

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HARRAN OVASINDAKİ BAZI TOPRAK SERİLERİNİN FOSFOR
FRAKSİYONLARI**

Ebru Pınar SAYĞAN

TOPRAK ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2007**

Prof. Dr. Faruk İNCE danışmanlığında Ebru Pınar SAYĞAN'ın hazırladığı “Harran Ovasındaki Bazı Toprak Serilerinin Fosfor Fraksiyonları” konulu bu çalışma 12/ 12/ 2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Faruk İNCE

Üye : Doç. Dr. İdris BAHÇECİ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Osman SÖNMEZ

Bu Tezin Toprak Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim BOLAT
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 679

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Topraklarda Fosfor.....	3
2.2. Bitkiler İçin Fosfor'un Önemi.....	3
2.3. Organik Fosfor.....	5
2.4. Yarayışlı Fosfor.....	6
2.5. İnorganik Fosfor.....	7
2.6. Toplam Fosfor.....	8
2.7. Fosfor Fiksasyonu.....	9
2.8. Topraklardaki Fosfor Döngüsü.....	10
2.8.1. Fosfor döngüsü.....	10
2.9. Fosfor Alımına Etki Eden Faktörler.....	11
2.10. Topraklarda Bulunan Fosfor Mineralleri.....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Toprak örneklerinin alındığı seriler.....	16
3.1.2. Araştırma alanının coğrafik konumu.....	18
3.1.3. Araştırma alanının topoğrafik ve jeolojik yapısı.....	18
3.1.4. Araştırma alanının toprak özellikleri.....	19
3.1.5. Araştırma alanının iklim özellikleri.....	19
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Yapılan genel toprak analizlerinde uygulanan yöntemler.....	21
3.2.1.1. Toprak reaksiyonu.....	21
3.2.1.2. Kireç içeriği.....	21
3.2.1.3. Elektriksel iletkenlik.....	21
3.2.1.4. Katyon değişim kapasitesi.....	21
3.2.1.5. Organik madde.....	21
3.2.1.6. Tekstür.....	21
3.2.2. Fosfor analizleri.....	22
3.2.2.1. Total fosfor.....	22
3.2.2.2. Organik fosfor.....	22
3.2.2.3. İnorganik fosfor.....	22
3.2.2.4. Yarayışlı fosfor (Olsen fosfor).....	22
3.2.2.5. İstatistiksel analizler.....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	24
4.1. Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri.....	24
4.1.1. Toprak reaksiyonu.....	24
4.1.2. Elektriksel iletkenlik.....	28
4.1.3. Organik madde.....	28
4.1.4. Kireç içeriği.....	29
4.1.5. Katyon değişim kapasitesi.....	30
4.1.6. Tekstür.....	31
4.2. Toplam Fosfor.....	31
4.2.1. Toprak serileri arası karşılaştırma.....	31
4.2.2. Toprak serilerinin kendi içerisindeki karşılaştırmaları.....	33
4.3. İnorganik Fosfor.....	37
4.3.1. Toprak serileri arası karşılaştırma.....	37
4.3.2. Toprak serilerinin kendi içerisindeki karşılaştırmaları.....	38

4.4. Organik Fosfor.....	41
4.4.1. Toprak serileri arası karşılaştırma.....	41
4.4.2. Toprak serilerinin kendi içersindeki karşılaştırmaları	42
4.5. Yarayışlı Fosfor (Olsen Fosfor).....	46
4.5.1. Toprak serileri arası karşılaştırma.....	46
4.5.2. Toprak serilerinin kendi içersindeki karşılaştırmaları.....	47
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	60
ÖZET.....	61
SUMMARY.....	63

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

HARRAN OVASINDAKİ BAZI TOPRAK SERİLERİNİN FOSFOR FRAKSİYONLARI

Ebru Pınar SAYĞAN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Faruk İNCE
Yıl: 2007, Sayfa: 64

Fosfor (P), bitki gelişimi için mutlak gerekli bir bitki besin elementidir. Ülkemizin farklı bölgelerinde P ile ilgili bazı çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, Harran Ovası topraklarında bitkiye yararlı P (Olsen P) (P_V) içeriklerini ortaya koymak için sınırlı sayıda çalışmanın yapılmış olması araştırmada inorganik P (P_i), organik P (P_o) ve toplam P (P_T) içeriklerinin belirlenmesi ihtiyacını ortaya koymuştur. Bu çalışmada Harran Ovası'nda 16 noktadan farklı toprak derinliklerinde (0-20, 20-40, 40-60 cm) yapılan genel toprak analizlerinde yüksek pH değerine (7.6-8.7), düşük organik madde (OM) (%0.1-1.6) ve tuz içeriğine (0.5-15.4 dS m^{-1}), yüksek kireç (%14-38) ve katyon değişim kapasitesi bakımından incelendiğinde (34-66 cmol kg^{-1}) sahip oldukları belirlenmiştir. Tekstür bakımından ise killi bir bünyeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda istatistiksel değerlendirmeler dikkate alındığında P_T içeriği sırası ile 0-20 cm'de 343-894 mg kg^{-1} , 20-40 cm'de 313-881 mg kg^{-1} , 40-60 cm'de 298-551 mg kg^{-1} arasında değiştiği, P_i 'nin 0-20 cm'de 307-835 mg kg^{-1} , 20-40 cm'de 281-847 mg kg^{-1} , 40-60 cm'de 280-539 mg kg^{-1} arasında değiştiği, P_o 'nın 0-20 cm'de 17-60 mg kg^{-1} , 20-40 cm'de 15-38 mg kg^{-1} , 40-60 cm'de 7-39 mg kg^{-1} arasında değiştiği, P_V 'nin 0-20 cm'de 2-36 mg kg^{-1} , 20-40 cm'de 1-23 mg kg^{-1} , 40-60 cm'de 0.2-21 mg kg^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir. Sonuç olarak bütün serilerden elde edilen sonuçlar, genel olarak üst katmandan derinlere inildikçe P içeriklerinde azalma eğilimi gözlenmiştir. Bunun P'li gübre ilavesinin genel olarak toprağın ilk 0-20 cm derinliğinde yapılmış olmasından kaynaklanmaktadır.

ANAHTAR KELİMELEER: Toplam Fosfor, İnorganik Fosfor, Organik Fosfor, Yararlı Fosfor (Olsen Fosfor), Harran Ovası

ABSTRACT

MSc Thesis

THE PHOSPHORUS FRACTIONS OF CERTAIN SOIL SERIES IN HARRAN PLAINS

Ebru Pinar SAYĞAN

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science

Supervisor: Prof. Dr. Faruk İNCE

Year: 2007, Page: 64

Phosphorus (P) is the most essential plant nutrient although numerous studies have been reported on P content around the country. There is limited information on the available P (Olsen P) (P_Y) at Harran plains. Therefore, there is a need for studies determining total P (P_T), inorganic P (P_i) and organic P (P_o). In this study, Soil samples were taken from 16 different spots and analyzed at the three different soil layers (0-20, 20-40 and 40-60 cm depth) at Harran plains. It was found high pH value (7.6-8.7), low organic matter (OM) (%0.1-1.6) and salt content (0.5-15.4 dS m^{-1}), high lime content (%14-38), high exchange capacity (34-66 $cmol\ kg^{-1}$) and in a clay soil texture. Based on our statistical analyses, it was found that P_T is 343-894 $mg\ kg^{-1}$ (0-20 cm), 313-881 $mg\ kg^{-1}$ (20-40 cm) and 298-551 $mg\ kg^{-1}$ (40-60 cm). While P_i found to be 307-835 $mg\ kg^{-1}$ (0-20 cm), 281-847 $mg\ kg^{-1}$ (20-40 cm), 280-539 $mg\ kg^{-1}$ (40-60 cm), P_o showed 17-60 $mg\ kg^{-1}$ (0-20 cm), 15-38 $mg\ kg^{-1}$ (20-40 cm), 7-39 $mg\ kg^{-1}$ (40-60 cm). Amount of P_Y for the three different soil layer, ranged from 2-36 $mg\ kg^{-1}$ (0-20 cm), 1-23 $mg\ kg^{-1}$ (20-40 cm), 0.2-21 $mg\ kg^{-1}$ (40-60 cm). In conclusion, our results from all series indicated P content appears to decrease from top layer (0-20 cm) to bottom layer in the all sixteen soil series analyzed. It could be possible that the fertilizer application may cause the high P content in the 0-20 cm layer.

KEY WORDS: Total Phosphorus, Inorganic Phosphorus, Organic Phosphorus, Available Phosphorus (Olsen Phosphorus), Harran Plain

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konumun seçimi, yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında değerli düşünce ve katkılarıyla beni yönlendiren, araştırmanın her aşamasında yardımını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Faruk İNCE'ye ve bana çalışmanın her safhasında yardımcı olan Yrd.Doç.Dr. Osman SÖNMEZ'e, tez savunmasında yer alan değerli hocam Doç.Dr. İdris BAHÇECİ'ye şükranlarımı sunarım.

Çalışma esnasında yardımlarını esirgemeyen tüm toprak bölümü hocalarına, istatistik çalışmaları ve değerlendirmeleri konusunda yardımlarını esirgemeyen Yrd.Doç.Dr. Zeki DOĞAN ve Arş.Gör. Selahattin KİRAZ'a teşekkür ederim.

Çalışma sırasında destek ve yardımlarını esirgemeyen Yrd.Doç.Dr. Ahmet Latif TEK'e, Laboratuar çalışmaları esnasında hep yanımda olup sabır ve emeğini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Halime AKIL, Songül İNAL ve Ayşe ALAY' a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma esnasında beni teşvik edip sabırlarını bir an olsun esirgemeyen aileme şükranlarımı sunarım.

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden alınan topraklarda Olsen metoduna göre yarayışlı fosfor miktarları.....	7
Çizelge 2.2. Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden alınan topraklarda fosfor fiksasyonu.....	9
Çizelge 3.1. Toprak örneklerinin alındığı seriler ve köy isimleri.....	16
Çizelge 3.2. Şanlıurfa ili 2005 yılı iklim verileri.....	20
Çizelge 3.3. Topraktaki toplam fosfor değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri.....	22
Çizelge 3.4. Topraktaki yarayışlı fosfor değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri.....	23
Çizelge 4.1. Farklı derinliklerde alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları...	25
Çizelge 4.2. Örnek alınan serilerin farklı derinliklerdeki fosfor içerikleri.....	32
Çizelge 4.3. Serilerin farklı derinliklerdeki toplam fosfor içerikleri.....	33
Çizelge 4.4. Serilerin farklı derinliklerdeki inorganik fosfor içerikleri.....	38
Çizelge 4.5. Serilerin farklı derinliklerdeki organik fosfor içerikleri.....	42
Çizelge 4.6. Serilerin farklı derinliklerdeki yarayışlı fosfor içerikleri.....	47

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Toprakta fosfor döngüsü.....	11
Şekil 3.1. Harran Ovası'nda bulunan yaygın seriler ve toprak örneklerinin alındığı yerler.....	17
Şekil 4.1. Örnek alınan serilerin farklı derinliklerindeki pH seviyeleri.....	24
Şekil 4.2. Örnek alınan serilerin farklı derinliklerindeki EC seviyeleri.....	28
Şekil 4.3. Örnek alınan serilerin farklı derinliklerindeki organik madde seviyeleri.....	29
Şekil 4.4. Örnek alınan serilerin farklı derinliklerindeki kireç seviyeleri.....	30
Şekil 4.5. Örnek alınan serilerin farklı derinliklerindeki KDK seviyeleri.....	30

SİMGELER DİZİNİ

dS m ⁻¹	Desisimens /Metre
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
pH	Hidrojen İyon Konsantrasyonu
EC	Elektriksel İletkenlik
DK	Değişebilir Katyonlar
mg kg ⁻¹	Miligram/Kilogram (ppm)
DMI	Devlet Meteoroloji İşleri
TSP	Triple Süper Fosfat
OM	Organik Madde

Kısaltmalar

P	Fosfor
P _T	Toplam Fosfor
P _O	Organik Fosfor
P _Y	Yarayışlı Fosfor
P _i	İnorganik Fosfor

1. GİRİŞ

Fosfor (P), 1669 yılında alman kimyager Dr. Hennig Brand tarafından bulunmuştur. Üre ile karıştırılmış beyaz maddenin ısıtılması ve ürenin uçması sonucunda kalan beyaz katı maddenin karanlıkta parlaması ve hava ile temasıyla sürekli parçalandığı görülmüştür. Bu maddenin karanlıkta parlamasından dolayı, Yunanca ışık anlamını taşıyan P ismi verilmiştir. Yunanca'da "fos" ışık, "for" taşımak anlamına gelmektedir. Fosfor'un başlıca beyaz (sarı P), kırmızı P, siyah P, violent olmak üzere dört allotropik formu bulunmaktadır (Kacar ve Katkat, 1997).

Fosfor periyodik cetvelin Va grubunda bulunmaktadır. Atom ağırlığı 30.98 g'dır. Nükleer bombardımana tutulmak suretiyle P'nin dört radyoizotopu (^{34}P , ^{32}P , ^{30}P ve ^{29}P) elde edilmiştir. Genelde bu izotoplardan bitki ve toprakla ilgili araştırmalar için yarılanma ömrü en uzun olan (^{32}P) izotopu kullanılmaktadır (Kacar ve Katkat, 1997).

Fosfor yer kürenin üst kabuğunda %0.1 (Brinck, 1978), topraklarda ise %0.06 (Lindsay, 1979) oranında bulunmaktadır.

Ülkemizde en çok eksikliği görülen bitki besin elementi P'dir. Fosfor tarımsal ekosistem için mutlak gerekli olan bir makro besin elementi olup bitkilerin büyümesi, bitki bünyesinde enerji taşınması, enzimatik reaksiyonlar, çiçek ve meyve oluşumu ve kalitesinde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle P'nin yetersiz olduğu alanlarda P'li gübrelerin kullanılması, sağlıklı bitkiler ve ürünlerin geliştirilmesi için son derece önem taşımaktadır (Brady ve Weil, 1999).

Yarayışlı P (P_Y), bitki için en gerekli P formunu temsil eder. Kireçli topraklarda P_Y yetersizdir. Bunun nedeni verilen P'li gübrelerin kalsiyum (Ca), ya da demir (Fe) ve aliminyum (Al) oksitlerce tutulmasıdır. Bu nedenle çiftçiler P_Y içeriğinin yetersiz olduğu kireçli topraklarda amonyum sülfat gübresi uygulamak

suretiyle toprak pH'sını düşürerek P_Y miktarını artırmaktadır. Ayrıca aşırı miktarlarda uygulanan P'li gübrelerin çevre kirliliğine ve ekonomik zarara yol açtığı belirlenmiştir (FAO, 2000).

Organik P (P_O) toprakta az miktarda bulunur. Organik gübre verilerek hem toprağın organik madde (OM) içeriğini, hem de P_O miktarını artırmak mümkündür. Organik madde ile toprakta P miktarı artacağından, toprak verimliliği de artmaktadır (Güzel ve ark., 2002).

Bu çalışmanın amacı, Harran ovasında bazı toprak serilerinin farklı toprak derinliğindeki (0-20, 20-40, 40-60 cm) P fraksiyonlarını belirlemektir. Bölgemizde P ile ilgili bir çok çalışma olmasına rağmen, P fraksiyonları ile ilgili yeterli bir çalışma olmadığından bu çalışma büyük önem taşımaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Topraklarda Fosfor

Fosfor bitki gelişimi için mutlak gerekli olan bir bitki besin elementidir. Azot (N) ve potasyum (K) gibi toprakta fazla miktarda bulunmadığını ve toprak yüzeyinin 20 cm derinliğinde ortalama P_T içeriği %0.005-%0.15 arasında değişir (Güzel ve ark., 2002).

Toprağın üst kısmında P_Y miktarının alt kısmına göre daha fazladır. Kültüre alınmış topraklarda bu birikmelerin daha fazla olmasının nedeni ise toprağın üst kısmında uygulanan P'li gübreler ve bitki kalıntılarından kaynaklanmaktadır (Özbek ve ark., 1993).

Bhadoria ve ark. (2002), topraklarda P etkinliğini: I) topraktaki P konsantrasyonunu bitkinin maksimum ürün alabileceği bir seviyede tutarak, II) fosforu topraktan alabilecek etkin kök sistemine sahip bitkiler kullanılarak ve III) yüksek gelişim potansiyeline sahip bitkilerin kullanımı ile bitkilerin kök kısımlarının daha iyi gelişeceğini belirtmişlerdir.

2.2. Bitkiler İçin Fosfor'un Önemi

Fried ve Shapiro (1960), bitkilerin topraktan P alımının 5 aşamada gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Bu aşamaların;

- Fosforun katı fazdan toprak çözeltisine geçmesi
- Fosforun toprak çözeltisinde herhangi bir noktadan kökün etki alanına taşınması
- Fosforun kökün etki alanından kökün üzerine alınması
- Fosforun kök üzerinden kök içine alınması

-Fosforun bitki içersinde gereksinim duyulan kısma taşınması şeklinde olduğu ifade edilmiştir.

Önemli bir bitki besin elementi olan P'nin bitki kuru ağırlığının %0.3-0.5'ini teşkil etmektedir (Schactman ve ark., 1998; Ragothama, 1999; Rausch ve Bucher 2002).

Vance ve ark. (2003), P'nin bitkilerin enerji stokları ve transferi için önemli bir rol oynamasının yanısıra koenzimler, nükleik asitler, nükleotidler, fosfolipitler, fosfoproteinler ve şeker fosfatları üzerinde önemli işlevlere sahip olduğunu ve birçok enzim içinde mutlak gerekli bir bitki besin elementi olduğunu tespit etmişlerdir.

Fosfor'un bitkilerin meyve ve tohumlarında, yaprak ve diğer kısımlarına nazaran daha fazla olduğu belirlenmiştir (Ülgen ve Yurtseven 1988; Kırtok, 1998).

Fosfor noksanlığı ile bitkilerin kuru ağırlıkları ve yaprak alanlarında önemli bir ölçüde azalmaya neden olduğu, ayrıca bitkilerin gelişimi ve fotosentezini de etkilediği rapor edilmiştir (Colomb, 2000; Rodriguez ve ark., 2000; Assuero ve ark., 2004).

Bitkilerin P alımları ile toprak pH'sı arasında kuvvetli bir ilişki olduğu ifade edilmiştir. Birincil ortafosfat iyonu ($H_2PO_4^-$), çok kuvvetli asit ortamda bulunmasına karşın, ikincil ortafosfat iyonu (HPO_4^{2-}), pH'sı 7 civarı olan topraklarda bulunduğu belirtilmektedir. Bu iyonlar asit topraklarda Fe ve Al ile çözünmeyen fosfat bileşikleri oluşturarak, pH'nın 7'den yukarı bulunduğu topraklarda ise Ca ile çözünmeyen bileşikler oluşturarak çökeldiği belirlenmiştir. Fosforun yayarışlılığının en yüksek olduğu toprak pH'sının ise 6.5-7.3 olarak tespit edilmiştir (Brady ve Weil, 1999).

2.3. Organik Fosfor

Walker ve Adams (1958), yaptıkları çalışmada, her toprak için P_O ve P_I içeriklerinin farklı olduğunu, fakat toprakta derinlere doğru inildikçe P_O ve P_I içeriğinin azaldığını, ancak toprağın üst kısmında P_T 'nin $\frac{3}{4}$ 'ünün P_O olduğu halde bu miktarın toprak derinliklerine doğru ise yarı yarıya azaldığını belirlemiştir.

Organik P, bitki artıklarında, çiftlik gübresinde ve mikrobiyal dokularda bulunmaktadır. Topraklarda P_O düşük seviyede olduğundan, P_O , P_T 'nin yaklaşık olarak % 20-80 teşkil etmekte fakat yüksek OM'ye sahip topraklarda P_O 'nun P_T içerisinde payının %50 veya daha fazla olduğu belirlenmiştir (Ron Vaz ve ark., 1993).

Brady ve Weil (1999), topraklarda bulunan P_O bileşiklerini 3 grup altında toplayarak bunları aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır:

1. İnositol fosfatlar (P_O %10-50)
2. Nükleik Asitler (P_O %0,2-2,5)
3. Fosfolipidlerdir (P_O %1-5)

Araştırmacılar, bitkilerin inositol fosfatlar ve nükleik asitlerden P kaynağı olarak yararlandıklarını belirlemiştir. Bitkiler inositol fosfatları doğrudan doğruya absorbe edebilmektedir. Nükleik asit önce kök yüzeyinde enzimler aracılığıyla parçalanmakta daha sonra P^y yi P_O ve P_I halde absorbe edebilmektedir. Fakat bitkiler P gereksinimlerinin tamamını hiçbir zaman P_O bileşiklerinde karşılayamazlar. Organik P bileşiklerini kapsayan ortamda yetiştirilen bitkilerde, kısa süre sonra P noksanlığı görülmektedir. Bu da bitkiler tarafından absorbe edilen P'nin tamamına yakın bir bölümünün inorganik halde olduğunu göstermektedir.

Sharpley (2000), inositol fosfatların toprak P'sinin inorganik katı evresinde ki P bileşiği olduğunu ve toprak P_O 'nun değişken fraksiyonlarına katkıda bulunarak Ca^{+2} , Fe^{+3} ve Al^{+3} ile çözünmez tuzların oluşması için protein ile güçlü kompleksler oluşturduğu tespit edilmiştir.

Iowa (USA)'da yapılan bir çalışmada 49 toprak örneğinde inositol hekzafosfat oranı araştırılmıştır. Toplam P_O içinde inositol hekzafosfat oranının %3-52 arasında değiştiği ve ortalamasının %17 olduğu belirlenmiştir. Orman örtüsü altındaki topraklarda ise Toplam P_O içinde inositol hekzafosfat oranının %24, çayır vejetasyonunda oluşan topraklardaki orandan %14 daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Güzel, 1982).

Türkiye'nin oldukça sıcak yörelerinden olan Çukurova yöresi topraklarında yaptıkları araştırmalar sonucunda toprakların P_O içeriğinin 10 mg kg⁻¹ ile 139 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve ortalama olarak ise 73 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Bu oranın düşük olmasının başlıca nedeni olarak Çukurova bölgesinin pH ve iklim koşulları gösterilmiştir (Kacar ve ark., 1997).

Anderson (1980), tarafından yapılan araştırmalar sonucunda C:P oranının 200:1 bitki atıklarının mineralizasyonunda büyük öneme sahip olduğunu bildirmiştir. Pierzynski ve ark. (1994), buna karşın C:P oranı >300:1 veya daha yüksek olduğu zaman P'nin mineralizasyonu güçleşerek immobil hale geçtiğini belirtmişlerdir.

2.4. Yarayışlı Fosfor

Kurak ve yarı kurak bölgelerde, P'nin yüksek oranlarda Ca fosfatlarca tutulduğu, yüksek pH, karbonat ve OM içeriğinin düşük olmasından dolayı P'nin çökelerek yarayışlılığını düşürdüğü tespit edilmiştir (Sardi ve Chasto 2002; Braschi ve ark., 2003; Gahroee, 2003).

Levent ve ark. (1999), yaptığı çalışmada Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz ve Batı Asya ülkeleri topraklarında bitkisel üretimi sınırlayan temel beslenme sorunlarının başında, topraklardaki P_Y miktarının düşük olmasıdır. Orta Anadolu Bölgesi topraklarının % 30'unda P_Y'nin çok az (<3kg P₂O₅ da⁻¹), %29'unda az (3-6 kg P₂O₅ da⁻¹) olduğunu rapor etmişlerdir.

Dinç ve ark. (1988), Harran Ovası topraklarında yaptıkları çalışmalar sonucunda, 25 toprak serisinde incelenen toprakların fiziksel, kimyasal, minerolojik, mikromorfolojik, biyolojik özellikleri araştırılmış ve ayrıca P adsorbsiyon özellikleri saptanmıştır. Çoğunda P_Y içeriğinin oldukça düşük (7 mg P kg^{-1}) olduğunu, yüzeyde ise bu oranın fazla olup aşağıya doğru azalma gösterdiğini belirlemişlerdir.

Kacar ve ark. (1997), Türkiye topraklarında Olsen metoduna göre yapılan çalışmalar sonucunda toprakların P_Y miktarlarını tespit etmiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden alınan topraklarda olsen metoduna göre yarıyıllı fosfor miktarları (Kacar ve ark., 1997)

Bölgeler	OLSEN P (mg kg^{-1})		
	Minimum	Maksimum	Ortalama
Orta Anadolu (Güney Bölgesi)	3.19	34.10	9.39
Orta Anadolu (Kuzey Bölgesi)	2.09	9.30	4.87
Trakya bölgesi	1.72	43.57	7.85
Karadeniz bölgesi	0.35	62.54	6.05
Çarşamba ovası	4.00	130.00	26.11
Doğu Anadolu Bölgesi	0.35	24.67	3.03
Güney Anadolu (Çukurova Bölgesi)	1.39	30.51	4.66

Eyyüpoğlu (1999)'da Olsen metoduna göre yaptığı çalışma sonucunda bitkiler için P_Y içeriğinin Türkiye topraklarının %58'inde ($<6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$) olarak bulmuştur.

2.5. İnorganik Fosfor

Stevenson ve Cole (1999), yaptığı çalışmaya göre P_i 'nin esas bölümü Fe, Al, Ca, F ve diğer elementlerin oluşturduğu bileşikler içinde yer almaktadır. İnorganik P'nin sudaki çözünürlükleri çok düşüktür. Fosfor killerle tepkimeye girerek suda çoğunlukla çözünmeyen kil-fosfat komplekslerini oluşturur. Çoğu mineral toprakların en önemli P_i bileşiğinin, apatit mineralli olduğu belirlenmiştir.

Whitney (1988), Kansas da yaptığı çalışma sonucunda, P_i minerallerinin Ca fosfat ve Fe-Al fosfatları içerdiğini bulmuşlardır. Kalsiyum fosfat minerallerin

octakalsiyum fosfat (OCP, $\text{Ca}_4\text{H}(\text{PO}_4)_3 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$), β -trikalsiyum fosfat (β TCP, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) ve dikalsiyum fosfat (DCP, CaHPO_4) minerallerinin pH'nın 7.0-9.0 arasında olduğu alkali topraklarda bol miktarda bulunduğunu bildirmişlerdir. Strengit gibi demir fosfatlar ($\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) asit topraklarda $\text{pH} < 4.5$ dominant olduğu, Al fosfatlar Variskit gibi ($\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) oldukça zayıf asit ortamlarda pH'nın 4.5-7.0 arasındaki topraklarda olduğu belirtilmiştir.

2.6. Toplam Fosfor

Kacar ve Katkat (1997), Türkiye topraklarının P_T içeriğini belirlemek üzere yapılan çalışmalar sonucunda; en yüksek P_T 'nin 978 mg kg^{-1} ile Çarşamba ovasında, en düşük P_T 'nin 449 mg kg^{-1} olarak Trakya yöresinde belirlenmiştir. Bölgemizin P_T oranı ise 518 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

Toprakların P_T içeriğinin iklim ve ana materyalin yapısına bağlı olarak 100-3000 mg kg^{-1} arasında değiştiği tespit edilmiştir. Kireç taşı ve benzeri ana materyallerden oluşmuş toprakların P_T içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Frossard ve ark., 2000; George ve ark., 2003).

Brady ve Weil (1999), toprak çözeltilisinde sülfat ve kalsiyum gibi diğer makro besin elementleri ile karşılaştırıldığında P konsantrasyonunun çok düşük olduğunu, genellikle çoğu çorak topraklarda $0.001-1 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Çoğu yüzey topraklarının P_T içeriği ise % 0.6 civarında olduğu tespit edilmiştir .

Kırtok (1998), topraktaki P_T oranı N ve K gibi bitki besin elementlerine nazaran daha azdır.

Brohi ve ark. (1994), toprakların P_T içeriği ne kadar yüksek olursa olsun P_T 'nin büyük bir kısmı çözünmeyen bileşiklerden oluştuğu için P_T 'nin ancak %1 veya daha düşük bir miktarı alınabilir durumda olduğunu belirlemişlerdir.

McBeat ve ark. (2004)'te yaptıkları araştırma sonucunda P_T 'nin %7.82 Fe oksitlerce ve %5.41 Al oksitlerce adsorbe edildiğini tespit etmişlerdir.

Chacon ve Dezzeo (2004)'teki çalışmalarında toprağın üst katmanında P içeriğinin yüksek olduğunu ve toprağın üst katmanındaki P_T 'nin %59-63'ünün P_i dönüştüğünü rapor etmişlerdir.

2.7. Fosfor Fiksasyonu

Kacar ve ark. (1997), yaptığı çalışmalar sonucunda Türkiye topraklarında P üzerine yapılan araştırmalarda en yüksek P fiksasyonunun Çukurova yöresi topraklarında %75.3 ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi topraklarında ise bu oranın %67.6 olarak tespit etmişlerdir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden alınan topraklarda fosfor fiksasyonu (Kacar ve ark., 1997)

Bölgeler	Fosfor fiksasyonu %		
	Minimum	Maksimum	Ortalama
Orta Anadolu	12.0	82.5	55.1
Doğu Anadolu	28.2	71.1	54.5
Güneydoğu Anadolu	30.2	95.1	67.6
Güney Anadolu	41.6	73.6	64.4
Kuzey Anadolu	31.5	83.3	54.6
Trakya Bölgesi	8.3	69.5	40.5
Çukurova Bölgesi	28.4	90.4	75.3

Brady ve Weil (1999), farklı kil çeşitleri üzerinde P fiksasyonunu belirlemiştir. Sonuç olarak denemede kullanılan toprakların P kapasitesinin 350-750 mg P kg⁻¹ arasında değiştiğini rapor etmiştir. Toprakların P fiksasyon kapasitesinin; toprakların CaCO₃ içeriğine, kil tip ve miktarına ve Fe, Al, Mn kapasitesine bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Stevenson ve Cole (1999), kireçli alkali topraklarda P, asidik topraklara göre farklı şekillerde tutulmaktadır. Ortofosforik asit tuzları iyonize oldukları zaman $H_2PO_4^{-2}$, HPO_4^{-} ve PO_3^{-} iyonlarını verir. Bunların ortamdaki bulunuş şekilleri pH ile yakından ilgilidir. Yüksek pH'ya sahip kireçli, alkali topraklarda dikalsiyum fosfatlar ($CaHPO_4$) ile trikalsiyum fosfatlar ($Ca_3(PO_4)_2$) meydana gelmekte ve bu maddelerin çözünürlük dereceleri Ca/PO_4^{-} oranı büyüdükçe azalmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda kireçli alkalın topraklarda P'nin Ca ile bileşikler oluşturarak tutulduğu tespit edilmiştir.

Brezilya'nın oxisol topraklarında yaptıkları çalışmalar sonucunda P uygulaması yapılan alanlarda P miktarında %40-60 oranlarında hızlı bir artış olduğu tespit edilmiştir (Sanchez ve Uehara, 1980).

Hibberd ve ark. (1991), toprağa uyguladıkları P'nin büyük bir bölümünün fiksasyon yoluyla toprakta tutulduğunu tespit etmişlerdir. Uygulanan P'nin ancak %5-10'undan bitkilerin yararlandığı, geri kalanının ise toprakta fiksasyona uğrayarak bitkilerin kolaylıkla yararlanamayacağı formlara dönüştüğü belirlenmiştir.

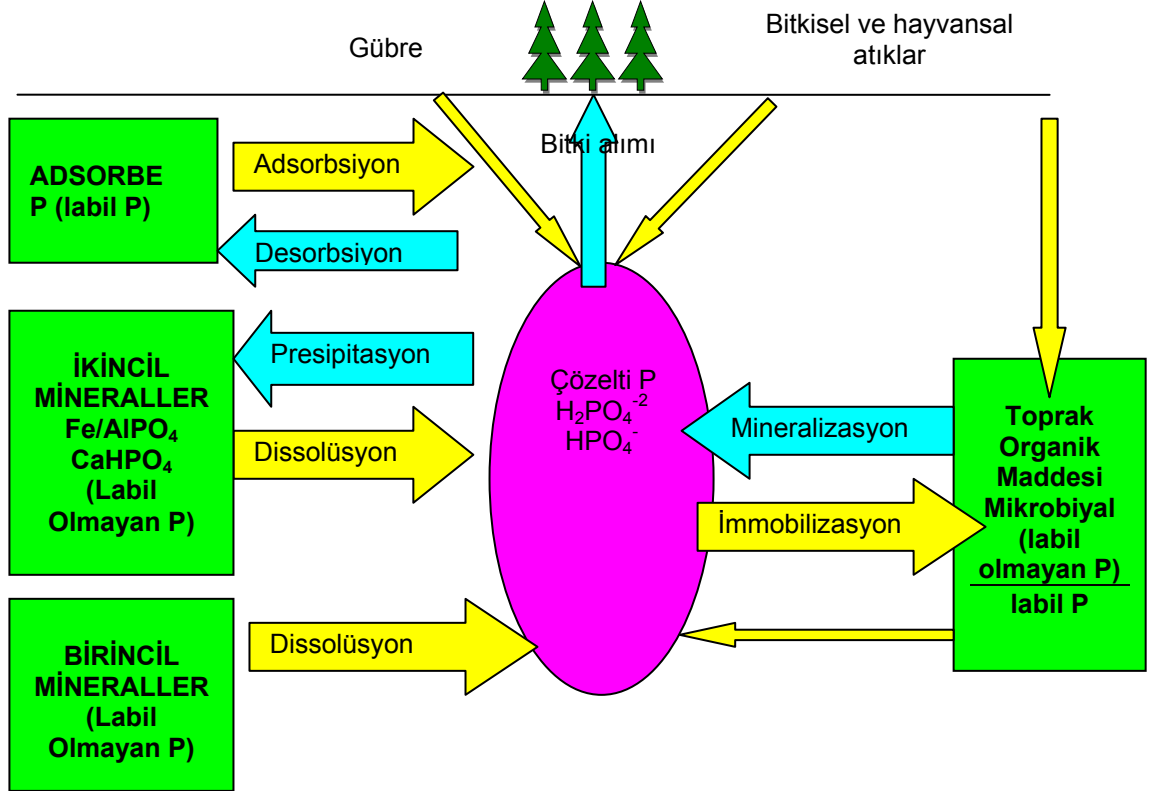
2.8. Topraklardaki Fosfor Döngüsü

2.8.1. Fosfor döngüsü

Pierzynski ve ark. (2000), P döngüsünü 3 kategoriye ayırmıştır. 1.inci kategori; P'li gübrelerin farklı kaynaklardan toprağa ilavesi (bitki kalıntıları, gübre ve biosolidler) 2.inci kategori; içsel döngü, çökelme/dissolusyon, adsorbsiyon/desorbsiyon, minerilizasyon/immobilizasyonu gibi P'nin kendi içinde içsel döngüsü 3. üncü kategori ise; erozyon, yağış, yıkama ile P'nin topraktan uzaklaşması olarak belirlenmiştir.

Toprakda bitkilerin ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde yeterli oranda P olmadığı durumlarda, P ilave edilerek optimum verim elde edilebileceği belirtilmektedir. Fosfor hayvan gübresi gibi dış kaynaklardan (gübre ve çeşitli

kompost mineraller), şehirselle (lagım suyu, çamur akıntıları) ve endüstriyel atıklar, ticari gübreler (süperfosfat 90 g P kg⁻¹, triple süperfosfat (TSP 200-220 g P kg⁻¹), monoaminyum fosfat (MAP 210 g P kg⁻¹), diamonyum fosfat (DAP 230 g P kg⁻¹), amonyum fosfat (APP (sıvı) 150 g P kg⁻¹) ve kaya fosfatlarından sağlanabileceği ifade edilmiştir (Havlin ve ark., 1999).



Şekil 2.1. Toprakta fosfor döngüsü (Güzel ve ark., 2002)

2.9. Fosfor Alımına Etki Eden Faktörler

McBride (1994), P'nin alınımı ve fiksasyonu üzerine bir çalışma yapmış ve 1:1 tipi killere, 2:1 tipi killere göre daha fazla P'yi aldığını belirlemiştir. Raporda fazla yağışlı ve sıcaklığı yüksek bölgelerin topraklarında 1:1 tipi kaolinit tipi killerde P alımının daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Fe ve Al oksihidroksitlerin ortamda bulunmasının da P fiksasyonunu arttırdığı tespit edilmiştir. Toprak P fiksasyon kabiliyetleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

2.1. tipi killer < 1.1. tipi killer < karbonat kristalleri < kristalize Al, Fe, Mn oksitler < zayıf kristal yapılı Al, Fe, Mn oksitler, allofanlar şeklinde sıralanmıştır.

Toprak taksonomisinin de Vertisol ve Mollisol ordoları olarak tanımlanan 2:1 tipi killeri içeren toprakların düşük P fiksasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Fe ve Al oksitlerce zengin Ultisol, Oxisol ve Andisol ordoları olarak tanımlanan 1:1 tipi killeri içeren toprakların fiksasyonu 2:1 tipi killeri göre daha belirgin olduğu tespit edilmiştir (Brady ve Weil, 1999).

Bitki gelişimi üzerine oldukça önemli etkiye sahip olan P'nin bitkiler tarafından alınabilirliği bazı faktörlerin kontrolü altında gerçekleşmektedir. Bitki ve toprak faktörleri olarak ayrılabilen bu faktörleri P lehine düzeltilmesi oldukça güçtür. Toprağın sahip olduğu kil tipi ve miktarı, toprak reaksiyonu (pH), kireç, toprağın OM içeriği, değişebilir haldeki katyonlar (DK) gibi faktörler topraktaki P'nin yararlılığı üzerine oldukça etkili olduğu belirlenmiştir (Stevenson, 1999).

Toprak neminin artmasıyla bitkiler toprakta bulunan P_i'den daha fazla yararlanmaktadır. Bu nedenle sulanan topraklarda yetiştirilen bitkilerin sulanmayan topraklara göre daha fazla P_y kapsadıkları tespit edilmiştir (Haddock 1952; Haddock ve Linton 1957; Metwally ve Pollard 1959; Kilmer ve ark. 1960; Power ve ark., 1961).

Gahoonia ve ark. (1999), toprakta P_y oranının düşük olması durumunda, tahıl çeşitleri için P'li gübre uygulamasına ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir. Toprakta P'nin yararlılığını artırmak için yetiştirilen tahıl çeşitlerinin P etkinliğinde bilinmesi gerektiğini belirlemiştir. Bu konu ile ilgili 30 yıl süresince bitki köklerinde yapılan çalışmalar neticesinde farklı tahıl çeşitlerine 0, 10, 20 kg P ha⁻¹ dozlarında uygulamalar sonucunda 0 kg P ha⁻¹ dozunda kök uzunluğunun çeşitler arasında farklılık gösterdiği, artan P dozlarında ise kök uzunluğunun azaldığı tespit edilmiştir.

2.10. Topraklarda Bulunan Fosfor Mineralleri

Brady ve Weil (1999), topraklarda bulunan P'li minerallerin bileşikleri:

-Ca kapsayanlar (florapatit, karbonat apatit, hidroksi apatit, oksit apatit, trikalsiyum apatit v.b)

-Fe ve Al kapsayanlar (strengit, variskit) olmak üzere iki grup altında toplamıştır.

Kalsiyum fosfat bileşikleri toprakta düşük pH'da çoğu çözünür formda bulunmaktadır. Kalsiyum fosfatlar çoğunlukla sabittir ve pH artığında çoğu çözünmez forma geçer. Alkalin topraklardan nötre doğru da P_i mevcut formlara nazaran dominant olarak bulunmaktadır. Gübreleme ile verilen bazı apatit mineraller (florapatitler) en az çözünen ve dolayısıyla bitkilerin en az yararlandıkları bir mineraldir. Apatit mineralleri de yalnız alkalin topraklarda stabildir ve pH'nın 7 altında olduğu değerlerde ayrışmaktadır. Mono ve di kalsiyum fosfatlardan da bitkiler kolaylıkla ve fazla miktarda yararlanmaktadır. Demir, Al fosfat bileşikleri, strengite ve variskitden ibarettir. Bunlar asit tepkimeli topraklarda durağan olup çözünmez halde bulunduğu belirlenmiştir.

Gallet (2003), yılında yaptığı yedi yıllık bir çalışma sonucunda P'li gübre uygulanan alanlarda, toprağın 0-20 cm derinliğinde P_T ve P_i içeriğini arttığını ve daha sonraları bu alana P'li gübre uygulaması yapılmayınca P_T , P_i , P_O içeriğinin büyük oranlarda azaldığını belirlemiştir. Sahrawat (2000), ise yaptığı çalışmada toprağa uygulanan gübrelerin ilk yıl etkili olduğu daha sonraları ise toprakta artık etki oluşturduğunu tespit etmiştir.

Zhang ve ark. (1997), kumlu ve killi topraklarda uzun süreli P uygulaması yapılan kumlu topraklarda yıkanmanın fazla olması ve artan miktarlarda uygulanan P'li gübreler ile P_T ve P_i içeriğinin arttığı ve P_O 'da bir değişme olmadığını bulmuşlardır.

Otto ve Kilian (2001), yaptıkları bir çalışmada 1982-1998 yılları arasında buğday bitkisinde 0 ile 45 kg P ha⁻¹ arasında triple süper fosfat (TSP) uygulaması yapılmıştır. Uygulanan TSP gübresi bitki gelişimini önemli düzeyde arttırdığı tespit

edilmiştir. 1982 yılında başlangıçta yapılan analiz sonuçlarında 0-20 cm toprak derinliğinde 8.7 mg P kg^{-1} ve 20-40 cm derinliklerinde 4.0 mg P kg^{-1} bulunmuştur. 1998 yılında yapılan toprak analizlerinde ise 0-20 cm toprak derinliğinde kontrol dozunda $12.51 \text{ mg P kg}^{-1}$ ve 45 kg P ha^{-1} dozunda ise $44.46 \text{ mg P kg}^{-1}$, 20-40 cm toprak derinliğinde ise kontrol dozunda 5.9 mg P kg^{-1} ve 45 kg P ha^{-1} dozunda $11.24 \text{ mg P kg}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarında 10 ile 15 kg P ha^{-1} dozunda optimum verim elde edildiği, ayrıca P_Y içeriğinin ise 20 mg P ha^{-1} dozunun üzerinde gübreleme yapılan alanlarda her yıl uygulanan gübreler birikerek toprak içerisinde hızlı bir artışa neden olduğu belirtilmiştir.

Kacar (1964), Çukurova bölgesinde yaptığı çalışmada yulaf bitkisinde TSP şeklinde toprağa verilen gübrelerin (0, 25, 50, 100 $\text{mg P}_2\text{O}_5 \text{ kg}^{-1}$) %P ve P_T içeriğine etkisi araştırılmış ve artan miktarda verilen P'li gübrelerin bitkilerin %P ve P_T değerlerinin artmasına neden olduğunu belirtmiştir.

Öktem ve Ülger (1998), yaptıkları çalışmada farklı dozlarda (0, 4, 8, 16 $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$) gübre kullanarak mısır bitkisinin P kullanım etkinliğini araştırmış ve artan dozlarda uygulanan P'nin dane veriminde artışa neden olduğunu ve en yüksek verimin 8 $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ dozunda olduğu rapor edilmiştir.

Jiancai ve Barber (1992), yaptıkları tarla denemeleri sonucunda P'nin belli bir alana uygulanması ile P'nin yayırlılığını arttığını ve yüksek oranda gübre uygulanması ile de toprak çözeltisinin P konsantrasyonunu yükselttiği, artan dozlarda uygulanan P'nin kök yoğunluğunu azalttığından uygulanacak P'nin bitki sıra arasının yan ve altına gelecek şekilde uygulanması gerektiği tespit edilmiştir.

Turan ve Sezen (1999), Erzurum ve Erzincan yöresinden yapılan çalışmalar sonucunda Erzurum yöresinde en düşük P adsorpsiyonunu P_Y miktarı 2.89 mg kg^{-1} iken toprağa 50 mg P kg^{-1} ilave edildikten sonra bu oran 21.00 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiş ve P'nin %60.29'u adsorbe ettiği belirlenmiştir. En yüksek ise P_Y miktarı 1.10 mg kg^{-1} iken, toprağa 50 mg P kg^{-1} ilave edildikten sonra, P_Y miktarı 12.60 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiş ve P'nin %74.34'ü adsorbe olduğu belirlenmiştir. Erzincan

yöresinde ise en düşük P_Y miktarı 2.80 mg kg^{-1} iken 50 mg P kg^{-1} ilave edildikten sonra bu oran 16.5 mg kg^{-1} olarak belirlenmiş ve ilave edilen P'nin % 68.75 'i adsorbe olduğu, en yüksek ise P_Y miktarı 1.90 mg kg^{-1} iken toprağa 50 mg P kg^{-1} ilave edildikten sonra 14.40 mg kg^{-1} 'a yükselmiş ve ilave edilen P'nin %72.25'i adsorbe olduğu tespit edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

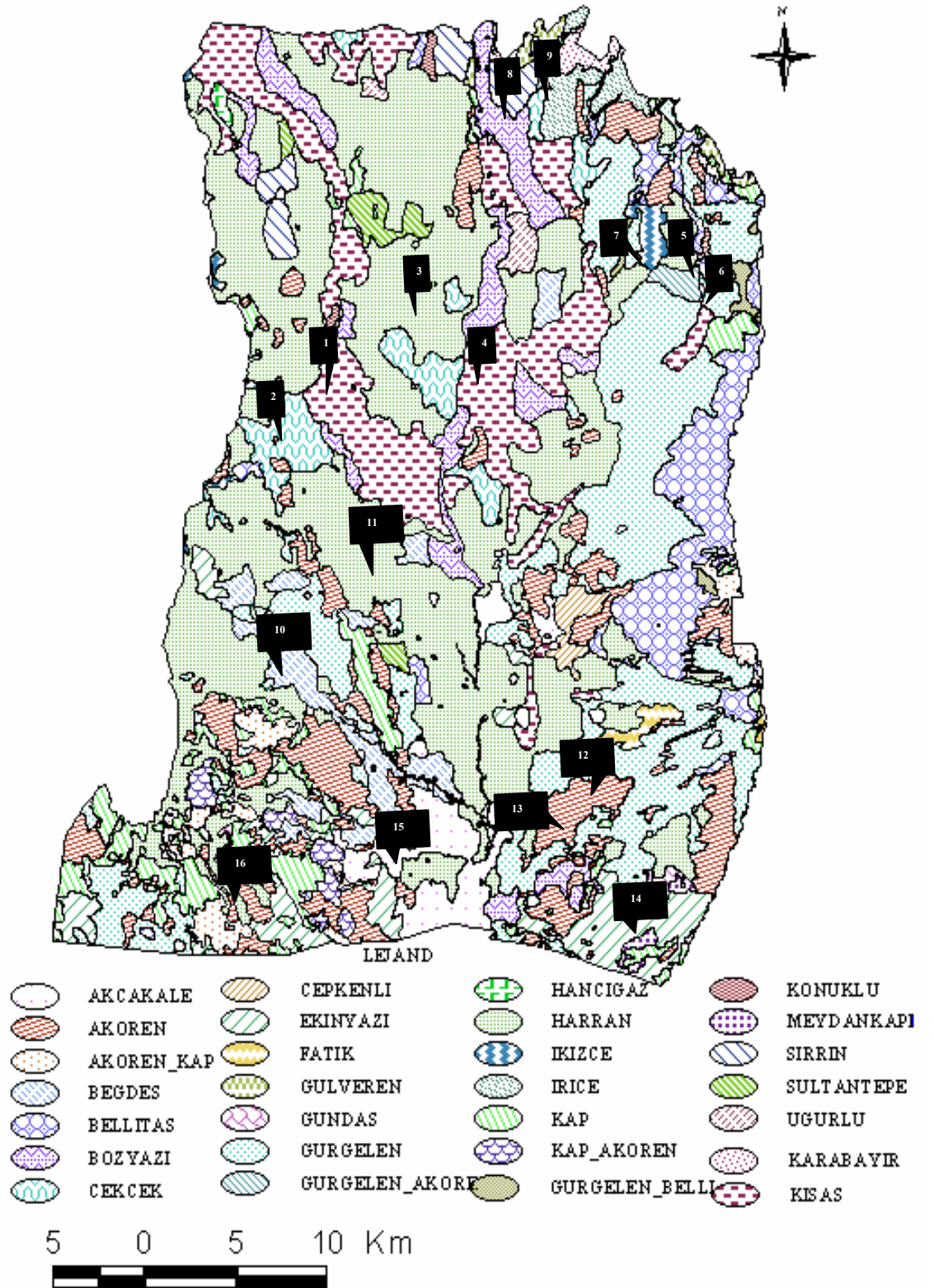
3.1. Materyal

3.1.1. Toprak örneklerinin alındığı seriler

Harran Ovasının toprak serileri haritasında 25 toprak serisinden, Harran Ovası'nda önceden belirlenmiş olan 16 noktadan farklı derinliklerde (0-20, 20-40, 40-60 cm) alınan toprak örneklerinin alındığı yerler Çizelge 3.1. ve Şekil 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Toprak örneklerinin alındığı seriler ve köy isimleri

Örnekleme Noktaları	Toprak Örneklerinin Alındığı Seriler	Örnek Alınan Köy İsimleri
1	Kıyas Serisi	Yamaçalı Köyü
2	Çekçek Serisi	Ozanlar Köyü
3	Harran Serisi	Taşlıca Köyü
4	Kıyas Serisi	Akdilek Köyü
5	Bellitaş Serisi	Karaali
6	Gürgelen Serisi	Karaali
7	İkizce Serisi	Karaali Akören Köyü
8	Sırrın Serisi	Emirler Köyü
9	İrice Serisi	Akdoğan Köyü
10	Beğdeş Serisi	Yukarı Beğdeş Köyü
11	Harran Serisi	Yukarı Yarımca Köyü
12	Gürgelen Serisi	Yukarı Yakın Yol Köyü
13	Akören Serisi	Yukarı Yakın Yol Köyü
14	Ekinyazı Serisi	Keçili Köyü
15	Akçakale Serisi	Gülveren Köyü
16	Gürgelen-Akören Serisi	Salihler Köyü



Şekil 3.1. Harran Ovası'nda bulunan yaygın seriler (Karakaş, 2004) ve toprak örneklerinin alındığı yerler

3.1.2. Araştırma alanının coğrafik konumu

Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan Harran Ovası 36° 47' ve 39° 15' doğu meridyenleri ile 36° 40' ve 37° 41' kuzey paralelleri arasında olup yaklaşık 225.000 ha alanı kaplamaktadır. Güneyinde Suriye sınırı, kuzeyinde Urfa-Germuş Dağları, Batıda Fatik Dağları, doğuda ise Tektek Dağları bulunmaktadır. Ovanın ortalama denizden yüksekliği 350-500 m arasında olmakla birlikte, kuzeye doğru yükseklik artmaktadır.

3.1.3. Araştırma alanının topoğrafik ve jeolojik yapısı

Doğu ve batıda yükseltiler hariç tutulduğunda topoğrafik olarak ova genel hatlarıyla iki kısımda incelenebilir. Taban araziler ve orta eğimli dalgalı araziler. Taban araziler Şanlıurfa il merkezi'nin güneydoğusunda başlayıp Akçakale ilçesine kadar devam eden, geniş Holosen düzlükleri kapsamaktadır. Bu arazilerin eğimi %0-2 arasında değişmekle birlikte, çoğunlukla %0.5 eğime sahiptir. Bu arazilerin toprak yüzeyi genelde düz olup, çok hafif bir tesviyeye gereksinim vardır. Araştırma alanı jeolojik bakımdan genellikle Kvarterner (Pleistosen-Holosen) alüviyallerinden oluşmuştur. Ovada Eosan, Oligo-Miyosen, alt Miyosen, Neojen, Pleistosen-eski alüviyon, Holosen yeni alüviyon ve bazalt birimleri yaygın olarak bulunmaktadır (Dinç ve ark., 1988).

Harran Ovası'nda sulanan alanların çok önemli bir kısmı düz topografyada yer almakta ve bitki gelişimi için yeterli derinliğe sahiptir. Genelde yüksek kireç ve kil içeriğine sahip olan toprakların OM seviyeleri düşüktür. Toprakta OM'nin azlığı ve yüksek kil miktarı, toprak işleme, tohum yatağı hazırlama ve sulama işlemleride verimi etkileyici bazı problemlere neden olmaktadır (Çullu, 2003).

3.1.4. Araştırma alanının toprak özellikleri

Harran ovası toprak serileri yedi ayrı fizyografik ünite üzerinde yer almaktadır.

1. Eosen-Oligosen yaşlı kireç taşı yükselteleri Fatik ve Tektek dağlarının eteklerindeki koluviyal araziler,
2. Eosen-Miosen yaşlı kireç taşı tepecikleri
3. Pleistosen (yaşlı bazalt platolar)
4. Çamur akıntılarında (bajada) ibaret araziler
5. Lokal aluviyal araziler,
6. Çukur kil depoları sığ deniz koşullarından oluşmuş marnlı araziler ve
7. Eski göl tabanları şeklinde ayırt edilmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalar sonucu bu üniteler üzerinde 25 toprak serisi belirlenmiş ve bunlardan 6 tanesi çalışma alanında yaygın şekilde bulunmaktadır. Bunlardan 25 tane toprak serisinden 21'i killi, ikisi siltli kil diğeri killi tın tekstürlüdür. Baskın kil mineralinin smektit grubu killer olduğu görülmüş bunun yanında diğere önemli paligorsgit kil mineralleri bulunmuştur. Toprakların kil içeriği yüksekliği yanında speroidal makro yapı ve ayrıca paligorskit (iğne yapılı 2:1 tipi kil minerali), kil tekstürlü toprakların geçirgenliğini artırmıştır (Dinç ve ark., 1988).

Genellikle iyi gelişmiş A-B-C horizonuna sahip bulunan ova topraklarının arid bölgeler için tipik olan kireç içerikleri yüksek olmasına rağmen OM miktarı genellikle %1'in altındadır (Dinç ve ark., 1988).

3.1.5. Araştırma alanının iklim özellikleri

Şanlıurfa Devlet Meteoroloji istasyonundan alınan 2005 yılı iklim verilerine Çizelge 3.2.'de verilmiştir

Çizelge 3.2. Şanlıurfa ili 2005 yılı iklim verileri

Aylar	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Nispi Nem (%)	Yağış Toplamı (kg m ⁻²)
Ocak 2005	6.6	16.7	-0.8	64.4	64.4
Şubat 2005	6.4	17.5	-2.2	68.5	69.5
Mart 2005	11.4	24.5	1.9	57.1	23.1
Nisan 2005	17.3	29.7	4.8	50.9	25.2
Mayıs 2005	23.1	35.0	7.8	41.4	9.9
Haziran 2005	27.4	38.5	15.1	35.9	31.3
Temmuz 2005	33.0	43.7	20.4	32.8	-
Ağustos 2005	32.1	43.5	20.0	44.7	2.3
Eylül 2005	26.3	37.2	16.0	46.0	-
Ekim 2005	18.6	32.0	6.8	52.9	17.4
Kasım 2005	11.2	23.5	2.1	64.3	54.4
Aralık 2005	9.9	23.1	-1.6	69.5	39.6
Yıllık 2005	18.6	30.4	7.5	52.4	33.71

Araştırma alanının, iklim verilerine göre aylık ortalama sıcaklık en düşük 6.4 °C ile Şubat ayında, en yüksek 33.0 °C ile Temmuz ayında, maksimum sıcaklık en düşük 16.7 °C ile Ocak ayında, en yüksek 43.7 °C ile Temmuz ayında, minimum sıcaklık en düşük -2.2 °C ile Şubat ayında, en yüksek 20.4 °C ile Temmuz ayında ölçülmüştür. Ortalama en düşük nispi nem %32.8 ile Temmuz ayında, en yüksek nispi nem % 69.5 ile Aralık ayında ölçülmüştür. Toplam yağış ise 2.3 kg m⁻² ile 69.5 kg m⁻² arasında ölçülürken en az yağış Temmuz ve Eylül aylarında görülürken en yüksek yağış Şubat ayında ölçülmüştür (DMİ, 2005).

3.2. Yöntem

Bu çalışmada Harran Ovası'nda önceden belirlenmiş olan 16 noktadan farklı derinliklerde (0-20, 20-40, 40-60 cm) alınan toprak örnekleri kurutularak tahta tokmakla dövüldükten sonra 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiş ve kavanozlarda muhafaza edilmiştir. Toprak serilerinde; aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır

3.2.1. Yapılan genel toprak analizlerinde uygulanan yöntemler**3.2.1.1. Toprak reaksiyonu (pH)**

Saturasyon ekstraktında Thomas (1996)'da belirtildiği gibi yapılmıştır.

3.2.1.2. Kireç içeriği

Scheibler kalsimetresi ile toprakta Nelson (1982)'de belirtildiği gibi yapılmıştır.

3.2.1.3. Elektriksel iletkenlik (EC)

Whetstone köprüsü yöntemi ile saturasyon çamurunda belirlenmiştir (Rhoades, 1996).

3.2.1.4. Katyon değişim kapasitesi (KDK)

Katyon değişim kapasitesi (KDK) amonyum asetat metodu ile yapılmıştır (Sumner, 1996).

3.2.1.5. Organik madde (%)

Organik madde Jackson (1962)'de belirtildiği modifiye Walkley Black yöntemi ile belirlenmiştir.

3.2.1.6. Tekstür

Tekstür analizi Bouyoucos (1951)'e göre belirlenmiştir.

3.2.2. Fosfor analizleri

3.2.2.1. Total fosfor

Sodyum karbonat (Na_2CO_3) ile karıştırıldıktan sonra ergitilen toprakta çözünmez haldeki fosforu çözünülebilir hale dönüştürdükten sonra askorbik asit ile fosfomolibdat komplekslerini Molibdofosforik mavi renk yöntemine göre spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda okunarak belirlenmiştir (Harwood ve ark., 1969).

Çizelge 3.3. Topraktaki toplam fosfor değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri (Tripathi ve ark., 1970)

Toplam Fosfor (mg kg^{-1})	Değerlendirme
300-500	Düşük
600-1000	Orta
1000<	Yüksek

3.2.2.2. Organik fosfor

Toprak örneği fırında $550\text{ }^\circ\text{C}$ de yakılarak P_O P_I ' ye dönüştürülmüştür. Fırında yakılan ve yakılmayan toprak örnekleri 1N H_2SO_4 ile ekstrakte edilmiştir. Molibdofosforik mavi renk yöntemine göre spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda okunarak yakılan ve yakılmayan örnekler arasındaki farktan P_O miktarı belirlenmiştir (Walker ve Adams, 1958).

3.2.2.3. İnorganik fosfor

Toplam P ve P_O arasındaki farktan P_I bulunmuştur.

3.2.2.4. Yarayırlı fosfor (Olsen fosfor)

Yarayırlı P Olsen metoduna göre belirlenmiştir. Toprakta bulunan P'nin bikarbonat (0,5 M NaHCO_3) çözeltisinin pH 8.50'ye ayarlanması ile açığa çıkan çözeltide bulunan P miktarına göre mavi renk oluşturan bir ortamda bağlayıp, indirgeyerek elde edilen mavi rengin spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda

okunmuştur. Okunan bu değerin aynı koşullarda hazırlanmış ve P içeriği bilinen standart çözeltilerle kıyaslanması esasına dayanarak hesaplanmıştır (Olsen ve ark., 1954). Elde edilen P_Y değerleri Çizelge 3.4.'de verilenlerle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.4. Topraktaki yarıyırlı fosfor değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri (Tovep, 1991)

Fosfor (mg kg^{-1})	Değerlendirme
<2.5	Çok düşük
2.5-8	Düşük
8-25	Yeterli
25-80	Yüksek
80<	Çok Yüksek

3.2.2.5. İstatistikî analizler

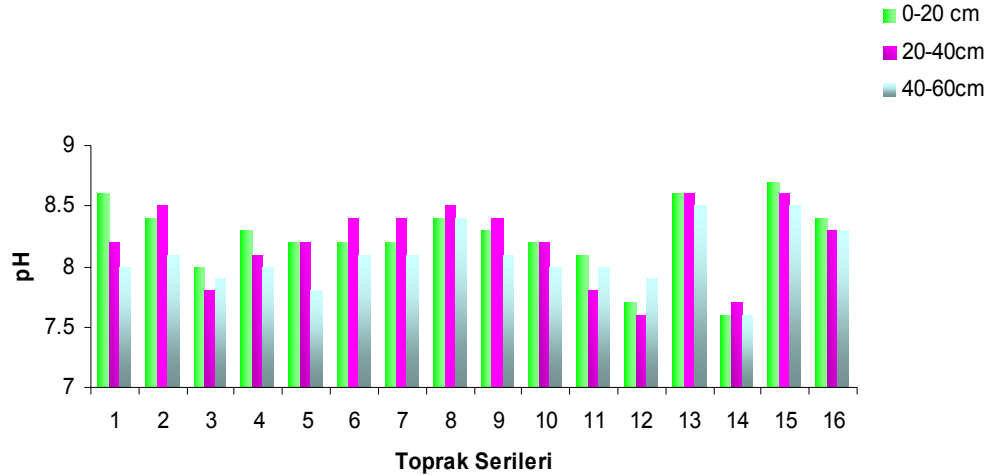
Bu çalışma üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Fosfor analizlerinin Araştırma bulgularında istatistik analizlerinde tek yönlü varyans analiz metodu, ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma yöntemi, bulgular arasındaki ilişkilerin hesaplanmasında korelasyon analizi SPSS 9.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır (Efe ve ark., 2000).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

4.1.1. Toprak reaksiyonu (pH)

Toprak örnekleri 16 noktadan 0-20, 20-40, 40-60 cm derinliklerinden alınmış ve pH ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda; 0-20 cm derinliğinde en düşük pH'nın 7.6 ile Ekinyazı serisinde ve en yüksek 8.7 ile Akçakale serisinde, 20-40 cm derinliğinde ise en düşük 7.6 ile Gürgelen serisi (Yukarı yakın yol köyü)'nde ve en yüksek 8.6 ile Akören ve Akçakale serisinde, 40-60 cm derinlikte en düşük 7.6 ile Ekinyazı serisinde ve en yüksek 8.5 ile Akören ve Akçakale serisinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1). Bu sonuçlara göre toprak pH'sının hafif alkali, alkali ve kuvvetli alkali özelliğe sahip olduğu Akalan (1968)'e göre belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Örnek alınan serilerin farklı derinliklerindeki pH seviyeleri

Çizelge 4.1. Farklı derinliklerde alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Örnekleme noktaları	Toprak serileri	Derinlik (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Organik Madde (%)	Kireç (%)	KDK (cmol kg ⁻¹)	Tekstür (%)			Bünye	Yarayışlı P (kg da ⁻¹)
								Kil	Silt	Kum		
1	Kıyas	0-20	8.6	1.8	1.0	28	64	52	24	24	Kil	2.6
		20-40	8.2	0.8	0.4	29	63	50	29	21	Kil	2.3
		40-60	8.0	0.6	0.4	32	54	43	28	29	Kil	1.4
2	Çekçek	0-20	8.4	0.6	0.8	27	64	55	21	24	Kil	6.2
		20-40	8.5	1.0	0.5	31	53	68	19	13	Kil	5.5
		40-60	8.1	1.0	0.5	32	53	65	21	14	Kil	5.4
3	Harran	0-20	8.0	1.0	0.8	25	54	48	26	26	Kil	9.0
		20-40	7.8	0.8	0.7	23	57	42	35	23	Kil	3.3
		40-60	7.9	0.7	0.5	22	61	43	34	23	Kil	1.7
4	Kıyas	0-20	8.3	1.0	1.5	36	57	47	33	20	Kil	4.0
		20-40	8.1	0.8	1.4	37	60	45	32	23	Kil	3.7
		40-60	8.0	0.5	1.1	38	57	46	25	29	Kil	2.6
5	Bellitaş	0-20	8.2	1.1	1.4	32	53	57	26	17	Kil	6.0
		20-40	8.2	1.1	0.8	34	49	64	18	18	Kil	1.1
		40-60	7.8	1.6	0.8	30	52	63	23	14	Kil	0.7
6	Gürgelen	0-20	8.2	0.8	1.4	24	55	41	33	26	Kil	2.1
		20-40	8.4	0.7	1.2	26	51	41	30	29	Kil	0.9
		40-60	8.1	1.0	1.0	27	57	43	33	24	Kil	0.8
7	İkizce	0-20	8.2	0.8	1.0	25	56	48	28	24	Kil	0.9
		20-40	8.4	0.8	0.7	26	54	51	34	16	Kil	0.7
		40-60	8.1	0.5	0.7	28	60	48	27	25	Kil	0.6

Çizelge 4.1' in devamı

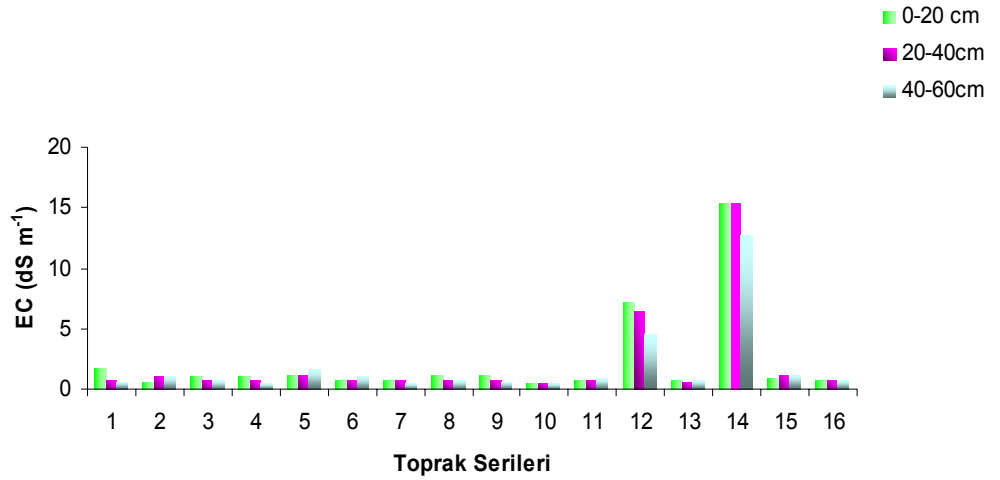
Örnekleme Noktaları	Toprak serileri	Derinlik (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Organik Madde (%)	Kireç (%)	KDK (cmol kg ⁻¹)	Tekstür (%)			Bünye	Yarayışlı P (kg da ⁻¹)
								Kil	Silt	Kum		
8	Sırrın	0-20	8.4	1.1	1.3	26	64	55	26	19	Kil	0.8
		20-40	8.5	0.8	1.0	28	61	56	23	21	Kil	0.5
		40-60	8.4	0.8	0.9	30	65	55	23	22	Kil	0.04
9	İrice	0-20	8.3	1.1	1.3	22	58	55	22	23	Kil	3.2
		20-40	8.4	0.7	0.9	25	62	60	20	20	Kil	1.5
		40-60	8.1	0.6	0.4	29	66	55	8	37	Kil	0.5
10	Beğdeş	0-20	8.2	0.5	1.4	29	54	35	27	38	Killi tın	1.9
		20-40	8.2	0.5	0.8	25	59	40	26	34	Killi tın	1.4
		40-60	8.0	0.5	0.6	29	60	39	29	32	Killi tın	0.6
11	Harran	0-20	8.1	0.7	1.1	27	61	54	22	24	Kil	3.1
		20-40	7.8	0.7	1.0	27	60	56	23	21	Kil	0.6
		40-60	8.0	0.9	0.5	29	45	54	22	24	Kil	0.5
12	Gürgelen	0-20	7.7	7.2	0.8	28	35	44	22	34	Kil	2.6
		20-40	7.6	6.4	0.8	30	41	42	29	29	Kil	2.1
		40-60	7.9	4.5	0.5	32	43	51	25	24	Kil	0.2
13	Akören	0-20	8.6	0.8	1.2	27	34	28	27	45	Killi tın	2.3
		20-40	8.6	0.6	0.9	28	32	30	31	39	Killi tın	2
		40-60	8.5	0.7	0.9	28	43	37	31	32	Killi tın	0.5
14	Ekinyazı	0-20	7.6	15.4	1.0	23	40	44	14	42	Kil	1.8
		20-40	7.7	15.3	0.9	23	43	40	14	46	Kumlu kil	1.6
		40-60	7.6	12.7	0.6	24	39	35	28	37	Killi tın	0.2

Çizelge 4.1'in devamı

Örnekleme Noktaları	Toprak serileri	Derinlik (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Organik Madde (%)	Kireç (%)	KDK (cmol kg ⁻¹)	Tekstür (%)			Bünye	Yarayıslı P (kg da ⁻¹)
								Kil	Silt	Kum		
15	Akçakale	0-20	8.7	0.9	1.6	16	64	49	32	19	Kil	0.4
		20-40	8.6	1.2	1.1	15	62	51	31	18	Kil	0.2
		40-60	8.5	1.1	0.1	14	61	51	34	15	Kil	0.06
16	Gürgelen-Akören	0-20	8.4	0.7	1.2	34	47	50	27	23	Kil	2.3
		20-40	8.3	0.7	0.9	33	52	42	32	26	Kil	0.8
		40-60	8.3	0.7	0.1	36	43	43	31	26	Kil	0.1

4.1.2. Elektriksel iletkenlik (EC)

Ova topraklarının elektriksel iletkenlik (EC) değerleri üç ayrı toprak derinliğinde (0-20, 20-40, 40-60 cm)'de incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda 16 noktada; 0-20 cm derinlikte en düşük EC içeriği 0.5 ile Beğdeş serisinde ve en yüksek 15.4 ile Ekinyazı serisinde, 20-40 cm derinlikte en düşük 0.5 ile Beğdeş serisinde ve en yüksek ise 15.3 ile Ekinyazı serisinde, 40-60 cm derinliğinde en düşük 0.5 ile Kısas, İkizce, Beğdeş serisinde ve en yüksek 12.7 ile Ekinyazı serisinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2). Toprak örneklerinin elektriksel iletkenlikleri sınır değerleri bakımından incelendiğinde genelde 2 dS m^{-1} 'den düşük olup tuzluluk tehlikesi görülmez iken Ekinyazı serisinde orta tuzluluk tehlikesi görüldüğü Tüzüner (1990)'a göre belirlenmiştir.

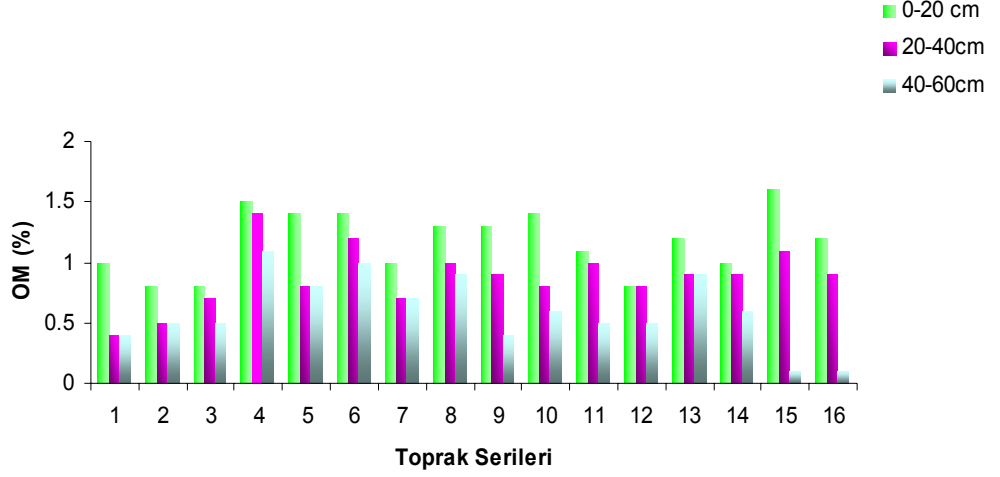


Şekil 4.2. Örnek alınan serilerin farklı derinliklerindeki EC seviyeleri

4.1.3. Organik madde (%)

Örneklerin OM (%) içerikleri incelendiğinde; 0-20 cm derinliğinde en düşük 0.8 ile Çekçek, Harran, Gürgelen (Yukarı yakın yol köyü) serisinde ve en yüksek 1.6 ile Akçakale serisinde, 20-40 cm derinliğinde en düşük 0.4 ile Kısas serisi (Yamaçaltı köyü)'nde ve en yüksek 1.4 ile Kısas serisi (Akdilek köyü)'nde, 40-60 cm derinliğinde en düşük 0.1 ile Akçakale, Gürgelen-Akören (Salihler köyü)'nde ve en yüksek 1.1 ile Kısas serisi (Akdilek köyü)'nde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Hızalan ve Ünal (1966)'a göre organik madde içerikleri sınır değerleri bakımından

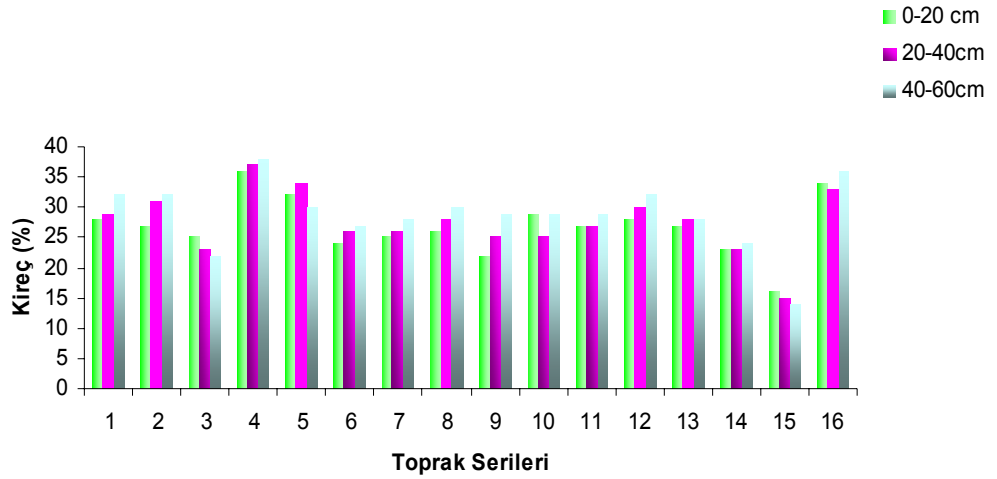
incelendiğinde, çok düşük, düşük sınıfına girmektedir. Organik madde miktarı toprağın üst kısmında daha yüksektir. Bunun nedeni ise bitki kalıntılarının toprağın üst kısmında daha fazla bulunmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.3. Örnek alınan serilerin farklı derinliklerdeki organik madde seviyeleri

4.1.4. Kireç içeriği (%)

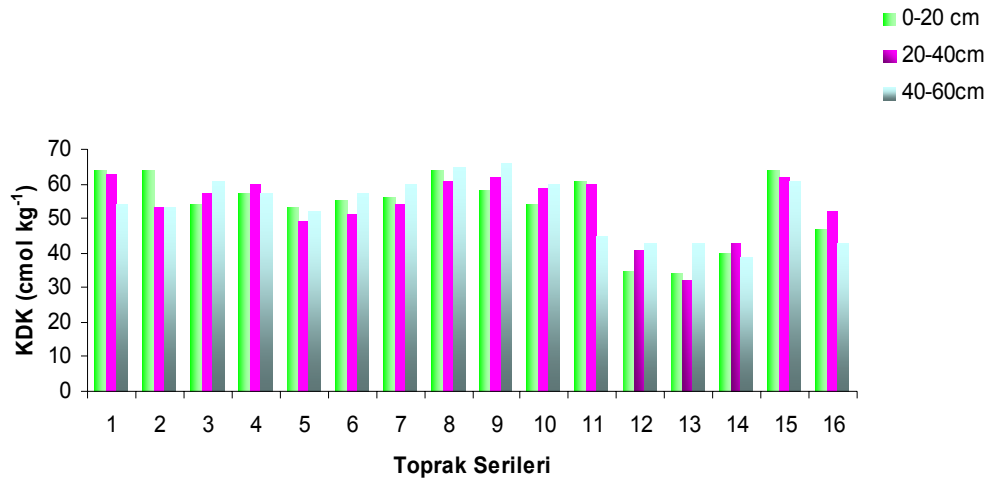
Toprakların kireç içeriklerinin ölçümleri sonucunda; 0-20 cm’de en düşük %16 ile Akçakale serisinde ve en yüksek ise %36 ile Kısas serisi (Akdilek köyü)’nde, 20-40 cm derinliğinde en düşük %15 ile Akçakale serisinde ve en yüksek ise % 37 ile Kısas serisi (Akdilek köyü)’nde ve 40-60 cm derinliğinde en düşük %14 ile Akçakale serisinde ve en yüksek %38 ile Kısas serisi (Akdilek köyü)’nde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4). Hızalan ve Ünal (1966)’a göre sınır değerleri bakımından incelendiğinde, bazı örneklerde yıkanmadan dolayı toprak serilerinde yukarıdan aşağıya doğru bir artış gözlenmekte iken Harran, Bellitaş, Beğdeş, Akçakale, Gürgelen-Akören (Salihler Köyü)’nde bu durum gözlenmemektedir.



Şekil 4.4. Örnek alınan serilerin farklı derinliklerindeki kireç seviyeleri

4.1.5. Katyon değişim kapasitesi (KDK)

Ova topraklarının KDK değerleri bakımından incelendiğinde; 0-20 cm derinliğinde en düşük 34 ile Akören serisinde ve en yüksek ise 64 ile Kısas (Yamaçalı köyü), Çekçek, Sırrın, Akçakale serisinde, 20-40 cm derinliğinde ise en düşük 32 ile Akören serisinde, en yüksek ise 63 ile Kısas serisi (Yamaçalı köyü)'nde, 40-60 cm derinliğinde en düşük 39 ile Ekinyazı serisinde, en yüksek ise 66 ile İrice serisi'nde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.5). Genel olarak seriler tekstür bakımından killi bir bünyeye sahip olduğu için seriler 0-20, 20-40 ve 40-60 cm derinliğinde incelendiğinde KDK değerlerinde birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 4.5. Örnek alınan serilerin farklı derinliklerindeki KDK seviyeleri

4.1.6. Tekstür

Ova toprakları toprak bünyesi bakımından incelendiğinde genellikle killi bir bünyeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Sadece Beğdeş ve Akören serilerinde 0-20, 20-40 ve 40-60 cm'de bünyenin killi tın olduğu, Ekinyazı serisinde 20-40 cm'de bünyenin kumlu kil, 40-60 cm'de ise killi tın olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

4.2. Toplam Fosfor

4.2.1. Toprak serileri arası karşılaştırma

Şanlıurfa İli Harran Ovasında 16 noktadan farklı derinliklerde (0-20, 20-40 ve 40-60 cm) alınan toprak örneklerinde belirlenen P_T içerikleri (Çizelge 4.2)'de verilmiştir.

Örnekleme noktaları ve derinlikler için (0-20, 20-40, 40-60 cm) belirlenen P_T içeriklerinin örnekleme noktaları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($P<0.05$).

0-20 cm toprak derinliğinde P_T içerikleri Çekçek Serisi'nde 894 mg kg^{-1} olarak diğer örnekleme noktalarından daha yüksek düzeyde, en düşük P_T içeriği ise Gürgelen Serisi (Yukarı Yakın Yol Köyü)'nde 343 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

20-40 cm toprak derinliğinde P_T içerikleri Çekçek Serisi'nde 881 mg kg^{-1} olarak diğer örnekleme noktalarından daha yüksek düzeyde, en düşük P_T içeriği ise Gürgelen Serisi (Yukarı Yakın Yol Köyü)'nde 313 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

40-60 cm toprak derinliğinde P_T içerikleri Çekçek Serisi'nde 551 mg kg^{-1} olarak diğer örnekleme noktalarından daha yüksek düzeyde, en düşük P_T içeriği ise Gürgelen Serisi (Yukarı Yakın Yol Köyü)'nde 298 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Örnek alınan serilerin farklı derinliklerindeki fosfor içerikleri

Örneklemeye Noktaları	Toplam P	İnorganik P	Organik P	Yarayışlı (Olsen) P
			(mg kg ⁻¹) 0-20 cm	
1	537±0.27 ^b	491±0.13 ^b	46±.36 ^d	11 ±0.19 ^f
2	894±0.48 ^a	835±0.24 ^a	60±.63 ^a	25±0.16 ^b
3	508±0.27 ^c	491±0.25 ^b	17±.29 ⁱ	36±0.01 ^a
4	444±0.99 ^h	416±0.98 ⁱ	29±.12 ⁱ	16±0.41 ^d
5	508±0.33 ^c	475±0.21 ^c	33±.50 ^g	24±0.37 ^c
6	510±0.43 ^c	467±0.43 ^d	43±.73 ^e	9±0.32 ^h
7	423±0.70 ⁱ	395±0.70 ^j	28±0.02 ⁱ	4±0.13 ^j
8	389±0.75 ^j	336±0.77 ^m	53±0.09 ^b	3±0.17 ^j
9	452±0.93 ^g	422±0.90 ^g	30±0.044 ^h	13±0.41 ^e
10	443±0.08 ^h	395±0.42 ^j	48±0.37 ^c	8±0.12 ⁱ
11	385±0.94 ^k	354±1.22 ^l	31±0.61 ^h	13±0.30 ^e
12	343±0.82 ^l	307±0.30 ⁿ	36±0.99 ^f	10±0.19 ^f
13	455±0.78 ^f	419±1.13 ^h	36±0.37 ^f	9±0.19 ^g
14	386±1.31 ^k	365±1.15 ^k	21±0.72 ^k	7±0.08 ⁱ
15	465±0.16 ^e	429±0.22 ^f	36±0.31 ^f	2±0.08 ^k
16	468±1.24 ^d	444±1.95 ^e	24±0.70 ^j	10±0.26 ^g
Ortalama	476±17.47	440.±16.71	36±1.64	12±1.27
20-40 cm				
1	535±0.24 ^b	505±0.24 ^b	30±0.24 ^d	10±0.16 ^d
2	881±0.49 ^a	847±0.27 ^a	34±0.24 ^b	23±0.25 ^a
3	396±0.66 ^h	377±0.90 ^h	19±0.43 ^h	14±0.30 ^c
4	419±0.54 ^f	392±0.25 ^f	28±0.33 ^e	15±0.19 ^b
5	386±1.39 ⁱ	363±1.90 ⁱ	23±0.54 ^f	5±0.16 ^h
6	414±0.23 ^g	381±0.34 ^g	33±0.57 ^c	4±0.19 ⁱ
7	429±0.46 ^c	394±0.27 ^e	35±0.45 ^b	3±0.004 ^j
8	352±0.18 ^k	322±0.25 ^m	30±0.23 ^d	2±0.09 ^k
9	385±1.39 ⁱ	347±1.12 ^j	38±0.29 ^a	6±0.29 ^g
10	432±1.03 ^d	394±0.88 ^e	37±0.21 ^a	6±0.22 ^g
11	348±0.69 ^l	328±0.74 ^l	20±0.20 ^h	3±0.22 ^{jk}
12	313±0.40 ^m	281±0.70 ⁿ	33±0.68 ^c	9±0.19 ^e
13	395±0.95 ^h	365±0.82 ⁱ	30±0.27 ^d	8±0.09 ^e
14	358±0.90 ^j	343±0.77 ^k	15±0.22 ^j	6±0.06 ^f
15	432±0.71 ^d	411±0.12 ^d	21±0.59 ^g	1±0.002 ^l
16	449±0.93 ^c	432±0.60 ^c	17±0.37 ⁱ	3±0.09 ⁱ
Ortalama	433±18.34	405±18.11	28±1.06	7±0.79
40-60 cm				
1	517±0.24 ^b	490±0.13 ^b	27±0.27 ^d	6±0.09 ^d
2	551±0.22 ^a	539±0.20 ^a	12±0.40 ⁱ	21±0.25 ^a
3	358±0.50 ^h	339±0.21 ^g	18±0.33 ^g	7±0.04 ^c
4	425±0.33 ^d	391±0.21 ^d	34±0.50 ^b	11±0.22 ^b
5	418±0.75 ^e	389±0.54 ^d	29±0.46 ^c	3±0.04 ^e
6	386±0.25 ^g	357±0.29 ^f	30±0.48 ^c	3±0.05 ^e
7	405±0.66 ^f	381±0.35 ^e	24±0.39 ^{ef}	2±0.16 ^f
8	316±1.16 ^l	292±0.90 ^k	24±0.27 ^e	0.2±0.00 ⁱ
9	332±0.22 ^k	293±0.34 ^k	39±0.50 ^a	2±0.11 ^g
10	316±0.19 ^l	291±0.60 ^k	25±0.69 ^e	3±0.22 ^f
11	331±0.85 ^k	308±0.72 ^j	24±0.44 ^{ef}	2±0.11 ^g
12	298±2.21 ^m	280±2.30 ^l	18±0.09 ^h	1±0.00 ^h
13	344±0.46 ^j	337±0.72 ^g	7±0.44 ^j	2±0.26 ^g
14	330±0.50 ^k	311±0.33 ⁱ	19±0.42 ^g	1±0.00 ^h
15	430±0.29 ^c	410±0.46 ^c	20±0.47 ^g	0.3±0.00 ⁱ
16	352±0.23 ^l	329±0.83 ^h	23±0.61 ^f	1±0.00 ^{hi}
Ortalama	382±10.28	359±10.38	23±1.12	4±0.76

Aynı sütunlardaki ortalamalar arasında fark istatistiki olarak önemlidir (P<0.05)

4.2.2. Toprak serilerinin kendi içerisindeki karşılaştırmaları

Toprak örneği alınan 16 noktadan farklı derinliklerde (0-20, 20-40 ve 40-60 cm) belirlenen P_T içerikleri Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Örnek alınan 16 noktanın farklı toprak derinlikleri için belirlenen P_T içerikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Her bir serinin karşılaştırılması aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.3. Serilerin farklı derinliklerindeki toplam fosfor içerikleri (mg kg^{-1})

Örnekleme noktaları	Derinlikler		
	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
1	537±0.27 ^a	535±0.24 ^b	517±0.24 ^c
2	894±0.48 ^a	881±0.49 ^b	551±0.22 ^c
3	508±0.27 ^a	396±0.66 ^b	358±0.50 ^c
4	444±0.99 ^a	419±0.54 ^c	425±0.33 ^b
5	508±0.33 ^a	386±1.39 ^c	418±0.75 ^b
6	510±0.43 ^a	414±0.23 ^b	386±0.25 ^c
7	423±0.70 ^b	429±0.46 ^a	405±0.66 ^c
8	389±0.75 ^a	352±0.18 ^b	316±1.16 ^c
9	452±0.93 ^a	385±1.39 ^b	332±0.22 ^c
10	443±0.08 ^a	432±1.03 ^b	316±0.19 ^c
11	385±0.94 ^a	348±0.69 ^b	331±0.85 ^c
12	343±0.82 ^a	313±0.40 ^b	298±2.21 ^c
13	455±0.78 ^a	395±0.95 ^b	344±0.46 ^c
14	386±1.31 ^a	358±0.90 ^b	330±0.50 ^c
15	465±0.16 ^a	432±0.71 ^b	430±0.29 ^c
16	468±1.24 ^a	449±0.93 ^b	352±0.23 ^c

^{abc}: Aynı satırdaki ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$).

1) Kısas serisi (Yamaçalı köyü): Üç farklı toprak derinliğinde belirlenen P_T içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 537 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 517 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatistiksel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklılık göstermektedir.

2) Çekçek serisi (Ozanlar köyü): Bu seride P_T içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 894 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 551 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatistiksel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklı olduğunu belirtmektedir.

3) Harran serisi (Taşlıca köyü): Bu seride P_T içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 508 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 358 mg kg^{-1}

olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

4) Kısas serisi (Akdilek köyü): Bu seride P_T içeriği 0-20 cm derinliğinde 444 mg kg^{-1} , en düşük ise 20-40 cm derinliğinde 419 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklılık göstermektedir.

5) Bellitaş serisi (Karaali): Bu seride P_T içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 508 mg kg^{-1} , en düşük ise 20-40 cm derinliğinde 386 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklılık göstermektedir.

6) Gürgelen serisi (Karaali): Bu seride P_T içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 510 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 386 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

7) İkizce serisi (Karaali-Akören köyü): Bu seride P_T içeriği 20-40 cm derinliğinde 429 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 405 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatikselsel olarak 0-20 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklılık göstermektedir.

8) Sırrın serisi (Emirler köyü): Bu seride P_T içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 389 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 316 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklı olduğunu belirtmektedir.

9) İrice serisi (Akdoğan köyü): Bu seride P_T içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 452 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 332 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklılık göstermektedir.

10) Beğdeş serisi (Yukarı beğdeş köyü): Bu seride P_T içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 443 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 316 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

11) Harran serisi (Yukarı yarımca köyü): Bu seride P_T içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 385 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 331 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklı olduğu gözlenmiştir.

12) Gürgelen serisi (Yukarı yakın yol köyü): Bu seride P_T içeriği ortalama olarak en yüksek 0-20 cm derinliğinde 343 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 298 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T düzeylerinden farklılık göstermektedir.

13) Akören serisi (Yukarı yakın yol köyü): Bu seride P_T içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 455 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 344 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

14) Ekinyazı serisi (Keçili köyü): Bu seride P_T içerikleri ortalama olarak en yüksek 0-20 cm derinliğinde 386 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 330 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklılık göstermektedir.

15) Akçakale serisi (Gülveren köyü): Bu seride P_T içerikleri ortalama olarak en yüksek 0-20 cm derinliğinde 465 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 430 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

16) Gürgelen-Akören serisi (Salihler köyü): Bu seride P_T içerikleri ortalama olarak en yüksek 0-20 cm derinliğinde 468 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm

derinliğinde 352 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu istatiksel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_T içeriklerinden farklılık göstermektedir.

Bütün serilerden elde edilen sonuçlar genel olarak toprağın üst katmanından (0-20 cm)'den derinlere inildikçe P_T içeriğinde azalma eğilimi gözlenmiştir. Sonuçlar toprağın üst katmanının P_T içeriğinin alt katmanından daha fazla olduğunu göstermektedir. Bunun sebebidir P 'li gübre uygulamalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sönmez (1998), fosforlu gübre ve malçın topraktaki P fraksiyonları üzerine etkisini 1991'den 1998' e kadar incelemiştir. Toprak örneklerini 2 farklı derinlikten alınarak (0-15 ve 15-30 cm) bu topraklarda P_T analizlerini yapmış ve sonuç olarak 0-15 cm'deki toprak fraksiyonlarının daha derin katman olan 15-30 cm'ye nazaran daha fazla olduğunu belirlemiştir. Nartey (1994), toprak profilinden 0-16, 16-32, 32-48, 48-67, 67-98, 98-+ cm derinliğinde alınan toprak örneklerinde derinlere doğru inildikçe P_T 'nin azaldığını tespit etmiştir.

Kacar ve Katkat (1997), Türkiye topraklarının P_T kapsamaları üzerinde yapılan çalışmalarda 0-20 cm derinliğinde en yüksek ortalama P_T oranının 978 mg kg^{-1} ile Çarşamba ovasında olduğu belirlenmiştir. Bölgemizde ise P_T içeriğinin 204-843 mg kg^{-1} arasında, değiştiği ortalama olarak 518 mg kg^{-1} olarak tespit etmişlerdir. Bayraklı (1974), Erzincan Ovası'ndan 0-30 cm derinliğinde alınan toprak örneklerinde P_T içeriğinin 325-650 mg kg^{-1} arasında değiştiğini ve ortalama olarak 521 mg kg^{-1} olduğunu belirlemişlerdir.

Arslan (2000), Şanlıurfa'nın Viranşehir bölgesinde Tırtım, Viranşehir. Benektepe, Altınbaşak ve Turna toprak serilerinden aldığı örneklerde P_T içeriğinin 0-20 cm derinliğinde 305-584 mg kg^{-1} , 20-40 cm 304-555 mg kg^{-1} ve 40-60 cm 326-523 mg kg^{-1} arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Schepers (2005), 1991–1997 yılları arasında yaptığı çalışmada 0–15 cm derinliğindeki gübre uygulaması yapılan alanlar ile gübre uygulaması yapılmayan alanlar ile karşılaştırdığında gübre uygulaması yapılan alanlarda P_T 'de %14'lik bir artışa neden olmuştur. Genelde toprağın üst katmanında P_T içeriğinin daha fazla olmasının nedeni gübre uygulamasına bağlanmaktadır.

4.3. İnorganik Fosfor

4.3.1. Toprak serileri arası karşılaştırma

Şanlıurfa İli Harran Ovası'nda, 16 noktadan farklı derinliklerde (0-20, 20-40 ve 40-60 cm) alınan toprak örneklerinde belirlenen P_i içerikleri (Çizelge 4.2)'de verilmiştir.

Örnekleme noktaları ve derinlikler için (0-20, 20-40, 40-60 cm) belirlenen P_i içeriklerinin örnekleme noktaları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($P<0.05$).

0-20 cm toprak derinliğinde P_i içerikleri Çekçek Serisi'nde 835 mg kg^{-1} olarak diğer örnekleme noktalarından daha yüksek düzeyde ve en düşük P_i içeriği ise Gürgelen Serisi (Yukarı Yakın Yol Köyü) 307 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

20-40 cm toprak derinliğinde P_i içerikleri Çekçek Serisi'nde 847 mg kg^{-1} olarak diğer örnekleme noktalarından daha yüksek düzeyde, en düşük P_i içeriği ise Gürgelen Serisi (Yukarı Yakın Yol Köyü)'nde 281 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

40-60 cm toprak derinliğinde P_i içerikleri Çekçek Serisi'nde 539 mg kg^{-1} olarak diğer örnekleme noktalarından daha yüksek düzeyde, en düşük P_i içeriği ise Gürgelen Serisi (Yukarı Yakın Yol Köyü)'nde 280 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

4.3.2. Toprak serilerinin kendi içerisindeki karşılaştırmaları

Toprak örneği alınan 16 noktadan farklı toprak derinliklerinde (0-20, 20-40 ve 40-60 cm) belirlenen P_i içerikleri (Çizelge 4.4)'de verilmiştir. Örnek alınan 16 noktanın farklı toprak derinlikleri için belirlenen P_i içerikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Her bir serinin karşılaştırılması aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.4. Serilerin farklı derinliklerindeki inorganik fosfor içerikleri ($mg\ kg^{-1}$)

Örnekleme noktaları	Derinlikler		
	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
1	491±0.13 ^b	505±0.24 ^a	490±0.13 ^c
2	835±0.24 ^b	847±0.27 ^a	539±0.20 ^c
3	491±0.25 ^a	377±0.90 ^b	339±0.21 ^c
4	416±0.98 ^a	392±0.25 ^b	391±0.21 ^b
5	475±0.21 ^a	363±1.90 ^b	389±0.54 ^c
6	467±0.43 ^a	381±0.34 ^b	357±0.29 ^c
7	395±0.70 ^a	394±0.27 ^a	381±0.35 ^b
8	336±0.77 ^a	322±0.25 ^b	292±0.90 ^c
9	422±0.90 ^a	347±1.12 ^b	293±0.34 ^c
10	395±0.42 ^a	394±0.88 ^a	291±0.60 ^b
11	354±1.12 ^a	328±0.74 ^b	308±0.72 ^c
12	307±0.30 ^a	281±0.70 ^b	280±2.30 ^b
13	419±1.13 ^a	365±0.82 ^b	337±0.72 ^c
14	365±1.15 ^a	343±0.77 ^b	311±0.33 ^c
15	429±0.22 ^a	411±0.12 ^b	410±0.46 ^b
16	444±1.95 ^a	432±0.60 ^b	329±0.83 ^c

^{abc}: Aynı satırdaki ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$)

1) Kısas serisi (Yamaçaltı köyü): Bu seride P_i içerikleri arasında en yüksek 20-40 cm derinliğinde $505\ mg\ kg^{-1}$, en düşük ise 40-60 cm derinliğinde $490\ mg\ kg^{-1}$ bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu istatistiksel olarak 0-20 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklılık göstermektedir.

2) Çekçek serisi (Ozanlar köyü): Bu seride P_i içerikleri arasında en yüksek 20-40 cm derinliğinde $847\ mg\ kg^{-1}$, en düşük ise 40-60 cm derinliğinde $539\ mg\ kg^{-1}$ bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu istatistiksel olarak 0-20 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

3) Harran serisi (Taşlıca köyü): Bu seride P_i içeriği 0-20 cm derinliğinde $491\ mg\ kg^{-1}$, en düşük ise 40-60 cm derinliğinde $339\ mg\ kg^{-1}$ bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklı olduğu saptanmıştır.

4) Kısas serisi (Akdilek köyü): Üç farklı derinliğindeki P_i içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 416 mg kg^{-1} , en dŐk ise 40-60 cm derinliğinde 391 mg kg^{-1} bulunmuştur (izelge 4.4). Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklılık göstermektedir.

5) Bellitaş serisi (Karaali): 0-20, 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içerikleri ortalama olarak en yüksek 0-20 cm derinliğinde 475 mg kg^{-1} , en dŐk ise 20-40 cm derinliğinde 363 mg kg^{-1} bulunmuştur (izelge 4.4). Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

6) Gürgelen serisi (Karaali): 0-20, 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içerikleri ortalama olarak en yüksek 0-20 cm derinliğinde 467 mg kg^{-1} , en dŐk ise 40-60 cm derinliğinde 357 mg kg^{-1} bulunmuştur (izelge 4.4). Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklılık göstermektedir.

7) İkizce serisi (Karaali-Akören köyü): Bu seride P_i içeriği ortalama olarak en yüksek 0-20 cm derinliğinde 395 mg kg^{-1} , en dŐk ise 40-60 cm derinliğinde 381 mg kg^{-1} bulunmuştur (izelge 4.4). Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

8) Sırrın serisi (Emirler köyü): Bu seride P_i içerikleri ortalama olarak en yüksek 0-20 cm derinliğinde 336 mg kg^{-1} , en dŐk ise 40-60 cm derinliğinde 292 mg kg^{-1} bulunmuştur (izelge 4.4). Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

9) İrice serisi (Akdoğan köyü): Bu seride P_i içerikleri ortalama olarak en yüksek 0-20 cm derinliğinde 422 mg kg^{-1} , en dŐk ise 40-60 cm derinliğinde 293 mg kg^{-1} bulunmuştur (izelge 4.4). Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

10) Beğdeş serisi (Yukarı beğdeş köyü): Bu seride P_i içeriği 0-20 cm derinliğinde 395 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 291 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklılık göstermektedir.

11) Harran serisi (Yukarı yarımca köyü): Üç farklı derinlikteki P_i içerikleri seriler arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 354 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 308 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

12) Gürgelen serisi (Yukarı yakın yol köyü): Bu seride P_i içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 307 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 280 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklılık göstermektedir.

13) Akören serisi (Yukarı yakın yol köyü): Bu seride P_i içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 419 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 337 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

14) Ekinyazı serisi (Keçili köyü): Üç farklı derinlikde P_i içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 365 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 derinliğinde 311 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

15) Akçakale serisi (Gülveren köyü): Bu seride P_i içerikleri ortalama olarak en yüksek 0-20 cm derinliğinde 429 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 410 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklı olduğu saptanmıştır.

16) Gürgelen-Akören serisi (Salihler köyü): Bu seride P_i içerikleri ortalama olarak en yüksek 0-20 cm derinliğinde 444 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm

derinliğinde 329 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_i içeriklerinden farklılık göstermektedir.

Bütün serilerden elde edilen sonuçlar, genel olarak toprağın üst katmanından (0-20 cm)'den derinlere inildikçe P_i içeriklerinde azalma eğilimi gözlenmiştir. Sonuçlar toprağın üst katmanının P_i içeriğinin alt katmanına göre daha fazla olduğunu göstermektedir. Bunun sebebidir P 'li gübre uygulamalarından olabileceği düşünülmektedir.

Sönmez (1998), fosforlu gübre ve malç'ın topraktaki P fraksiyonları üzerine etkisini 1991'den 1998' e kadar incelemiştir. Toprak örnekleri 2 farklı derinlikten alınarak (0-15, 15-30 cm) bu topraklarda P_i analizlerini yapmış ve sonuç olarak 0-15 cm'deki bu toprak fraksiyonlarının daha derin katman olan 15-30 cm nazaran daha fazla olduğunu belirlemiştir.

Meisner ve ark. (2004), prinç tarlasında 5 farklı derinlikte (0-5, 5-10, 10-15, 15-30, 30-50 cm) 10 yıl süresince 6 kez farklı tozlarda gübre uygulaması yapılmıştır. Netice olarak üst toprakta (0-15 cm) derinliğinde gübre uygulaması yapılan alanlarda P_i içeriğinin daha alt katmanlara oranla daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Schepers (2005), 1991-1997 yılları arasında yaptığı çalışmada (0-15 cm) derinliğindeki gübre uygulaması yapılan alanlar ile gübre uygulaması yapılmayan alanlar ile karşılaştırıldığında P_i 'de %25'lik bir artışa neden olmuştur. Genelde toprağın üst katmanında bu miktarın daha fazla olması gübre uygulamasına bağlanabilir.

4.4. Organik Fosfor

4.4.1. Toprak serileri arası karşılaştırma

Şanlıurfa İli Harran Ovası'nda, 16 noktadan farklı derinliklerden (0-20, 20-40 ve 40-60 cm) alınan toprak örneklerinde belirlenen P_o içerikleri (Çizelge 4.2)'de verilmiştir.

Örnekleme noktaları ve derinlikler için (0-20, 20-40, 40-60 cm) belirlenen P_O içeriklerinin örnekleme noktaları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur (P<0.05).

0-20 cm toprak derinliğinde P_O içerikleri Çekçek Serisi'nde 60 mg kg⁻¹ olarak diğer örnekleme noktalarından daha yüksek düzeyde, en düşük P_O içeriği ise Harran Serisi (Taşlıca Köyü)'nde 17 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

20-40 cm toprak derinliğinde P_O içerikleri İrice Serisi'nde 38 mg kg⁻¹ olarak diğer örnekleme noktalarından daha yüksek düzeyde, en düşük P_O içeriği ise Ekinyazı Serisi'nde 15 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

40-60 cm toprak derinliğinde P_O içerikleri İrice Serisi'nde 39 mg kg⁻¹ olarak diğer örnekleme noktalarından daha yüksek düzeyde, en düşük P_O içeriği ise Akören Serisi'nde 7 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

4.4.2. Toprak serilerinin kendi içersindeki karşılaştırmaları

Toprak örneği alınan 16 noktadan farklı derinliklerde (0-20, 20-40 ve 40-60 cm) belirlenen P_O içerikleri (Çizelge 4.5)'de verilmiştir. Örnek alınan 16 noktanın farklı toprak derinlikleri için belirlenen P_O içerikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Her bir serinin karşılaştırılması aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.5. Serilerin farklı derinliklerindeki organik fosfor içerikleri (mg kg⁻¹)

Örnekleme noktaları	Derinlikler		
	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
1	46±0.36 ^a	30±0.24 ^b	27±0.27 ^c
2	60±0.63 ^a	34±0.24 ^b	12±0.40 ^c
3	17±0.29 ^b	19±0.43 ^a	18±0.33 ^a
4	29±0.12 ^b	28±0.33 ^b	34±0.50 ^a
5	33±0.50 ^a	23±0.54 ^b	29±0.46 ^c
6	43±0.73 ^a	33±0.57 ^b	30±0.48 ^c
7	28±0.02 ^b	35±0.45 ^a	24±0.39 ^c
8	53±0.09 ^a	30±0.23 ^b	24±0.27 ^c
9	30±0.04 ^a	37±0.29 ^a	39±0.50 ^b
10	48±0.37 ^a	38±0.21 ^b	25±0.69 ^c
11	31±0.61 ^a	20±0.20 ^b	24±0.44 ^c
12	36±0.99 ^a	33±0.68 ^b	18±0.09 ^c
13	36±0.37 ^a	30±0.27 ^b	7±0.44 ^c
14	21±0.72 ^a	15±0.22 ^b	19±0.42 ^c
15	36±0.31 ^a	21±0.59 ^b	20±0.47 ^b
16	24±0.70 ^a	17±0.37 ^a	23±0.61 ^b

^{abc}: Aynı satırdaki ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05)

1) Kısas serisi (Yamaçalı köyü): Üç farklı derinlikte P_O içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 46 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 27 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

2) Çekçek serisi (Ozanlar köyü): Bu seride P_O içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 60 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 12 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

3) Harran serisi (Taşlıca köyü): Bu seride P_O içerikleri arasında en yüksek 20-40 cm derinliğinde 19 mg kg^{-1} , en düşük ise 0-20 cm derinliğinde 17 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatikselsel olarak 0-20 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

4) Kısas serisi (Akdilek köyü): Bu seride P_O içerikleri arasında en yüksek 40-60 cm derinliğinde 34 mg kg^{-1} , en düşük ise 20-40 cm derinliğinde 28 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatikselsel olarak 0-20 ve 20-40 cm'deki P_O içeriklerinden farklılık göstermektedir.

5) Bellitaş serisi (Karaali): Bu seride P_O içeriği 0-20 cm derinliğinde 33 mg kg^{-1} , en düşük ise 20-40 cm derinliğinde 23 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklılık göstermektedir.

6) Gürgelen serisi (Karaali): Bu seride P_O içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 43 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 30 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklılık gözlenmektedir.

7) İkizce serisi (Karaali-Akören köyü): Bu seride P_O içerikleri arasında en yüksek 20-40 cm derinliğinde 35 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 24 mg kg^{-1}

bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatikselsel olarak 0-20 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

8) Sırrın serisi (Emirler köyü): Bu seride P_O içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 53 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 24 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

9) İrice serisi (Akdoğan köyü): Üç farklı derinlikteki P_O içerikleri en yüksek 40-60 cm derinliğinde 39 mg kg^{-1} , en düşük ise 0-20 cm derinliğinde 30 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatikselsel olarak 0-20 ve 20-40 cm'deki P_O içeriklerinden farklı olduğu gözlenmektedir.

10) Beğdeş serisi (Yukarı beğdeş köyü): Bu seride P_O içeriği en yüksek 0-20 cm derinliğinde 48 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 25 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

11) Harran serisi (Yukarı yarımca köyü): Bu seride P_O içerikleri en yüksek 0-20 cm derinliğinde 31 mg kg^{-1} , en düşük ise 20-40 cm derinliğinde 20 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

12) Gürgelen serisi (Yukarı yakın yol köyü): Bu seride P_O içerikleri en yüksek 0-20 cm derinliğinde 36 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 18 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklılık göstermektedir.

13) Akören serisi (Yukarı yakın yol köyü): Bu seride P_O içerikleri en yüksek 0-20 cm derinliğinde 36 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 7 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

14) Ekinyazı serisi (Keçili köyü): Bu seride P_O içeriği en yüksek 0-20 cm derinliğinde 21 mg kg^{-1} , en düşük ise 20-40 cm derinliğinde 15 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatistiksel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklılık göstermektedir.

15) Akçakale serisi (Gülveren köyü): Bu seride P_O içerikleri en yüksek 0-20 cm derinliğinde 36 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 20 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatistiksel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

16) Gürgelen-Akören serisi (Salihler köyü): Bu seride P_O içerikleri en yüksek 0-20 cm derinliğinde 24 mg kg^{-1} , en düşük ise 20-40 cm derinliğinde 17 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu istatistiksel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_O içeriklerinden farklılık göstermektedir.

Bütün serilerden elde edilen sonuçlar, genel olarak toprağın üst katmanından (0-20 cm)'den derinlere inildikçe P_O içeriklerinde azalma eğilimi gözlenmiştir. Sonuçlar toprağın üst katmanının P_O içeriğinin toprağın alt katmanına göre daha fazla olduğunu göstermektedir.

Sönmez (1998), fosforlu gübre ve malç'ın topraktaki P fraksiyonları üzerine etkisini 1991'den 1998' e kadar incelemiştir. Toprak örneklerinin 2 farklı derinlikten alınarak (0-15 ve 15-30 cm) bu topraklarda P_O analizlerini yapmış ve sonuç olarak 0-15 cm'deki bu toprak fraksiyonlarının daha derin katman olan 15-30 cm nazaran daha fazla olduğunu belirlemiştir.

Walker ve Adams (1958), yaptığı çalışmada her toprak için P_O ve P_i bileşiklerin dağılımının farklı olduğunu, toprakta derinlere doğru inildikçe P_O ve P_i miktarının azaldığını ancak üst toprakta P_T 'nin $\frac{3}{4}$ 'ünün P_O olduğu halde bu miktarın toprağın alt kısmına doğru ise yarı yarıya olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlarda P_O miktarı genel olarak düşük çıkmıştır. Bunun başlıca nedeni sıcaklığın yüksek olmasından dolayı P_O mineralizasyonun hızlı bir şekilde gerçekleşmesidir. Bayraklı (1974), Erzincan Ovası'ndan 0-30 cm derinliğinde alınan toprak örneklerinde P_O içeriğinin 24-104 mg kg^{-1} arasında değiştiğini ve ortalama olarak 59.5 mg kg^{-1} civarında bulunmuştur. Kacar ve ark. (1997), Türkiye'nin oldukça sıcak yörelerinden olan Çukurova yöresinden 0-20 cm derinliğinde alınan toprak örneklerinde P_O içeriği 10 mg kg^{-1} ile 139 mg kg^{-1} arasında değiştiği ve ortalama olarak ise 73 mg kg^{-1} olarak belirlenmiş ve bu değerlerde bizim bulduğumuz sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

4.5. Yarayışlı Fosfor (Olsen Fosfor)

4.5.1. Toprak serileri arası karşılaştırma

Şanlıurfa İli Harran Ovası'nda, 16 noktadan farklı derinliklerde (0-20, 20-40 ve 40-60 cm) alınan toprak örneklerinde belirlenen P_Y içerikleri (Çizelge 4.2)'de verilmiştir.

Örnekleme noktaları ve derinlikler için (0-20, 20-40, 40-60 cm) belirlenen P_Y içeriklerinin örnekleme noktaları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($P<0.05$).

0-20 cm toprak derinliğinde P_Y içerikleri Harran Serisi (Taşlıca Köyü)'nde 36 mg kg^{-1} olarak diğer örnekleme noktalarından daha yüksek düzeyde, en düşük P_Y içeriği ise Akçakale Serisi'nde 2 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

20-40 cm toprak derinliğinde P_Y içerikleri Çekçek Serisi'nde 23 mg kg^{-1} olarak diğer örnekleme noktalarından daha yüksek düzeyde, en düşük P_Y içeriği ise Akçakale Serisi'nde 1 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

40-60 cm toprak derinliğinde P_Y içerikleri Çekçek Serisi'nde 21 mg kg^{-1} olarak diğer örnekleme noktalarından daha yüksek düzeyde, en düşük P_Y içeriği ise Sırrın Serisi'nde 0.2 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

4.5.2. Toprak serilerinin kendi içersindeki karşılaştırmaları

Toprak örneği alınan 16 noktadan farklı toprak derinlikleri için belirlenen P_Y içerikleri (Çizelge 4.6)'da verilmiştir. Örnek alınan 16 noktadan farklı toprak derinlikleri için belirlenen P_Y içerikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Her bir serinin karşılaştırılması aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.6. Serilerin farklı derinliklerindeki yarayışlı fosfor içerikleri (mg kg^{-1})

Örnekleme noktaları	Derinlikler		
	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
1	11±0.19 ^a	10±0.16 ^b	6±0.09 ^c
2	25±0.16 ^a	23±0.25 ^b	21±0.25 ^b
3	36±0.01 ^a	14±0.30 ^b	7±0.04 ^c
4	16±0.42 ^a	15±0.19 ^b	11±0.22 ^c
5	24±0.37 ^a	5±0.16 ^b	3±0.04 ^c
6	9±0.32 ^a	4±0.19 ^b	3±0.05 ^c
7	4±0.13 ^a	3±0.04 ^b	2±0.16 ^b
8	3±0.17 ^a	2±0.09 ^b	0.2±0.00 ^c
9	13±0.41 ^a	6±0.29 ^b	2±0.11 ^c
10	8±0.12 ^a	6±0.22 ^b	3±0.22 ^c
11	13±0.30 ^a	3±0.22 ^b	2±0.11 ^b
12	10±0.19 ^a	9±0.19 ^b	1±0.02 ^c
13	9±0.19 ^a	8±0.09 ^b	2±0.26 ^c
14	7±0.08 ^a	6±0.06 ^b	1±0.01 ^c
15	2±0.08 ^a	1±0.02 ^b	0.3±0.00 ^c
16	10±0.26 ^a	3±0.09 ^b	1±0.01 ^c

^{abc}: Aynı satırdaki ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$)

1) Kısas serisi (Yamaçalı köyü): Bu seride P_Y içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 11 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 6 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatistiksel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

2) Çekçek serisi (Ozanlar köyü): Bu seride P_Y içeriği en yüksek 0-20 cm derinliğinde 25 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 22 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatistiksel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklılık göstermektedir.

3) Harran serisi (Taşlıca köyü): Bu seride P_Y içerikleri en yüksek 0-20 cm derinliğinde 36 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 7 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

4) Kısas serisi (Akdilek köyü): Üç farklı derinlikde P_Y içerikleri en yüksek 0-20 cm derinliğinde 16 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 11 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklılık göstermektedir.

5) Bellitaş serisi (Karaali): Bu seride P_Y içerikleri en yüksek 0-20 cm derinliğinde 24 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 3 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

6) Gürgelen serisi (Karaali): Bu seride P_Y içeriği en yüksek 0-20 cm derinliğinde 9 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 3 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklılık göstermektedir.

7) İkizce serisi (Karaali-Akören köyü): Üç farklı derinlikde P_Y içerikleri seriler arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 4 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 2 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

8) Sırrın serisi (Emirler köyü): Bu seride P_Y içerikleri en yüksek 0-20 cm derinliğinde 3 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 0.2 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklılık göstermektedir.

9) İrice serisi (Akdoğan köyü): Bu seride P_Y içerikleri en yüksek 0-20 cm derinliğinde 13 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 2 mg kg^{-1} bulunmuştur

(Çizelge 4.6). Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklılık göstermektedir.

10) Beğdes serisi (Yukarı beğdes köyü): Bu seride P_Y içerikleri en yüksek 0-20 cm derinliğinde 8 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 3 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

11) Harran serisi (Yukarı yarımca köyü): Bu seride P_Y içeriği en yüksek 0-20 cm derinliğinde 13 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 2 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklılık göstermektedir.

12) Gürgelen serisi (Yukarı yakın yol köyü): Bu seride P_Y içerikleri ortalama olarak en yüksek 0-20 cm derinliğinde 10 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 1 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

13) Akören serisi (Yukarı yakın yol köyü): Bu seride P_Y içerikleri en yüksek 0-20 cm derinliğinde 9 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 2 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklılık göstermektedir.

14) Ekinyazı serisi (Keçili köyü): Bu seride P_Y içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 7 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 1 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklılık göstermektedir.

15) Akçakale serisi (Gülveren köyü): Bu seride P_Y içerikleri arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 2 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 0.3 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatiksels olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

16) Gürgelen-Akören serisi (Salihler köyü): Bu serideki P_Y içeriği arasında en yüksek 0-20 cm derinliğinde 10 mg kg^{-1} , en düşük ise 40-60 cm derinliğinde 1 mg kg^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu istatikselsel olarak 20-40 ve 40-60 cm'deki P_Y içeriklerinden farklılık göstermektedir.

Bütün serilerden elde edilen sonuçlar, genel olarak toprağın üst katmanından (0-20 cm)'den derinlere inildikçe P_Y içeriklerinde azalma eğilimi gözlenmiştir. Sonuçlar toprağın üst katmanının P_Y içeriğinin toprağın alt katmanına göre daha fazla olduğunu göstermektedir.

Sönmez (1998)'de benzer sonuçlara ulaşmıştır. Özbek ve ark. (1993), Kültür topraklarında üst kısımda verilen P'li gübreler aracılığıyla topraklarda P_Y birikmesinde önemli ölçüde farklılık gösterdiğini saptamıştır.

Dinç ve ark. (1988), ise Harran Ovası topraklarında yaptıkları çalışmalar sonucunda, 25 toprak serisinde incelenen toprakların çoğunda P_Y içeriğinin (7 mg P kg^{-1}) oldukça düşük olduğunu, bazı toprak serilerinde Cepkenli, Kısas, Çekçek, İkizce serilerinde P_Y içeriğinin orta düzeyde olduğunu ($7-12 \text{ mg P kg}^{-1}$) ancak çok azında ise Fatik, Beğdeş, Bellitaş serilerinde oldukça yüksek olduğunu toprak yüzeyinde P_Y oranının fazla olup aşağıya doğru azalma gösterdiği belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlarda toprakların P_Y içeriği bakımından değerlendirildiği zaman düşük düzeyde olduğu tespit edilmiş ve çiftçilere bu nedenle P'li gübrelemeye ihtiyaç duymaktadır. Alpaslan ve ark. (1998), Toprakta P miktarı, bitkilere P_Y bakımından değerlendirildiği zaman $8-25 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değiştiğini, Torrent ve Delgado (2001), ise P_Y 'nin $10-15 \text{ mg kg}^{-1}$ değerleri arasında bulunduğu bitkilerin gelişimi için yetersiz olduğu tespit etmiştir. Eyyüpoğlu (1999)'da Olsen metoduna göre yaptığı çalışma sonucunda Türkiye topraklarının %58' inde bitkiler için P_Y 'nin $<6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ olarak bulmuştur.

Bayraklı (1974), Erzincan ovasından 0-30 cm derinliğinde alınan toprak örneklerinde Olsen metoduna göre P_Y miktarını 4-19 mg kg^{-1} arasında değiştiğini ve ortalama olarak 9 mg kg^{-1} civarında olduğunu belirlemiştir.

Öztürkmen (2004), Harran ovasında ekim öncesinde 0-20 cm derinliğinde alınan örneklerde P_Y bakımından değerlendirildiğinde 14 mg kg^{-1} -21 mg kg^{-1} arasında yeterli miktarda olduğu tespit edilmiştir.

Nartey (1994), Toprak profilinden 0-16, 16-32, 32-48, 48-67, 67-98, 98+ cm derinliğinde alınan toprak örneklerinde derinlere doğru inildikçe P_Y azaldığı belirtmiştir. Bu sonuçlarda bizim bulduğumuz sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Korkmaz (2005), Harran ovasından (İkizce, Harran ve Çekçek) serilerinden (0-30 ve 30-60 cm) derinliğinde alınan toprak örneklerinde P_Y içerikleri 2.4- 6.9 mg kg^{-1} değerleri arasında değiştiğini tespit etmiştir. İkizce serisinde bizim bulduğumuz değerlere yakın olmasına rağmen, Harran ve Çekçek serilerinde bizim bulduğumuz değerlere oranla çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni ise toprak örneğinin alınma zamanı ve gübre uygulamasından kaynaklanabilmektedir.

Öktem ve Ülger (1998), 1994 ve 1995 yılları arasında Harran ovası koşullarında mısır bitkisinin ikinci ürün olarak on mısır genotipinde 4 tane (0, 4, 8 ve 16 kg $P_2O_5 da^{-1}$) P tozunun etkisini incelenmiştir. Çalışma Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülmüş (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) derinliğinden alınan toprak örnekleri 1994 yılında P_Y içeriği sırasıyla 2.6, 1.8, 1.7 kg da^{-1} , 1995 yılında ise 2.3, 1.5, 1.7 kg da^{-1} olarak saptanmıştır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Araştırma alanı topraklarının 0-20, 20-40, 40-60 cm derinliklerinde yapılan genel toprak analizlerinde sonuç olarak yüksek pH değerine (7.6-8.7), düşük OM (%0.1-1.6) ve tuz içeriğine (0.5-15.4 dS m⁻¹), yüksek kireç içeriğine (%14-38) ve kation değişim kapasitesi bakımından incelendiğinde (34-66 cmol kg⁻¹) değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Tekstür bakımından ise killi bir bünyeye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yarayışlı fosfor içerikleri sınır değerleri bakımından Tovep (1991)'e göre incelendiğinde 0-20, 20-40, 40-60 cm derinliğinde Kısas serisi (Yamaçalı Köyü)'nde 0-20, 20-40 cm için yeterli, 40-60 cm'de düşük, Çekçek serisinde üç derinlikte de yeterli, Harran serisi (Taşlıca Köyü)'nde yüksek, yeterli, düşük, Kısas serisi (Akdilek Köyü)'nde üç derinlikte de yeterli, Bellitaş serisi 0-20 cm derinliğinde yeterli, 20-40, 40-60 cm düşük, Gürgelen (Karaali) serisinde 0-20 cm yeterli, 20-40, 40-60 cm düşük, İkizce serisinde 3 derinlikte de düşük, Sırrın serisinde 0-20 cm için düşük, 20-40, 40-60 cm çok düşük, İrice serisinde yeterli, düşük, çok düşük, Beğdeş serisinde 0-20, 20-40 cm düşük, 40-60 cm çok düşük, Harran serisi (Yukarı Yarımca Köyü)'nde yeterli, düşük, çok düşük, Gürgelen serisi (Yukarı Yakın Yol Köyü)'nde 0-20, 20-40 cm yeterli, 40-60 cm çok düşük, Akören serisinde 0-20, 20-40 cm yeterli, 40-60 cm çok düşük, Ekinyazı serisinde 0-20, 20-40 cm düşük, 40-60 cm çok düşük, Akçakale serisinde 3 derinlikte de çok düşük, Gürgelen-Akören (Salihler köyü)'nde yeterli, düşük, çok düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma alanında seriler arasında yapılan istatistiksel analizler sonucunda farklı toprak derinliğinde (0-20, 20-40, 40-60 cm) belirlenen P_T, P_i, P_o, P_y düzeyleri bakımından aynı sütunlardaki ortalamaların örnekleme noktaları arasındaki farkı da istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur.

Yapılan analizler sonucunda istatistiksel değerlendirmeler dikkate alındığında P_T içeriği sırası ile 0-20 cm'de 343-894 mg kg⁻¹, 20-40 cm'de 313-881 mg kg⁻¹, 40-60 cm'de 298 -551 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, P_i 'nin 0-20 cm'de 307-835 mg kg⁻¹, 20-40 cm'de 281-847 mg kg⁻¹, 40-60 cm'de 280-539 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, P_o 'nın 0-20 cm'de 17-60 mg kg⁻¹, 20-40 cm'de 15-38 mg kg⁻¹, 40-60 cm' de 7-39 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, P_Y ' nin 0-20 cm'de 2-36 mg kg⁻¹, 20-40 cm' de 1-23 mg kg⁻¹, 40-60 cm' de 0.2-21 mg kg⁻¹arasında değişmektedir.

Bütün serilerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, genel olarak toprağın üst katmanından derinlere inildikçe P içeriklerinde azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun nedeni ise uygulanan P'li gübrelerin genel olarak toprağın üst kısmına (0-20 cm) derinliğine uygulandığı için bu derinlikteki P miktarının yüksek olmasının nedeni bundan kaynaklanmaktadır.

Genelde bölgenin topraklarının kireç içeriği yüksek, organik madde miktarı düşük ve pH 7.5 üzerinde olduğu için uygulanan gübreler toprakta sıkı bir şekilde tutulmakta ve bu nedenle bitkiler uygulanan gübrelerden faydalanamamaktadır. Bu nedenle çiftçiler ekim öncesinde P analizleri yaparak gerekli olan P'li gübreleri bitkilerin gereksinim duyduğu kadar ilave etmelidirler. Toprakta P miktarı fazla ise P'li gübre ilave edilmemelidir, eğer toprakta P miktarı az ise bitkinin ihtiyaç duyduğu zaman azar azar gübre ilave edilmelidir.

Ekim öncesinde mutlaka toprak da P analizlerinin yapılması gerektiğini ve toprak analiz sonuçlarına göre P'li gübreleri bitkinin ihtiyaç duyduğu zaman banda uygulama yapılmak suretiyle P fiksasyonunu azaltarak bitkinin P alımını artırabiliriz.

KAYNAKLAR

- AKALAN, İ., 1968. Toprak Oluşu, Yapısı ve Özellikleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:356, Ders Kitabı:120, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 556s.
- ALPASLAN, M., GÜNEŞ, A., ve İNAL, A., 1998. Deneme Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1501, Ders Kitabı:455, 437s.
- ANDERSON, G., 1980. Assessing Organic Phosphorus in Soils. In F.E. Khasawneh et al. (ed.) The role of Phosphorus in Agriculture, Am. Soc. Agron., Madison, WI. pp. 411-431.
- ARSLAN, H., 2000. Viranşehir Bölgesi Yaygın Toprak Serilerinde Mevcut Toplam ve Bitkilerce Alınabilir Fosforun Saptanması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- ASSUERO, S. G., MOLLIER, A., and PELLERIN, S., 2004. The Decrease in Growth of Phosphorus-Deficient Maize Leaves is Related to A Lower Cell Production. *Plant, Cell and Environment* 27, pp. 887-895.
- BAYRAKLI, F., 1974. Bayburt ve Erzincan Ovaları ile Rize Bölgesi Topraklarının Fosfor Durumları Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi, Toprak Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, Erzurum.
- BHADORIA, S. P., STERINGROBE, B., CLAASSEN, N., and LIEBERSBACH, H., 2002. Phosphorus Efficiency of Wheat and Sugar Beet Seedlings Grown in Soils with Mainly Calcium, or Iron and Aluminium Phosphate. *Plant and Soil* 246:41-52.
- BOUYOUCOS, G. J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soil. *Agronomy Journal* 43:434-438.
- BRADY, N. C. and WEIL, R. R., 1999. The Nature and Properties of Soils by Prentice-Hall, Inc, New Jersey.
- BRASCHI, H., CIAVATTA, C., GIOVANNINI, C. and GESSA, C., 2003. Combined Effect of Water and Organic Matter on Phosphorus Availability in Calcareous Soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 67:67-74.
- BRINCK, J. N., 1978. World Resources of Phosphorus. In: Phosphorus in The Environment: Its Chemistry and Biochemistry. Ciba Foundation Sym. 57:23-63.
- BROHI, A. R., AYDENİZ., A., KARAMAN, M. R., ve ERŞAHİN, S., 1994. Bitki Besleme. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:4, Tokat, s. 105-106.
- CHACON, N and DEZZEO, N., 2004. Phosphorus Fractions and Sorption Processes in Soil Samples Taken in A Forest-Savanna Sequence of The Gran Saban in Southern Venezuela. *Biol Fertil Soils* 40:14-19.

- COLOMB, B., KINIRY, R. J. and DEBAEKE, P., 2000. Effect of Soil Phosphorus on Leaf Development and Senescence Dynamics of Field-Grown Maize. *Agron J.* 2:428-435.
- ÇULLU, M. A., 2003. Estimation of the Effect of Soil Salinity on Crop Yield Using Remote Sensing and Geographic Information System. *Turkish Journals of Agriculture and Forestry*, 27:23-28.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, M., KAPUR, S., GÜZEL, N., DERİCİ, R., YEŞİL SOY, M. Ş., YEĞİNGİL, İ., SARI, M., KAYA, Z., AYDIN, M., KETTAŞ, F., BERKMAN, A., ÇOLAK, A. K., YILMAZ, K., TUNÇGÖĞÜS, B., ÇAVUŞGİL, V., ÖZBEK, H., GÜLÜT, K.Y., KARAMAN, C., DİNÇ, O., ÖZTÜRK, N., ve KARA, E., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları I. Harran Ovası TÜBİTAK-TOAG Güdümlü Araştırma Projesi Kesin Raporu Proje No: TOAG 534, Ankara.
- DMİ. 2005. Şanlıurfa İli Meteoroloji Verileri
- EFE, E., BEK, Y. ve ŞAHİN, M., 2000. SPSS'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemleri II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayın No:73, Ders Kitapları Yayın No:9, K.S.Ü. Basımevi, Kahramanmaraş.
- EYYÜPOĞLU, F., 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Toprak Gübre Araştırma Enst. Genel Yayınlar No:220, Ankara.
- FAO., 2000. Agriculture Database. [http:// apps.fao.org](http://apps.fao.org).
- FRIED, M. and SHAPIRO, R. E., 1960. Soil-Plant Relations in Phosphorus Uptake. *Soil Science*, 90:60-76.
- FROSSARD, E., CONDRON, L.M ., OBERSON, A., SINAJ, S. and FARDEAN, J. C., 2000. Processes Governing Phosphorus Availability in Temperate Soils. *Journal of Environmental Quality*, 29:15-23.
- GAHOONIA, T. S., NIELSEN, E. N., and OLE, B. L., 1999. Phosphorus Acquisition of Cereal Cultivars in The Field at Three Levels of Phosphorus Fertilization. *Plant and Soil*, 211:269-281.
- GAHROOEE, R. F., 2003. Increased Microbial Activity Affects The Extractable Phosphorus in Ca-rich Arid and Semi-arid Soils. *Proceedings of 2nd Internal Symposium on Phosphorus Dynamics in the Soil-Plant Contium* pp. 46-47.
- GALLET, A., FLISH, R., RYSER, J., FROSSARD, E. and SINAJ, S., 2003. Effect of Phosphate Fertilization on Crop Yield and Soil Phosphorus Status. *J. Plant Nutr.Sci*, 166:568-578.
- GEORGE, T. S., RICHARDSON, A. E., HADOBAS, P. A. and SIMPSON, R. J., 2003. Rhizosphere Limitations to The Efficiency of Phytase-Phosphate Interactions. *Proceedings of 2nd Internal Symposium on Phosphorus Dynamics in The Soil-Plant Contium*, pp. 48-49.
- GÜZEL, N., 1982. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:168, Ders Kitabı No:13, Adana.
- GÜZEL, N., GÜLÜT, Y. K., ve BÜYÜK, G., 2002. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:246, Ders Kitapları Yayın No:A-80, Adana, 654s.
- HADDOCK, J. L., 1952. The Influence of Soil Moisture Conditions on the Uptake of Phosphorus from Calcareous Soils by Sugar Beets. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 16:235-258.

- HADDOCK, J. L., and LINTON, D. C., 1957. Yield and Phosphorus Content of Canning Peas as Affected by Fertilization, Irrigation Regime and Sodium Bicarbonate-Soluble Soil Phosphorus. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc*, 21:167-171.
- HARWOOD, J. E., VAN STEENDEREN and KUHN, A. L., 1969. A Rapid Method for Orthophosphate Analysis at High Concentrations in Water. *Water Res.* 3:417-423.
- HAVLIN, J. L., J.D. BEATON, S.L. TISDALE and W.I. NELSON. 1999. *Soil Fertility and Fertilizer* 6th edition. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- HIBBERD, D. E., STANDLEY, J., WANT, P. S., and MAYER, D.G., 1991. Responses to Nitrogen, Phosphorus and Irrigation by Grain Sorghum on Cracking Clay Soil in Central Queensland. *Journal of Experimental Agriculture* 31:525-534.
- HIZALAN, E., ve ÜNAL, H., 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:278, Yardımcı Ders Kitabı 97, Ankara.
- JACKSON, M. L., 1962. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall Inc. 183s.
- JIANCAI, Z., and BARBER, S. A., 1992. Maize Root Distribution between Phosphorus-Fertilized and Unfertilized Soils. *Soil. Soc. Am. J.*56:819-822.
- KACAR, B., 1964. Çukurova Topraklarında Fosfor Durumu ve Bu Bölge Topraklarının Fosfor Muhtevalarının Tayininde Kullanılacak Muhtelif Metodlar Üzerinde Bir Araştırma. Doçentlik Tezi, Adana.
- KACAR, B., KATKAT, V.A, 1997. Tarımda Fosfor. Bursa Ticaret Borsası Yayınları No:5, Bursa.
- KARAKAŞ, S., 2004. Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Toprak Özellikleri ile Pamuk Verimi Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- KILMER, V. J., BENNETT, O. L., STAHLY, V. G., and TIMMONS, D. R., 1960. Yield and Mineral Composition of Eight Forage Species Grown at Four Levels of Soil Moisture. *Agron. Jour.* 52:282-285.
- KIRTOK, Y., 1998. Mısır Üretimi ve Kullanımı. Adana, 445s.
- KORKMAZ, K., 2005 Kireçli Toprakların Fosfor Durumlarının Belirlenmesi ve Fosfor Uygulamasının Mısır Verimine Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, Adana.
- LEVENT, Ö., TORUN, M., YILMAZ, A., GÜLTEKİN, İ., ve ÇAKMAK, İ., 1999. Orta Anadolu Koşullarında Yetiştirilen Buğday Genotiplerinin Fosfor Eksikliğine Dayanıklılığı. *Hububat Sempozyumu*, Konya, s. 240-248.
- LINDSAY, W. L., 1979. *Chemical Equilibrium in Soils*. John Wiley and Sons. New York.
- MCBEATH, T. M., LOMBI, E. and MCLAUGHLIN, M., 2004. Sorption of Orthophosphate and Pyrophosphate in Australian Soils. 3rd Australian New Zealand Soils Conference, pp. 5-9.
- MCBRIDE, M. B., 1994. *Environmental Chemistry of Soils*. Oxford University Press, Inc. NY.
- MEISNER, C. A., ISLAM, A., NAHER, U. A., SALEQUE, M. A., PATHAN, A. B. and HOSSAIN, A.T., 2004 Inorganic and Organic Phosphorus Fertilizer Effects on the Phosphorus Fractionation in Wetland Rice Soil Science Society of America Journal Vol.68 No.5, pp. 1635-1644.

- METWALLY and POLLARD 1959, Effect of Soil Moisture Conditions on Uptake of Plant Nutrients by Barley and on Nutrient Content of Soil Solution Journal. Science. Food. Agriculture. 10:632-636.
- NARTEY, E., 1994. Pedogenic Changes and Phosphorus Availability in Some Soils of Northern Ghana, Thesis Department of Soil Science University of Ghana Legon.
- NELSON, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. In. A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (ed.), Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties 2nd Edition. Agronomy Series No:9. Am. Soc. of Agronomy and Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin USA. pp. 181-196.
- OLSEN, S. R., COLE, C.V., WATANABE, F.S., and DEAN, I.A., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. Usda, Circ., 939, Washington, D.C.
- OTTO, M. W., and KILIAN, W. H., 2001. Response of Soil Phosphorus Content, Growth and Yield of Wheat to Long-Term Phosphorus Fertilization in A Conventional Cropping System. Nutrient Cycling in Agroecosystems 61:283-292.
- ÖKTEM, A. ve ÜLGER, A. C., 1998. Harran Ovası Koşullarında 10 Mısır (*Zea Mays L.*) Genotipinin Fosfor Kullanımının Belirlenmesi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2 (4):71-80.
- ÖZBEK, H., KAYA, Z., GÖK, M. ve KAPTAN, H., 1993. Toprak Bilgisi Kitabı. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 73 Ders Kitabı:16, Ankara.
- ÖZTÜRKMEN, M., 2004 Harran Ovası'nda Çiftçi Koşullarında Toprakta Bulunan N,P,K İçeriği İle Pamuk Bitkisi Tarafından Alınabilirliği Arasındaki İlişki. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- PIERZYNSKI, G. M., SIMS, J. T., and VANCE, G. F., 1994. Soils and Environmental Quality. Lewis Publishers, CRS Press, Inc., Boca Raton, Florida. pp.107-128.
- POWER, J. F., BROWN, P. L., ARMY, T. J., and KLAGES, M. G., 1961. Phosphorus Responses by Dryland Spring Wheat as Influenced by Moisture Supplies, Agron. Jour. 53:106-108.
- RAGOTHAMA, K. G., 1999. Phosphate Acquisition. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50:665-693.
- RAUSCH, C. and BUCHER, M., 2002. Molecular Mechanism of Phosphate Transport in Plants. Planta, 216:23-37.
- RHOADES, J.D., 1996. Salinity: Electrical Conductivity and Total Dissolved Solids. In. D.L. Sparks et. al., (ed.), Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods. SSSA Book Series No: 5. Am. Soc. of Agronomy and Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin USA. pp. 417-436.
- RODRIGUEZ, D., ANDRADE, F. H. and GOUDRIAAN, J., 2000. Does Assimilate Supply Limit Leaf Expansion in Wheat Grown in The Field Under Low Phosphorus Availability. Field Crops Research, 67:227-238.
- RON VAZ., D., EDWARDS, A.C., SHAND, C. A. and CRESSER, M., S., 1993. Phosphorus Fraction in Soil Solution: Influence of Soil Acidity and Fertilizer Addition. Plant and Soil, 148:175-183.

- SAHRAWAT, K. L., 2000. Residual Phosphorus and Management Strategy for Grain Sorghum on A Vertisol. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 31, (19-20):3103-3112.
- SANCHEZ, P.A., and UEHARA. G., 1980. Management Considerations for Acid Soils with High Phosphorus Fixation Capacity. pp. 471-514. in F.E. KHASAWNEH et al. (ed.) *The Role of Phosphorus in Agriculture*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- SARDI K., and CSATHO, P., 2002. Studies on the Phosphorus Dynamics in Pot Experiments with Different Soil Types. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33 (15):3045-3058.
- SCHACTMAN, P. D., REID, J. R., and AYLING, S. M., 1998. Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. *Plant Physiology*, 116:447-453.
- SCHEPERS, J. S., AKHTAR, M., FRANCIS, D. D. and MCCALLISTER, D.L., 2005. Manure Source Effects on Soil Phosphorus Fractions and Their Distribution. *Soil Science*, 170, (3):183-190.
- SHARPLEY, A. N., MCDOWELL, R. W., WELD, J. L., and KLEINMAN, P.J.A., 2000. Assessing Site Vulnerabilities to Phosphorus Loss in Agricultural Watershed, *Journal Environmental Quality*, 30:2026-2036.
- SÖNMEZ, O., 1998. The Influence of Phosphorus Fertilizer and Crop Residue Removal on Soil Phosphorus Fractions. Thesis Department of Agronomy, Kansas State University.
- STEVENSON, F. J and COLE, M. A., 1999 (*Cycles of Soil Second Edition*) John Wiley and Sons New York. NY.
- SUMNER, M.E. and MILLER, W.P., 1996. Cation Exchange Capacity and Exchange Coefficients. In. D.L. Sparks et. al., (ed.), *Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods*. SSSA Book Series No: 5. Am. Soc. of Agronomy and Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin USA. pp. 1201-1230.
- THOMAS, G.W., 1996. Soil pH and Soil Acidity. In. D.L. Sparks et. al., (ed.), *Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods*. SSSA Book Series No: 5. Am. Soc. of Agronomy and Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin USA. pp. 475-490.
- TORRENT, J. R., and DELGADO, A., 2001. Using Phosphorus Concentration in The Soil Solution to Predict Phosphorus Desorption to Water. *Journal Environmental Quality*. 30:1829-1835.
- TOVEP., 1991. Türkiye Toprakları Verimlilik Envanteri. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- TRIPATHI, B.R., TANDON, H.L.S., and TYNER, E.H., 1970. Native Inorganic Phosphorus Forms and Their Relation to Some Chemical Indices of Phosphate Availability for Soils of Agra District, India. *Soil Science*, 109 (2):93-101.
- TURAN, M., SEZEN, Y., 1999 Değişik pH'ya Sahip Toprakların Fosfor Adsorbsiyonuna Toprak Özelliklerine Etkisi. GAP I Tarım Kongresi 26-28 Mayıs, II cilt, s. 1011-1018.
- TÜZÜNER, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı, T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara 375s.

- ÜLGEN, N. ve YURTSEVEN, N., 1988. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No:151, Teknik Kaynaklar, No:T-59, Ankara.
- VANCE, P.C., UHDE-STONE, C., and ALLAN, D., 2003. Phosphorus Acquisition and Use: Critical Adaptations by Plants for Securing A Nonrenewable Resource. *New Phytologist* , 157:423-447.
- WALKER, T. W., and ADAMS, A.F.R., 1958. Studies on Soil Organic Matter: 1. Influence of Phosphorus Content of Parent Materials on Accumulation of Carbon, Nitrogen, Sulphur and Organic Phosphorus in Grassland Soils. *Soil Sci.* 85:318-4307.
- WHITNEY, D. A., 1988. Phosphorus Facts: Soil, Plant and Fertilizer. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Available at: <http://www.oznet.ksu.edu>.
- ZHANG, T. Q., MACKENZIE, A. F., 1997. Phosphorus in Zero Tension Soil Solution as Influenced by Long-Term Fertilization of Corn (*Zea mays* L.). *Canadian Journal of Soil Science*, 77 (4):685-691

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Şanlıurfa'da doğdu. İlköğretim ve Lise Eğitimini Şanlıurfa'da tamamladı. 1999 yılında kazandığı Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nden 2004 yılında mezun oldu. 2004–2005 öğretim yılı birinci döneminde master öğrenimine başladı ve aynı dönem Fen bilimleri kadrosuna Araştırma görevlisi olarak atandı. 2007 Ağustos ayında kurum değişikliği yaparak Tarım Bakanlığına bağlı Tarım Reformu Bölge Müdürlüğünde Ziraat Mühendisi olarak atandı. Halen aynı müdürlükte çalışmaktadır.

ÖZET

Fosfor, bitki gelişimi için mutlak gerekli bir bitki besin elementidir. Ülkemizin farklı bölgelerinde P ile ilgili bazı çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, Harran Ovası topraklarında P_Y içeriklerini ortaya koymak için sınırlı sayıda çalışmanın yapılmış olması araştırmada P_T , P_I , P_O içeriklerinin belirlenmesi ihtiyacını ortaya koymuştur.

Bu çalışmada Harran ovasında 2005 yılında belirlenmiş olan 16 noktadan 0-20, 20-40, 40-60 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinin P_T , P_I , P_O , P_Y içerikleri belirlenmiştir.

Toprak serilerinin 0-20, 20-40, 40-60 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları kullanılan standart değerlere göre değerlendirildiğinde; yüksek pH (7.6-8.7), düşük OM (%0.1-1.6), değişkenlik gösteren tuz (0.5-15.4 dS m⁻¹) ve yüksek kireç içerikli olduğu (%14-38), kation değişim kapasitesinin (34-66 cmol kg⁻¹) değerleri arasında değiştiği, tekstür bakımından ise killi bir bünyeye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yarayışlı fosfor içerikleri sınır değerleri bakımından Tovep (1991)'e göre incelendiğinde Kısas serisi (Yamaçaltı köyü)'nde 0-20, 20-40 cm için yeterli, 40-60 cm'de düşük, Çekçek serisinde üç derinlikte de yeterli, Harran serisi (Taşlıca köyü)'nde yüksek, yeterli, düşük, Kısas serisi (Akdilek köyü)'nde üç derinlikte de yeterli, Bellitaş serisinde 0-20 cm derinliğinde yeterli, 20-40, 40-60 cm düşük, Gürgelen serisi (Karaali köyü)'nde 0-20 cm yeterli, 20-40, 40-60 cm düşük, İkizce serisinde 3 derinlikte de düşük, Sırrın serisinde 0-20 cm için düşük, 20-40, 40-60 cm çok düşük, İrice serisinde yeterli, düşük, çok düşük, Beğdeş serisinde 0-20, 20-40 cm düşük, 40-60 cm çok düşük, Harran serisi (Yukarı yarımca köyü)'nde yeterli, düşük, çok düşük, Gürgelen serisi (Yukarı yakın yol köyü)'nde 0-20, 20-40 cm yeterli, 40-60 cm çok düşük, Akören serisinde 0-20, 20-40 cm yeterli, 40-60 cm çok düşük, Ekinyazı serisinde 0-20, 20-40 cm düşük, 40-60 cm çok düşük, Akçakale serisinde 3 derinlikte de çok düşük, Gürgelen-Akören (Salihler köyü)'nde yeterli, düşük, çok düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda istatistiksel değerlendirmeler dikkate alındığında P_T içeriği sırası ile 0-20 cm'de 343-894 mg kg⁻¹, 20-40 cm'de 313-881 mg kg⁻¹, 40-60 cm'de 298-551 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, P_I 'nin 0-20 cm'de 307-835 mg kg⁻¹, 20-40 cm'de 281-847 mg kg⁻¹, 40-60 cm'de 280-539 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, P_O 'nın 0-20 cm'de 17-60 mg kg⁻¹, 20-40 cm'de 15-38 mg kg⁻¹, 40-60 cm'de 7-39 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, P_Y 'nin 0-20 cm'de 2-36 mg kg⁻¹, 20-40 cm'de 1-23 mg kg⁻¹, 40-60 cm'de 0.2-21 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir.

Bölgemiz topraklarının kireç ve kil içeriğleri yüksek olduğu için uygulanan P'li gübrelerin büyük bir kısmı toprak tarafından sıkı bir şekilde tutulmaktadır. Bu nedenle genellikle toprakların P içeriğleri düşük düzeylerde dir.

Yapılan çalışmada bütün serilerden elde edilen sonuçlara göre üst katmandan derinlere doğru inildikçe P içeriğlerinde azalma eğilimi gözlenmiştir. Bunun nedeni P'li gübre uygulaması sonucunda genel olarak toprağın üst katmanında (0-20 cm)'de biriken P'den kaynaklanmaktadır.

SUMMARY

Phosphorus is the most essential plant nutrient although numerous studies have been reported on phosphorus content around the country, there is limited information on the nutritionally available P at Harran plains therefore there is a need for studies determining P_T , P_i , P_o , P_Y .

In this study. We have determined P_T , P_i , P_o , P_Y . at the three different soil layers (0-20, 20-40, 40-60 cm) from 16 different spots and at Harran plains in 2005.

In this study, Soil samples were taken from 16 different spots and analyzed at the three different soil layers (0-20, 20-40 and 40-60 cm depth) at Harran plains. It was found high pH value (7.6-8.7), low OM (%0.1-1.6) and salt content (0.5-15.4 dS m⁻¹), high lime content (%14-38), high exchange capacity (34-66 cmol kg⁻¹) and in a clay soil texture.

Available P content of soil series were compared with the one published by Tovep (1991). As a result, available P contents in Kıyas series (Yamaçaltı village) at depth of 0-20 cm and 20-40 cm was sufficient, however, not sufficient at 40-60 cm, Çekçek series at depth of 0-20 cm, 20-40 cm and 40-60 cm was sufficient, Harran series (Taşlıca village) at depth of 0-20 cm was high, sufficient at 20-40 cm, however, not sufficient at 40-60 cm, Kıyas series (Akdilek village) at depth of 0-20 cm, 20-40 cm and 40-60 cm was sufficient, Bellitaş series at depth of 0-20 cm was sufficient, however, not sufficient at 20-40 cm and 40-60 cm, Gürgelen series (Karaali village) at depth of 0-20 cm was sufficient, however, not sufficient at 20-40 cm and 40-60 cm, İkizce series at depth of 0-20 cm, 20-40 cm and 40-60 cm was not sufficient, Sırrın series at depth of 0-20 cm was not sufficient, however, not very sufficient at 20-40 cm and 40-60 cm, Irice series at depth of 0-20 cm was sufficient, but not sufficient at depth of 20-40 cm, and not very sufficient at 40-60 cm, Beğdeş series at depth of 0-20 cm and 20-40 cm was not sufficient, however, not very sufficient at 40-60 cm, Harran (Yukarı Yarımca Village) series at depth of 0-20 cm was sufficient, not sufficient 20-40 cm, however, not very sufficient at 40-60 cm,

Gürgelen series (Yukarı yakın road village) series at depth of 0-20 cm and 20-40 cm was sufficient, however, not very sufficient at 40-60 cm, Akören series at depth of 0-20 cm and 20-40 cm was sufficient, however, not very sufficient at 40-60 cm, Ekinyazı series at depth of 0-20 cm and 20-40 cm was not sufficient, however, was not very sufficient at 40-60 cm, Akçakale series at depth of 0-20 cm, 20-40 cm and 40-60 cm was very sufficient, Gürgelen-Akören series (Salihler village) at depth of 0-20 cm was sufficient, not sufficient at 20-40 cm, however, not very sufficient at 40-60 cm.

Based on our statistical analyses, it was found that P_T is 343-894 mg kg⁻¹ (0-20 cm), 313-881 mg kg⁻¹ (20-40 cm) and 298-551 mg kg⁻¹ (40-60 cm). While P_f found to be 307-835 mg kg⁻¹ (0-20 cm), 281-847 mg kg⁻¹ (20-40 cm), 280-539 mg kg⁻¹ (40-60 cm), P_O showed 17-60 mg kg⁻¹ (0-20 cm), 15-38 mg kg⁻¹ (20-40 cm), 7-39 mg kg⁻¹ (40-60 cm). Amount of P_Y for the three different soil layer, ranged from 2-36 (0-20 cm), 1-23 (20-40 cm), 0.2-21 (40-60 cm).

Because the lime and clay contents in our region is high, P applied as fertilizer is kept tightly in the soil. Therefore the available P content is usually low.

In conclusion, our results from all series indicated P content appears to decrease from top layer (0-20 cm) to bottom layer in the all sixteen soil series analyzed. It could be possible that the fertilizer application may cause the high P content in the 0-20 cm layer.