut KSEGLU'na, Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa SARI ve Sayın Doç. Dr. Mustafa KAPLAN'a yüksek lisans tezime yaptıkları katkılar için teőekkür eder, saygılarımı sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Ali DEMİRAL 1969 yılında Ankara'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Ankara'da tamamladı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Anabilim dalından 1992 yılında mezun oldu ve aynı yıl Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Anabilim dalında yüksek lisans programına başladı. Halen aynı anabilim dalında yüksek lisans öğrenimine araştırma görevlisi olarak devam etmektedir.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
REKTÖRLÜĞÜ KÜTÜPHANESİ