

**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK ANABİLİM DALI**

**ORGANİK MADDE UYGULAMALARININ
KİREÇLİ TOPRAKLARDA MİNERAL FOSFOR
FRAKSİYONLARINA ETKİSİ**

İBRAHİM KARABATAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTAKYA

AĞUSTOS-2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET	III
ABSTRACT	IV
ÖNSÖZ	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE METOT.....	16
3.1 Materyal.....	16
3.1.1 Toprak Örnekleri	16
3.1.2 Denemede Kullanılan Organik Materyaller.....	17
3.2 Yöntem	18
3.2.1 Fosfor Adsorpsiyon İzotermi.....	18
3.2.2 Deneme Deseni	18
3.2.3 Fosfor Fraksiyonlarının Belirlenmesi.....	19
3.2.4 Ekstraktlarda P İçeriğinin Belirlenmesi.....	20
3.2.5 İstatistiksel Analiz	21
4.BULGULAR VE TARTIŞMA.....	22
4.1. Bulgular	22
4.1.1 Adsorpsiyon İzotermi.....	22
4.1.2 Labil-P içeriğine etkisi	22
4.1.2.1 Toprağın etkisi.....	22
4.1.2.2 Gübrelerin etkisi	24
4.1.2.3 Dozların etkisi	26
4.1.2.4 İnkübasyon süresinin etkisi	26
4.1.3. CDB ile ekstrakte edilebilen fosfora etkisi.....	39
4.1.3.1 Toprağın etkisi.....	39
4.1.3.2 Gübrelerin etkisi	39
4.1.3.3 Dozun etkisi	39
4.1.3.4 İnkübasyon zamanının etkisi.....	42
4.1.4. 0.5 M HCl ile ekstrakte edilen fosfora etkisi	54
4.1.4.1 Toprağın etkisi.....	56
4.1.4.2 Gübrelerin etkisi	56
4.1.4.3 Dozların etkisi	57
4.1.4.4 İnkübasyon süresinin etkisi	58
4.2. Tartışma.....	70
4.2.1. Adsorpsiyon İzotermi	70
4.2.2 Labil-P	71
4.2.3. CBD-P.....	76
4.2.4 Ca-P	78
5 SONUÇ VE ÖNERİLER	81
KAYNAKLAR.....	82
ÖZGEÇMİŞ.....	93

ÖZET

**ORGANİK MADDE UYGULAMALARININ KİREÇLİ TOPRAKLARDA
MİNERAL FOSFOR FRAKSİYONLARINA ETKİSİ**

Bu çalışmanın amacı kireç içeriği yüksek ve düşük olan iki toprağa uygulanan farklı organik atıkların ve iki kompostun kireçli topraklardaki P fraksiyonları üzerine olan etkilerini incelemektir. Ayrıca organik gübre ve mineral gübre halinde verilen P' nin farklı fraksiyonlara dağılımı incelenmiştir. Çalışmada organik gübre kaynağı olarak çiftlik gübresi, kompostlaşmış odun kırıntısı, prina, ve iki farklı bileşimde kompost kullanılmış ve bu gübreler kontrol dahil dört ayrı dozda uygulanmıştır. Yapılan uygulamaların toprakların yarayışlılığı yüksek labil-P (NaOH + NaCl-P), orta dereceli yarayışlı (CBD-P) ve yarayışlılığı düşük (Ca-P) fraksiyonlara olan etkisi ardışık ekstraksiyonlamayla belirlenmiştir. Sonuçta organik gübre uygulamalarının labil-P, orta dereceli labil-P ve yarayışsız-P' nin miktarını önemli ölçüde etkilediğini ve yüksek dozlarda uygulanan organik gübrenin bitkiye yarayışlı fraksiyonlarda artışa neden olduğu belirlenmiştir. CBD-P fraksiyonunu organik madde ve inorganik P ilavesinden sonra arttığı ancak daha sonra yarayışsız fraksiyona dönüştüğü belirlenmiştir. Yarayışsız-P fraksiyonunda bulunan P miktarının (Ca-P) toprakların karbonat içeriğiyle ilişkili olduğu bulunmuştur. Organik gübrelerden yarayışlı P miktarını en fazla arttıran çiftlik gübresi olurken bunu sırasıyla EBT (elma + mısır + buğday karışımı), TED (tütün+deri + buğday + mısır karışımı), prina ve kompostlaşmış odun kırıntısı takip etmiştir. Mineral formda verilen P' nin farklı fraksiyonlardaki dağılımı organik gübrenin çeşidi, P içeriği, dozu ve toprak özellikleri tarafından etkilenmiştir. Sonuç olarak organik atıklar kireçli topraklara uygulanmasıyla bitkilerin fosfor beslenmesinde iyileşmeler olabileceği belirtilebilir.

2006, 105 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kireçli topraklar; organik madde, çiftlik gübresi, kompost; fosfor fraksiyonları

ABSTRACT**EFFECTS OF ORGANIC RESIDUES AMENDMENTS ON MINERAL PHOSPHOROUS FRACTION IN CALCAREOUS SOILS**

The aim of this study was to investigate the effect of organic residues and two composts application on phosphorous fractions in highly calcareous and slightly calcareous soils. Moreover, distribution of P fractions in smiltaneously applied organic residues and mineral P were investigated. Organic residues sources were: farmyard manure, packing industry by prduct mainly composted poplar debris, olive cake, and two diffrent composts. Organic residues were applied at four rates including control in triplicates. The effects of treatments on labil-P, CBD-P and Ca-P were determined by sequential removal process. Results showed that organic amendments significantly increased labil-P, CBD-P and Ca-P and higher applicaiton rates of organic residues increased plant available-P fractions. CBD fraction was increased after addition of organic residues and mineral P and then converted to non labil-P fractions. The amount of Ca-P was found to be related with carbonate content of soils. Farmyard manure was the most effective source to increase plant available-P fractions and followed by EBT (apple + wheat straw + corn straw), TED (leather industry by products + aple industry by product + wheat straw + tobacco dust + corn straw),olive cake and composted wood debris. The distribution of mineral fertilizer P was affected by type and rate of organic residues and soil properties. It can be concluded that organic residues applied to calcareous soils may enhance P nutrition of agricultural plants.

2006, 105 pages

Key Words: Calcareous soils; organic matter; farmyard manure; compost; phosphate fractions

ÖNSÖZ

Tarımda fosfor noksanlığı en yaygın bitki besleme sorunlardan birisidir. Nedeni ise topraklarda bulunan fosforun bitkinin alabileceği formlardan adsorpsiyon yada çökelme reaksiyonlarıyla alınamayan formlara çok hızlı bir şekilde dönüşebilmesidir. Adsorpsiyon olayı toprak bileşenlerinin yüzeyinde fosforun birikmesi olarak tanımlanabilir. Bazen yüzeyde tutulan fosfor sorbentin içine difüze ederek P tamamen yarayışsız formlara da dönüşebilmektedir.

Asit topraklarda, fosfor adsorpsiyonu genellikle Fe/Al hidoksitlere ve özellikle düşük pH'lı tropikal topraklarda 1:1 kristal yapılı kil minerallerine bağlıdır. Nötr ve alkali topraklarda ise farklı stabil Ca-P mineralleri, toprak çözeltisindeki P konsantrasyonunu kontrol etmektedir.

Organik atıkların toprağa ilavesiyle topraklarda fosforun yarayışlı formlarda kalması sağlanabilmektedir. Genellikle organik kalıntıların ayrışma ürünleri olan basit organik asitler veya kompleksleşmiş humik maddeler fosforun adsorpsiyon yüzeylerinde bağlanmasını engelleyerek veya bazı P katı fazlarının çökmesini engelleyerek veya geciktirerek kısa ve orta vadede fosforun yarayışlılığında bir fark oluşturabilmektedir. Bu da topraklarda fosforun bitkiler tarafından alımını kolaylaştırarak hem ürün miktarında hem de kalitesinde artışlara neden olabilmektedir.

Bizim çalışmamızda Amik Ovasında bulunan çok kireçli ve orta derecede kireçli iki toprak serisine orijini farklı organik materyallerinin farklı dozlarda uygulanmasıyla fosforun yarayışlılığına ve yarayışlılığı farklı P fraksiyonlarına etkisi araştırılacaktır. Bu çalışmanın sonuçlarının daha iyi ve yüksek miktarlarda ürün elde etmede temel bir faktör olan kireçli topraklarda fosfor idaresinde çiftçilere ışık tutacağı inancındayız.

Tez konumun belirlenmesinde ve çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, değerli fikir ve katkılarıyla ışık tutan ve yönlendiren danışman hocam, Sayın Yrd. Doç. Dr. Veli UYGUR'a (Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü), çalışmalarımda gerekli olan spektrofotometre cihazını kullanmamızda gösterdiği kolaylıklardan dolayı Yrd. Doç. Dr. Abdullah ÖKSÜZ'e (Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi), verilerin istatistiki analizlerinde yaptığı

yardımlardan dolayı Zootečni Bölümü Araştırma Görevlisi Özkan GÖRGÜLÜ'ye, tüm çalışmalarım boyunca özveride bulunan İnönü İlköğretim Okulu Matematik Öğretmeni eşim Hülya KARABATAK'a, laboratuvar çalışmalarında yaptıkları yardımlarından dolayı Toprak Bölümü öğrencileri Volkan GÖKSÜN, Abdullah EREN, Servet TOPALEL ve M. Ali KARADUMAN'a en derin teşekkürlerimi sunarım.

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3. 1. Organik gübrelerin kimyasal bileşimi.....	17
Çizelge 4. 1. Uygulamaların 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu	23
Çizelge 4. 2. Uygulama topraklarının ikili karşılaştırılma grafiği.....	23
Çizelge 4. 3. Organik gübrenin orijininin labil-P üzerine etkisinin Bonferroni testi ile ikili karşılaştırması.....	24
Çizelge 4. 4. Organik gübrenin dozunun labil-P üzerine etkisinin Bonferroni testi ile ikili karşılaştırması.....	25
Çizelge 4. 5. Kurtuluş serisine organik atık ilavesinin labil-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P'ye oranı (%).....	26
Çizelge 4. 6. Kurtuluş serisine organik atık ve fosfor ilavesinin labil-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P'ye oranı (%).....	27
Çizelge 4. 7. Paşaköy serisine organik atık ilavesinin labil-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P'ye oranı (%).....	28
Çizelge 4. 8. Paşaköy serisine organik atık ve fosfor ilavesinin labil-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P'ye oranı (%).....	29
Çizelge 4. 9. Örnekleme zamanının 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu (Küresellik varsayımına göre).....	31
Çizelge 4. 10. Uygulamaların CDB ile ekstraksiyon fraksiyonu üzerine etkisine ait varyans analiz tablosu.....	38
Çizelge 4. 11. Uygulama topraklarının CDB üzerine etkisinin ikili Karşılaştırılması.....	38
Çizelge 4. 12 . Organik gübrenin orijininin CDB ile ekstrakte edilebilen P	

	fraksiyonu üzerine etkisinin Bonferroni testi ile ikili karşılaştırması.....	39
Çizelge 4. 13.	Organik gübrenin dozunun CDB ile ekstrakte edilebilen P üzerine etkisinin Bonferroni testi ile ikili karşılaştırması.....	40
Çizelge 4. 14.	Kurtuluş serisinde organik atık ilavesinin CDB ile ekstrakte edilebilen fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P ye oranı (%).....	41
Çizelge 4. 15.	Kurtuluş serisine organik atık ve fosfor ilavesinin CDB ile ekstrakte edilebilen P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P ye oranı (%).....	42
Çizelge 4. 16.	Paşaköy serisine organik atık ilavesinin CDB ile ekstraksiyon fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P' ye oranı (%).....	44
Çizelge 4. 17.	Paşaköy serisine organik atık ve fosfor ilavesinin CDB ile ekstrakte edilebilir fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P ye oranı (%).....	45
Çizelge 4. 18.	Örnekleme zamanının CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu (Küresellik varsayımına göre).....	46
Çizelge 4. 19.	Uygulamaların Ca-P içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu.....	53
Çizelge 4. 20.	Uygulama topraklarının Ca-P üzerine etkisinin ikili karşılaştırılma grafiği.....	54
Çizelge 4. 21.	Organik gübrenin orijininin CDB ile ekstraksiyon fraksiyonu üzerine etkisinin Bonferroni testi ile ikili karşılaştırması.....	55
Çizelge 4. 22.	Organik gübrenin dozunun CDB ile ekstrakte edilebilir P üzerine etkisinin Bonferroni testi ile ikili karşılaştırması.....	56
Çizelge 4. 23.	Kurtuluş serisine organik atık ilavesinin Ca-P fraksiyonunun	

	toplam ekstrakte edilen P' ye oranı.....	57
Çizelge 4. 24.	Kurtuluş serisine organik atık ve fosfor ilavesinin Ca-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P' ye oranı (%).....	58
Çizelge 4. 25.	Paşaköy serisine organik atık ilavesinin Ca-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P' ye oranı (%).....	59
Çizelge 4. 26.	Paşaköy serisine organik atık ve fosfor ilavesinin Ca-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P' ye oranı (%).....	61
Çizelge 4. 27.	Örnekleme zamanının Ca-P ile ekstrakte edilebilir P İçeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu (Küresellik varsayımına göre).....	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 3. 1	Kireçli topraklarda mineral fosfor fraksiyonlarının ardışık ekstraksiyonu.....	20
Şekil 4. 1	Adsorpsiyon izotermi (A) Freundlich (B) Langmuir. ● Paşaköy, ■ Kurtuluş serisi.....	22
Şekil 4. 2	Çiftlik gübresi dozlarının 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi.....	32
Şekil 4. 3	Çiftlik gübresi dozlarının ve P ilavesinin 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi.....	32
Şekil 4. 4	Kompostlaşmış odun kırıntısı dozlarının 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi.....	33
Şekil 4. 5	Kompostlaşmış odun kırıntısı dozlarının ve P ilavesinin 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi.....	34
Şekil 4. 6	Prina dozlarının 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	34
Şekil 4. 7	Prina dozlarının ve P ilavesinin 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi.....	35
Şekil 4. 8	EBT dozlarının 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	35
Şekil 4. 9	EBT dozlarının ve P ilavesinin 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi.....	36
Şekil 4. 10	TED dozlarının 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	36
Şekil 4. 11	TED dozlarının ve P ilavesinin 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile	

	ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi.....	37
Şekil 4. 12	Çiftlik gübresi dozlarının CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	47
Şekil 4. 13	Çiftlik gübresi dozlarının ve P ilavesinin CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi.....	48
Şekil 4. 14	Kompostlaşmış odun kırıntısı dozlarının CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi.....	48
Şekil 4. 15	Kompostlaşmış odun kırıntısı dozlarının ve P ilavesinin CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi.....	49
Şekil 4. 16	Prina dozlarının CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	49
Şekil 4. 17	Prina dozlarının ve P ilavesinin CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi.....	50
Şekil 4. 18	EBT dozlarının CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	50
Şekil 4. 19	EBT dozlarının ve P ilavesinin CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi.....	51
Şekil 4. 20	TED dozlarının CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	51
Şekil 4. 21	TED dozlarının ve P ilavesinin CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi.....	52
Şekil 4. 22	Çiftlik gübresi dozlarının Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	63
Şekil 4. 23	Çiftlik gübresi dozlarının ve P ilavesinin Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	63
Şekil 4. 24	Kompostlaşmış odun kırıntısı dozlarının Ca-P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	64
Şekil 4. 25	Kompostlaşmış odun kırıntısı dozlarının ve P ilavesinin Ca- P	

	içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	64
Şekil 4. 26	Prina dozlarının Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	65
Şekil 4. 27	Prina dozlarının ve P ilavesinin Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	65
Şekil 4. 28	EBT dozlarının Ca-P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	66
Şekil 4. 29	EBT dozlarının ve P ilavesinin Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	66
Şekil 4. 30	TED dozlarının Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	67
Şekil 4. 31	TED dozlarının ve P ilavesinin Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi.....	68
Şekil 4. 32	Posfor transformasyonlarında akış diyagramı. I immobilizasyon; M mineralizasyon; M1 sıcaklık ve nem faktörlerinin kombine etkisi; K1, K2, K3, K4 sabitler (Patron ve ark., 1988).....	70
Şekil 4. 33	Toprakta organik ve inorganik fosforun döngüsü ve kimyasal olarak ekstrakte edilebilen fraksiyonlar.....	71
Şekil 4. 34	Organik asitlerin etkisiyle çözünürlüğü düşük fosfatlardan çözeltiliye yarayışlı P ilavesi.....	72
Şekil 4. 35	Fe-P and Ca-P fraksiyonlarının oluşumunu etkileyen redoks ve pH koşulları. (c) Fe-nin konsantrasyonu magnetit ve toprak - Fe tarafından, Ca konsantrasyonu toprak-Ca tarafından kontrol edildiği durumda termodinamik olarak stabil mineral faz.....	79

1. GİRİŞ

Topraklarda P, yönetimi ve kontrolü en zor olan bitki besin elementlerinden birisidir. Fosfor tabiatta zirai olarak yararlı formunu hemen kaybederek bitki besin maddesi olmaktan çıkar. Toprakta farklı formlara dönüşerek sabitleşir. Bizim labil dediğimiz yararlı formunun bulunma miktarı genellikle çok düşük seviyededir.

Tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için tarım alanlarında her yıl ya da yetiştirme döneminde toprak, bitki ve çevre faktörlerinin durumuna göre farklı dozlarda fosforlu gübreleme yapılmaktadır. Yüksek ve kaliteli verimin hedeflendiği tarımda yapılan uygulamanın zamanı, miktarı ve şekli hedefe ulaşmada son derece kritik bir öneme sahiptir. P' nin bir çok toprakta hızla yararlı formu dönüşmesinin yanında fazla miktarlarda uygulanan P' li gübre veya uygulanan P' yi adsorbe eden toprak taneciklerinin erozyona maruz kalması sonucu toprak ve/veya su kaynaklarında ekosistem sağlığını tehdit edebilecek çevresel problemlerin ortaya çıkması mümkün olabilmektedir.

Toprakta fosforun bitkiye yararlı formu dönüşmesine neden olan bir çok kimyasal olaylar vardır. Bu olaylardan başat olanı, toprak özelliklerine ve kullanım şekline bağlı olarak değişim göstermektedir. Genellikle gübrelerle topraklara uygulanan P, asit topraklarda Fe veya Al oksitlerle (RYDEN ve PRATT, 1980); kireçli topraklarda ise CaCO_3 ile reaksiyona girerek (AL-KHATEEP ve ark., 1986; BARROW, 1987) bitkilere yararlı formu dönüştürülmektedir. Bu reaksiyonlar genellikle oldukça kısa sürelerde meydana geldiğinden üründe önemli kayıplara neden olabilmektedir.

Toprakların yararlı P içeriğini arttırmak amacıyla; ticari gübreler, mikorrizalarla biyolojik gübreleme (LAMBERT ve ark., 1979) veya organik atık ve/veya artıklar (MILLER ve MILLER, 2000) yaygın olan kullanılan uygulamalardandır. Asıl amacı bitkinin N ihtiyacını karşılamak ve toprağın organik madde seviyesini korumak ve/veya artırmak olan organik madde uygulamaları, bunun yanında bitkilerin kaldırdığı P miktarını da önemli ölçüde arttırdığı (PIERZYNSKI, 1994) ve topraklarda P bütçesine katkı sağladığı belirtilmektedir (LOPEZ-MARTINEZ ve ark., 2004).

Ancak, biyolojik olarak yararlı P fraksiyonunun tespit edilmesinde, fosfor yararlılığını sağlayan mekanizmaların anlaşılmayan kompleks yapısı (FROSSARD ve ark., 2000) ve organik atık maddelerdeki fosfor miktarının ve organik yapıların çeşitlilik

göstermesi, organik materyal uygulamalarının topraktaki asıl etkisini anlamada önemli güçlüklerle neden olmaktadır. Bu sebepten gerçekleşen olaya araştırmacıların yaklaşımlarında da farklılar gözlenmektedir. Farklı organik atıkların toprağın bitkiye yarayışlı P içeriğine etkisini değerlendirmek için, bitkinin kaldırdığı P miktarı kriter olarak kullanılmıştır (AMUNDSON ve JARREL, 1983; MCLAUGHLIN ve CHAMPION, 1987; FROSSARD ve ark., 1996). SUI ve ark. (1999) yaptıkları bir çalışmada, deneysel olarak tanımlanmış P fraksiyonlarının (HEDLEY ve ark., 1982) değişimini ardışık ekstraksiyon yöntemiyle incelemişlerdir. MAGUIRE ve ark. (2000) ise biyolojik katı atık uygulanmış Mollisolde Mehlich-1 P, Fe oksitlerle bağlı P, suda çözünabilir P ve oksalatla ekstrakte edilebilen P'nin Al + Fe atomlarına oranı olarak tanımlanan (VAN DER ZEE ve VAN RIEMSDIJK, 1986) P saturasyon derecesindeki değişimi belirlemiştir.

Diğer bir yaklaşımda ise suda desorbe olma potansiyeline sahip veya suda çözünabilen P miktarının toprakta P içeriğini gösteren en iyi indikatör olduğu belirtilmektedir (SISSINGH, 1971; HOODA ve ark., 2000). Son yıllarda yapılan bir çalışmada (LOPEZ-MARTINEZ ve ark., 2004) kireçli topraklara uygulanan 10 farklı organik atığın çözünmüş reaktif P konsantrasyonuna zamana bağlı etkisini, seyreltik (0,005 M CaCl_2) tuz çözeltisiyle ekstrakte ederek belirlemiştir. Yapılan uygulamaların çözünmüş reaktif P konsantrasyonunu genelde pozitif olarak etkilediğini, inorganik P'nin verildiği uygulamaların ilerleyen zamanlarında negatif olarak etkilediği rapor edilmiştir. Ayrıca, uygulamaların etkisinin organik materyalin özelliklerine, uygulama dozuna bağlı olduğu belirtilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, yörede kolayca elde edilebilen organik atık veya artıkların farklı kireç içeriğine sahip iki toprakta, P fraksiyonlarını nasıl etkilediğini belirlemektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

WEAVER (1974) sitrat ve dithionit ekstraksiyonunun yerine indirgenebilen çözünür fosforun belirlenmesinde askorbik asitin kullanılabileceğini önermiştir.

ENWEZOR (1978) Güney Nijerya'nın fosforlu gübre ve kireç uygulanması yapılmış üç sezon mısır yetiştirilen topraklarda fosfor fraksiyonlarını incelemiştir. İlave edilen fosforun büyük çoğunluğunun Al-P ve Fe-P' ye dönüştüğünü belirlemiştir. Bu fraksiyonlar toprağın fosfor adsorpsiyon kapasitesiyle ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Ca-P ve organik fraksiyonundaki fosfor miktarı uygulamalardan etkilenmemiştir.

LAL ve MAHAPATRA (1979), çeltik topraklarına suda çözünebilir fosforlu gübrelerin ilavesinin toprağın toplam inorganik fosfor içeriğini arttırdığını belirlemiştir. İlk yılda Ca-P fraksiyonundan sonra sırasıyla Al-P ve Fe-P fraksiyonunun bulunduğunu; ikinci yılda ise Fe-Al fraksiyonunda artış olduğunu bu artışa ise Al-P'nin Fe-P dönüşmesinin neden olduğunu bildirmişlerdir. P_i fraksiyonlama çalışmaları suda çözünebilir fosforlu gübrelerin çeltik topraklarında kullanılması gerektiğini bunun nedeninin ise Fe-P fraksiyonunun oluşması olarak bildirmişlerdir. Ayrıca çeltik ürün miktarıyla Fe-P fraksiyonu ve arpa verimi ile Ca-P fraksiyonu arasında ilişki olduğunu rapor etmişlerdir.

TOMER ve ark. (1984) toprak organik maddesinin ilave edilen P nin Al-P, Fe-P ve Ca-P ile olan reaksiyonlarını geciktirerek yarıyışlı fosfor miktarını arttırdığını belirlemiştir.

IVANOV (1986a), 7 ayrı inorganik fosfor fraksiyonlamasını 12 toprak örneğinde (4'ü uzun süreli gübreleme denemesinin toprağı) karşılaştırmıştır. Metotların hepsi birbirinden farklı sonuçlar vermiştir. En fazla değişim çözünebilir veya yarıyışlı fosfat fraksiyonlarında ve Al-P fraksiyonlarında bulunmuştur. Bütün topraklarda Fe ve Al-P fraksiyonlarının Ca-P fraksiyonundan daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ancak kireçli topraklarda bu durum gözlenmemiştir.

IVANOV (1986b), farklı fosfor fraksiyonlama şemalarının hata kaynaklarını belirlemek için yaptığı çalışmada kullanılan metotların hepsinde seçicilikle ilgili yetersizliklerinin bulunduğunu ve ikincil reaksiyonların meydana geldiğini belirlemiştir. Çoklu ekstraksiyonun çökeltme reaksiyonlarını azalttığını ancak çözeltilerin seçiciliğini

de azalttığını belirlemiştir. 5 farklı Chang-Jackson modifikasyonunun en zayıf tarafının florit ekstraksiyonu olduğunu ve bu ekstraksiyonun labil formları etkilediğini belirlemiştir. Dithionit-asetat-molibdat metodu (Nikolov metodu) Fe-P ve Al-P ayırımında özellikle kireçli topraklarda CBD ekstraksiyonunda oluşan çökelme reaksiyonları Ca-P ile Fe-P fraksiyonlarının karışmasına neden olduğu belirtilmektedir.

APTHORP ve ark. (1987), farklı azotlu gübre kaymaklarının mono kalsiyum fosfat, fosfat kayası ve toprak fosforunun bitkiye yarayışlılığını araştırmışlardır. Test bitkisi olarak marul kullanmışlardır. Marulun fosfor alımını ve ürün miktarına en fazla $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ arttırırken, bunu kükürt kaplı üre, amonyum nitrat, üre ve potasyum nitrat takip etmiştir. Toprak pH'sındaki artış ile fosfat kayasından bitkinin kaldırdığı fosfor miktarı arasındaki pozitif bir ilişki bulmuşlardır.

AGBENIN and TIESSEN (1994), topoğrafya ve toprak mineralojisinin kuzey batı Brezilya'nın yarı kurak iklim koşullarında organik ve inorganik P fraksiyonları üzerine etkisini incelemişlerdir.

SIBBESEN ve RUBAEK (1994), Danimarka'nın mera ve işlenen arazilerinde makro gözenekli anyon değiştiricilerle yapılan labil P_o fraksiyonlama metodunu Hedley fraksiyonlamasıyla karşılaştırmıştır. Yapılan uygulamalar labil-P miktarını ya artırıcı yada azaltıcı şekilde düzenlenmiş: Nem ve sıcaklıkta değişim, selüloz ve organik azot ilavesi, fosfor ve potasyum ilavesi, kireçleme, jel benzeri anyon değiştiriciyle P_i ' nin azaltılması. Makro gözenekli anyon değiştirici ile daha fazla P_o ekstrakte edilmiştir. İyon değiştiriciyle ekstrakte edilebilen P_o miktarı artan nem miktarıyla ve ıslanma kuruma döngüleriyle azalmıştır. Asit toprakta (pH'sı en düşük) P_i ' nin jel ile azalırken kireçleme ile P_o ' nun ekstrakte edilebilen kısmı azalmıştır. P_o seviyesi selüloz, N, P ve K uygulamalarından etkilenmemiştir.

RUBAEK ve SIBBESEN (1995), 100 yıllık gübreleme ve rotasyon deneme alanındaki P_i ve P_o ' nun aylık değişimini makro gözenekli anyon değiştirici ve Hedley fraksiyonlamasıyla 15 ay süreyle belirlemişlerdir. Resin-P ve Olsen-P benzer değişim göstermiştir. Baharda gübrelemeyle artmış yaz ve sonbaharda azalmıştır ve kışta sıvı çiftlik gübresiyle (slurry) tekrar artmıştır. Hedley fraksiyonlamasındaki P_i ve P_o miktarlarında zamana ve gübrelemeye bağlı belirgin bir değişim görülmemiştir. Çiftlik gübresi uygulanmamış topraktaki toplam fosfor içeriği NPK ve sıvı çiftlik gübresi

uygulamalardan etkilenmemiş bu da sıvı çiftlik gübresindeki fosforun hızla mineralize olmasıyla açıklamışlardır. Tüm P_i ve P_o fraksiyonları kontrol toprağında daha düşük bulunmuştur.

ZHANG ve MACKENZIE (1997a), çiftlik gübresi ve ticari gübre (44 kg P ha^{-1}) uygulamasının mısır tarımı altında fosfor fraksiyonlarının zamana bağlı değişimini Hedley fraksiyonlamasıyla incelemişlerdir. Uygulamalar labil inorganik fraksiyonu arttırırken, orta dereceli yarayırlı fosfor ise azalmıştır. 132 kg P/ha ticari gübre + çiftlik gübresi uygulaması P_i miktarını bikarbonat- P_i , NaOH- P_i ve Ca- P_i üzerinde arttırmıştır. Çiftlik gübresiyle birlikte uygulanan her iki ticari gübre dozu yarayırlı bikarbonat- P_o 'yu arttırırken orta derecede yarayırlı NaOH- P_o 'yu azaltmıştır.

ZHANG ve MACKENZIE (1997b), 5 yıl sürekli mısır tarımı yapılan bir killi toprakta fosfor fraksiyonlarındaki değişimleri incelemişlerdir. P gübrelemesi yapılmayan kısımda organik P fraksiyonunda %14' lük bir azalma belirlenirken; inorganik fraksiyonda önemli bir değişim meydana gelmemiştir. P gübrelemesi yapıldığında ise inorganik fraksiyonlar ile residual fraksiyonda artış belirlenmiş; düşük dozun uygulandığı parsellerde organik fraksiyon çok az azalırken yüksek dozlarda değişim göstermemiştir. Araştırmacılar, uzun dönemde bikarbonat ve NaOH ile ekstrakte edilebilen inorganik fraksiyonların en önemli P fraksiyonları olduğu sonucuna varmışlardır.

FREIBAUER ve ark. (1998), gübrelenen tınlı ve killi oksisollerle doğal savana topraklarının fosfor statüsünü karşılaştırmışlardır. Toprak fosforu 4 inorganik ve 3 organik fraksiyona ayrılarak incelenmiştir. Fosforlu gübreleme kısa ve orta vadede yarayırlı fosfor miktarını arttırdığını, tınlı toprakta sadece inorganik fosfor fraksiyonunu arttırdığını, killi toprakta ise hem organik hem de inorganik fosfor fraksiyonlarının arttığını belirlemişlerdir. Tınlı toprakta inorganik fraksiyonun artmasını daha hızlı döngü ile açıklamışlardır.

PINAMONTI (1998), iki farklı kompost materyalinin (çöp kompostu ve atık çamur kompostu) yüzeye uygulanmasıyla toprak verimliliğine ve besin elementlerinin statüsüne olan etkisini araştırmıştır. Uygulamalar, topraktaki yarayırlı P, değişebilir K, organik madde miktarını arttırmasının yanında toprağın fiziksel özelliklerini geliştirmiştir.

BECK ve ELSNBEER (1999), Güney Alpler’de oluşmuş 3 ayrı spodosolde organik ve inorganik fosfor fraksiyonlarının dağılımını derinliğe bağlı olarak Hedley fraksiyonlamasıyla incelemişlerdir. Sadece bir toprakta P_o ve P_i derinliğe bağlı bir değişim gösterirken diğer topraklarda bu eğilim gözlenmemiştir. P_o toplam P’nin üst topraklarda % 65, alt topraklarda ise % 40’ ını; 30 cm derinlikte bikarbonat P_o yarıyışlı fosforun % 80’ ini oluşturduğu belirlenmiştir.

LEVY ve SCHLESINGER (1999), 16 toprakta Hedley fraksiyonlaması ile Ruttenberg fraksiyonlamasını karşılaştırmıştır. Ruttenberg metodu labil ve Fe-P fraksiyonunu daha düşük olarak belirlemiş Hedley fraksiyonlamasının ise bitkiye yarıyışlı fosfordaki değişikliklere daha hassas olduğu belirlenmiştir. Hedley fraksiyonlaması Ca-P, organik P, toplam P ile yüksek korelasyon vermiş ve Ruttenberg ekstraksiyonunda ekstrakte edilebilen fosforun miktarı Hedley fraksiyonlamasının ancak % 45’ i kadar olmuştur. Hedley fraksiyonlaması, bitkiye yarıyışlı fosfor endeksinin geliştirilmesinde ve organik inorganik fraksiyonların ayrıştırılmasında üstün iken Ruttenberg metodu karbonatlara bağlı fosforun apatitten ayrılmasında daha üstün bulunmuştur.

SUI ve ark. (1999), farklı dozlarda organik katı atık uygulanmış Mollisollerde organik ve inorganik P fraksiyonlarını incelemişlerdir. 6 yıllık uygulamadan sonra bütün P fraksiyonlarının miktarının 0 - 5 cm derinlikte önemli derecede arttığını; 5 - 20 cm derinlikte bazı fraksiyonların arttığını; 20 - 35 cm’ lik derinlikte ise herhangi bir değişim olmadığını belirtmişlerdir. 0-5 cm derinlikte $NaHCO_3$ -IP₁ ve H_2O -P artarken; HCl-P ve NaOH-P₀ ve kalıntı-P miktarları azalmıştır.

THOMAS ve ark. (1999), modifiye edilmiş Hedley fraksiyonlamasıyla orman topraklarında fosforun kimyasal fraksiyonlarını incelemişlerdir. Toprakların çoğunda fosfor labil olmayan formlarda (organik veya ikincil toprak minerallerinin yapısında), yaklaşık % 20’ lik bir kısmı resin-P veya bikarbonat ile ekstrakte edilen fraksiyonda bulunduğu belirlenmiştir. Resin-P’nin toprakların organik madde içeriğiyle ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir. Fosforun labil formlarının farklı orman örtüleri altında oluşan topraklarda önemli ölçüde değişmediğini ve resin-P ile bikarbonat-P (organik ve inorganik) arasında yüksek bir korelasyon bulmuşlardır.

YAOBING ve ark. (1999), anaerobik olarak kompostlanmış atık çamurun dozlarının ve bitki örtüsünün fosfor fraksiyonlarına etkisini Hedley fraksiyonlama tekniğiyle incelenmişlerdir. 6 yıllık sürekli atık çamur uygulamasından sonra Kanada kavağı örtüsü altındaki toprakta çözünebilir, NaHCO_3 ' ta çözünen organik ve inorganik P, NaOH-P_i ve $-\text{P}_o$, HCl 'de çözünen ve kalıntı P miktarları 0 – 5 cm' lik derinlikte artmıştır. 5 -20 cm' de bazı fraksiyonlar artarken 20 cm' den daha derinde herhangi bir değişiklik olmamıştır. HCl-P , NaOH-P_o ve kalıntı-P fraksiyonlarının oransal miktarlarında azalmalar meydana geldiği ve HCl-P yarayışlılığı daha yüksek olan fraksiyonlara dönüştüğü rapor edilmiştir.

MCDOWELL ve CONDRON (2000), Yeni Zelanda ve İngiltere'nin farklı miktarlarda ticari gübre, organik gübre ve kireç uygulanmış mera topraklarında yaptıkları çalışmada ardışık ekstraksiyon yöntemiyle Al, Fe ve Ca bağlı P miktarını belirlemişlerdir. Ardışık ekstraksiyonla toplam fosforun % 80 - 94' lük bir kısmını ekstrakte etmişlerdir. Ekstrakte edilen organik ve inorganik fraksiyonların toplam P' ye oranının, sırasıyla % 31 - 51 ve 40 - 52 olduğunu bildirmişlerdir. Topraktaki farklı organik ve inorganik fraksiyonların miktarının inorganik P' yi tutan sorpsiyon yüzeylerinin miktarına ve doğasına bağlı olduğu belirtilmektedir. Araştırmacılar, topraktaki mobil P fraksiyonunun (CaCl_2 ile ekstrakte edilebilen) NH_4F , NaOH 1 ve H_2SO_4 inorganik fraksiyonlarla yüksek korelasyon verdiğini rapor etmişlerdir.

SHAND ve ark. (2000), toprağın farklı fraksiyonlarındaki molibdat reaktif fosfor (MRF) ve organik fosfor (Po) ve adsorbe olmuş ve/veya çökelmiş fosfor (AÇP) fraksiyonlarını incelemişleridir. MRP fosforunun % 55' lik bir kısmının 1.2 μm ' den büyük taneciklerle ilişkili olduğunu, ilave % 23' lük kısmının ise 0.22 μm ' den büyük taneciklerle ilişkili olduğunu belirlemişleridir. Organik fosforun % 34' lük kısmının 1.2 μm ' den büyük taneciklerle, ilave % 46 kısmı 0.2 μm ' lik taneciklerle ilişkili bulunmuştur. AÇP ise 1.2 μm ' den büyük taneciklerle, belirli bir ilişki göstermemiş, fakat bu fraksiyonun % 54' ü 0.22 μm ' den büyük taneciklerle ilişkili olduğu belirtilmiştir.

SHARPLEY ve MOYER (2000), toplamda 24 çiftlik gübresi ve kompostunda fosforun oransal çözünürlüğünü Hedley fraksiyonlamasıyla incelemişlerdir. Toplam fosfor konsantrasyonu 2600 - 40 000 mg kg^{-1} arasında iken bunun % 63 – 92' sinin

inorganik fraksiyonlarda olduğu belirlenmiştir. Organik ve inorganik fraksiyonların dağılımı çiftlik gübresinin ve kompostunun tipine bağlı olarak değişmiştir. İnorganik formdaki fosforun büyük çoğunluğunun suda çözünebilir olduğu (% 80), domuz gübresinde % 55 oranında NaOH-P bulunduğu ve tavuk gübresinde % 38 oranında HCl-P bulunduğu rapor edilmiştir.

MILLER ve ark. (2001), orman topraklarında, fosfor fraksiyonlarının yağışa bağlı değişimlerini incelemişlerdir. Yağıştaki artışa bağlı olarak inorganik labil fraksiyonda önce bir azalma daha sonra ise (yağış > 300 cm) bir artış meydana gelmiştir. Bu artışın sebebini yüksek yağışa bağlı olarak organik madde birikimindeki artışa bağlamışlardır. Azalmayı ise P adsorpsiyonunda önemli rol oynayan seskioksitlerin oransal miktarındaki artış ile ilişkilendirmişlerdir.

PINERRO ve NAVARRO (2001), İspanya'nın güney batısındaki vertisol toprakların P statüsü, inorganik P fraksiyonlarını ve bunların bitki alımıyla olan ilişkilerini incelemişlerdir. İnorganik fraksiyonları ardışık ekstraksiyon yöntemiyle belirlemişlerdir. İnorganik fraksiyonların büyük çoğunluğu yarayıssız olan Ca-P fraksiyonunda olduğunu tespit etmişlerdir. Organik karbon, KDK ve Jackson-P' nin bitkinin alabildiği P'nin % 91' ini açıklayabildiğini rapor etmişlerdir. Sonuçta vertisollerde fosforun yarayıslılığı ve dinamiğinde organik madde ve kil minerallerinin önemli olduğunu vurgulamışlardır.

QIWEI ve ark. (2001), Zhang ve Jackson ile Gu ve Jiang metotlarının inorganik fosfor fraksiyonlama şemasını karşılaştırmışlardır. Zhang ve Jackson metodunun sadece asit topraklarda, Gu ve Jiang metodunun ise nötr ve kireçli topraklarda hatta asit topraklarda bile kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

BRADY ve WEIL (2002), organik karakterli sanayi atıklarının toprağa uygulamasıyla toprağın fiziksel kimyasal ve biyolojik aktivitesinin iyileştirilmesiyle toprak verimliliğinin arttığını belirtmişlerdir.

DOBERMANN ve ark. (2002), asit topraklarda fosforlu gübre uygulamalarının fosfor fraksiyonları üzerine olan etkisini Hedley fraksiyonlamasıyla incelemişlerdir. Fosforlu gübre uygulamaları Mehlich-I fosforunu, resin-P, NaOH-P_i, H₂SO₄-P ve RAQ-P₁ ve RAQ-P₁₄ artış gösterirken NaOH-P_o ve kalıntı-P değişmemiştir. Tropikal oksisol

ve ultisollerde fosforlu gübreleme sonrasında fosfor fraksiyonlarındaki değişimleri NaOH-P_i ve RAQ-P Mehlich-1 ve resin - P' ye göre daha iyi açıklamıştır.

DELGADO ve ark. (2002), yüksek molekül ağırlıklı organik yapıların gübre ile verilen fosforun ekstrakte edilebilirliğini incelemişlerdir. Toprağa hümik ve fülvik asitin bir karışımı verilerek uygulanan 200 ve 2000 mg fosforun ne kadarının yarayışlı olduğu 30, 60 ve 90 günlerde belirlemişlerdir. Hümik ve fülvik asit (HFA) karışımı uygulanması Olsen-P'nin miktarında artışa neden olmuştur. Meydana gelen artış toprağa 5 g kg⁻¹ HFA karışımı ilave edildiği durumda % 15 – 40 arasında değişmiştir.

ERICH ve ark. (2002), patates tarımı yapılan topraklarda fosfor kimyasına organik madde ilavesinin etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada suda çözünebilir fosfor, çözünebilir karbona bağlı fosfor, Morgan fosforu ve resinle desorbe olabilen fosfor miktarını belirlemişlerdir. Organik madde ilave edilmiş topraklarda bitkiye yarayışlı ve desorbe olabilen fosfor miktarı uygulanmamış topraklara göre daha yüksek bulunmuştur. Çözülebilir organik karbon miktarı da organik madde uygulanmış parsellerde daha yüksek bulunmuş, fosfor adsorpsiyonu sırasında çözülebilir organik karbonun çözelti fazına geçtiğini belirlemişlerdir. Sonuç olarak organik madde uygulamalarının fosforun bitkiye olan yarayışlılığını arttırdığı rapor etmişlerdir.

QIU ve MCCOMB (2002), ıslak alanların kurutulmasının fosfor sorpsiyonuna etkisini araştırmak için sığ göl sedimentlerini asit amonyum oksalat ve sitrat-bikarbonat-dithionit (CBD) ile ekstrakte etmişlerdir. Kurumayla oksalat ve CBD ile ekstrakte edilen Fe miktarının arttığını; Al miktarında ise önemli bir değişiklik olmadığını bulmuşlardır. Araştırmacılar, kurutmanın aynı zamanda fosforun denge konsantrasyonu, labil potansiyeli ve sorpsiyon kapasitesi üzerine değişikliklere neden olduğunu bildirmişlerdir.

SCHLICHTING ve ark. (2002), histosollerde fosfor fraksiyonlarını kademeli olarak ekstrakte etmişlerdir. Histosollerin yüzey topraklarının toplam fosfor içeriği gley topraklardan daha yüksektir. Kireçli topraklarda baskın ekstrakte edilebilen fraksiyon H₂SO₄-P olup % 36 - 63 arasında değişmiş kireçsiz topraklarda ise NaOH-P_o (% 0 - 46) bu topraklar kalıntı fraksiyonda toplam fosforun % 13 - 93' ünü içermektedir.

STRÖM ve ark. (2002), fosfor adsorpsiyon kapasitesi yüksek olan kireçli topraklarda, taze organik atıkların ayrışma ürünü olarak ortaya çıkan organik asitler,

sitrat ve oksalatın fosforun yarayırlılığına olan etkisini araştırmışlardır. Oksalat uygulaması bitki tarafından kaldırılan fosfor miktarını kontrole göre iki kat artırırken sitrat uygulaması önemli bir değişiklik yapmamıştır. Her iki organik asitin birlikte uygulanması sinerjitik bir etki göstermemiştir. Araştırıcılar, organik asit uygulamasının arazi şartlarında fosforun yarayırlılığını önemli derecede arttırabileceğini fakat bu artışın duruma göre değişebileceği sonucuna varmışlardır.

BERTRAND ve ark. (2003), Kuzey Avustralya bölgesinde alkali toprak çeşitlerinde fosforun kimyasal davranışlarını araştırmışlardır. Fosfor tampon kapasitesi (PBCs) kireçli topraklarda yüksek ve diğer alkali topraklarda ise orta derecelidir. Kireçli topraklarda fosfor adsorpsiyon davranışı tamamen CaCO_3 miktarı, alkali topraklarda amorf alüminyum ve demir oksitler sorpsiyon davranışını belirlediği bulunmuştur. Kireç içeriği yüksek kireçli topraklarda hem bikarbonat hem de Ca-laktat ekstraksiyonları labil olmayan fosforu çözerken, anyon değişim membranları (AEM) ile yapılan ekstraksiyon sadece yüzeydeki absorbe edilmiş fosforu çözmüştür. Bikarbonatla ekstrakte edilen toprakların fosfor tamponlama kapasitesi ve Freundlich izoterminin eğimi ile ($K_f > 10$ olduğunda) pozitif ilişki vermiştir. Araştırmacılar AEM ile ekstrakte edilen fosforun kireçli topraklardaki yarayırlılığınının diğer yöntemlere göre daha iyi tahmin edildiği belirtmişlerdir.

BRASCHI ve ark. (2003), nem ve organik maddenin kireçli topraklarda fosfor yarayırlılığına etkisi araştırılmıştır. Toprağın organik madde kapsamı arttırıldığında ekstrakte edilen Olsen-P' nin miktarında toprağın su içeriğinden bağımsız olarak önemli derecede bir artış meydana gelmiştir. Organik madde uygulamalarının etkinliği düşük nem içeriklerinde daha yüksek bulunmuştur. Organik madde ilavesinden sonra toprakların adsorpsiyon izotermelerinde herhangi bir değişim meydana gelmezken çökelme izotermelerinde önemli bir azalma meydana gelmiştir.

ERDAL ve AYDEMİR (2003), artan dozlarda uygulanan gl posasının toprağın P içeriğinde ve buğday tarafından kaldırılan P miktarında önemli artışlara neden olduğunu bildirmişlerdir.

ILSTEDT ve ark. (2003), yağmur ormanları altında oluşmuş topraklarda kuraklık ve yangınların fosfor fraksiyonları üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Yangınların 0.2 M NaOH ile ekstrakte edilebilen fosfor miktarını arttırdığını tespit

etmişlerdir. Organik horizonsda yarayışlı P (0.5 M NaHCO₃ ile ekstrakte edilebilen) ve 1 M HCl ile ekstrakte edilebilen fosfor fonksiyonlarında yangından sonra artış belirlenmiştir.

KWABIAH ve ark. (2003), organik atık ilavesinde P'nin yarayışlılığının artması; ilave edilen organik materyalin toplam P içeriğine, suda çözünabilir P içeriğine, N:P ve C:P oranlarına bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. İlaveyi takip eden kısa zamanda çözünabilir P içeriği büyük öneme sahip iken ilerleyen zamanlarda toplam P içeriği daha önem kazanmıştır. Diğer taraftan N:P oranı inkübasyon süresi ile zamana bağlı olarak önemli bir değişime neden olmazken C:P oranı inkübasyon süresine bağlı olarak sonraki dönemlerde P yarayışlılığındaki artışı daha iyi açıklamıştır. Ayrıca, organik atığın toplam azot, lignin ve polifenol içeriğinin P' nin yarayışlılığı üzerine istatistiksel olarak önemli herhangi bir etkisinin bulunmadığını rapor etmişlerdir.

STOUT ve ark. (2003), sudan otunun kaldırdığı fosfor miktarını ve bitkinin topraktaki fosfor fraksiyonlarından aldığı fosfora jips uygulamasının etkisini araştırmışlardır. İlk büyüme döngüsünde yarayışlılığı az olan fraksiyonlara doğru bir dönüşüm olduğunu belirlemişlerdir. Daha sonraki büyüme döngülerinde ise (ryegrass) sudan otu labil inorganik fosforu bitki öncelikle kaldırmış dolayısıyla suyla ekstrakte edilebilen fosfor miktarını azaltmıştır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmaların sonucunda yüksek miktarda fosfor içeren topraklara jips uygulandığında fosforun stabil fraksiyonlara dönüştüğünü (Fe-P, Al-P, Ca-P) bu arada da verimde herhangi bir azalma olmadığını rapor etmişlerdir.

STRAWN ve HANSEN (2003), organik gübre uygulanmış (katı çiftlik gübresi ve sıvı çiftlik gübresi) topraklarda fosforun iyon çeşitliliğini ve desorpsiyon özelliklerini incelemişlerdir. Fosforun desorpsiyonu üzerine gübre kaynağının önemli bir etkisinin bulunmadığını başlangıçta hızlı bir desorpsiyon olduğunu daha sonra desorpsiyon hızının azaldığını bildirmişlerdir. Yaptıkları spesiyasyon çalışması çözünabilir organik fosforun desorbe olan miktarının önemli olmadığını göstermiş. NMR spektroskopisi ile yapılan çalışmada ekstraktlarda baskın fosfor iyonunun ortofosfat olduğunu, organik fosforun baskın olan türünün monoester fosfor bileşikler olduğunu daha az miktarlarda diester fosfor bileşikler ve polifosfatlar olduğunu bildirmişlerdir.

AJIBOYE ve ark. (2004), farklı biyolojik atıkların (çiftlik gübresi, etçil domuz gübresi) uygulandığı toprakların fırında kurutulmasıyla fosfor formlarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Hedley fraksiyonlama tekniğiyle taze ve kurutulmuş organik atıkların inorganik ve organik fosfor fraksiyonları incelenmiştir. Su ile ekstrakte edilebilen kısım % 10 – 40 arasında değiştiği NaHCO_3 ile ekstrakte edilen fosforun % 21 – 32, bu oranın süt sığırı gübresinde % 45 olduğunu belirlemişlerdir. Labil fosforun % 24 – 70 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

ASFARY ve ark. (2004), Suriye'nin koyu kahverengi kırmızı kireçli topraklarında (calcixerollic xerochrept) ^{32}P ile etiketlenmiş TSP gübresi uygulamasından sonra fosforun fraksiyonlarını incelemişlerdir. Topraktaki fosforun % 94' ünün inorganik formda olduğunu ve bunun ancak % 50 – 80' lik bir kısmının çözünebilir olduğunu bulmuşlardır. İnorganik fraksiyonda kalsiyum karbonat bileşenlerinin (% 68) baskın olduğunu, bunu demir ile oklude olmuş (< % 48) fosforun ve diğer fraksiyonların takip ettiğini bildirmişlerdir. Yaptıkları izotop çalışmaları, ilave edilen gübrenin yaklaşık % 50' sinin iki gün içerisinde izotopik olarak değişmeyen fraksiyona çevrildiğini göstermiştir.

HADAS ve ark. (2004), Xeresol'e 4 yıl boyunca $100 - 300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ uygulanan kompostlanmış atığın buğdayın normal gelişme döneminde fosfor ihtiyacını karşıladığını bildirmişlerdir.

HANSEN ve ark. (2004), farklı şekillerde depolanmış çiftlik gübresinin uygulandığı toprakta P fraksiyonlarını incelemişlerdir. Farklı çiftlik gübreleri uygulandığında toprağın üst katmanındaki toplam miktarları arasında bir farklılık bulunmazken; sıvı çiftlik gübresinin uygulaması alt katmanlardaki toplam P miktarını artırırken, katı çiftlik gübresi uygulamasında ise alt katmanlardaki organik P miktarında artış olmuştur.

LEE ve ark. (2004), paddy topraklarına 31 yıl süreyle uygulanan NPK + kompostun (saman kökenli) toprağın fosfor fraksiyonlarında meydana getirdiği değişimleri araştırmışlardır. Sürekli uygulanan gübrenin toprağın pulluk tabakasındaki toplam ve inorganik fosfor içeriğini arttırdığı, sadece inorganik gübre uygulandığında (N P K) mineral P miktarı değişmezken organik P miktarında artış olduğu belirlenmiştir. Kompost ve ticari gübrenin birlikte uygulanması ise, mikrobiyal

aktivitelerdeki artışa bağlı olarak, organik fraksiyonun miktarını azaltırken inorganik fraksiyonda artışa neden olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, toplam P, inorganik P ve ekstrakte edilebilir fosfordaki zamana bağlı artışın toprakta biriken fosforun yarayışlılığıyla yakından ilgili olduğu sonucuna varmışlardır.

LEYTEM ve ark. (2004) fosforun oransal ekstrakte edilebilirliğinin (RPE: organik madde uygulanmış topraklardan ekstrakte edilen çözünebilir P' nin inorganik P uygulanan topraktan ekstrakte edilen P' ye oranı) % 7 - 118 arasında değiştiğini bildirmiştir. Organik uygulamadan iki hafta sonra yapılan ekstraksiyonda en düşük RPE biosolid ve alum uygulanmış tavuk gübresinde elde edilirken (% 7 - 27) en yüksek RPE değeri ise sıvı çiftlik gübresinden elde edilmiştir (% 59 - 118).

LITAOR ve ark. (2004), asitten nötre kadar değişen yağışlı ve ılıman bölgelerde oluşan nemli toprakların değişmesiyle meydana gelen fosfor transformasyonunu anlamak için Hedley fraksiyonlamasını uygulamışlardır. Ortalama toplam fosfor miktarının yüzeyde $1190 \pm 300 \text{ mg kg}^{-1}$ olduğu ve bu değer anaerobik ve aerobik organik tabakalarda ($605 \pm 260 \text{ mg kg}^{-1}$) olduğunu belirlemişlerdir. Labil fraksiyonların aerobik organik tabakalarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ekstrakte edilebilen fraksiyonlar içerisinde Ca - P fraksiyonu % 21 - 60, Fe - P fraksiyonu % 11 - 41 ve artık P fraksiyonu ise % 20 ile 40 arasında değişmiştir. Nemli organik alanların drenajı organik maddenin oksidasyonunu hızlandırdığından organik bağlı fosforun açığa çıkmasına neden olmuş açığa çıkan fosforun ise daha sonra seski oksitler ve jips ile çökeldiğini belirtmişlerdir.

MINGKUI ve ark. (2004), Çin'de Hangzhou şehrinde 49 toprak örneğinde fosfor formlarını ve saturasyon derecesini Hedley fraksiyonlamasıyla incelemişlerdir. Şehir içindeki toprakların fosfor miktarlarında bir zenginleşme olduğunu tarım topraklarıyla karşılaştırdığında ise bu değer 2 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Toprakların % 86' sında suda çözülebilen fosfor miktarının 10 mg kg^{-1} in üzerinde, % 59' unda ise toprakların fosfor saturasyon derecesi çevre duyarlılığı açısından üst sınır olan % 25' ten daha fazla olduğu bulunmuştur. Toplam fosforun % 80' ni su CaHCO_3 , NaOH ve HCl ile ekstrakte edilebilir durumda olduğunu belirtmişlerdir. Ekstrakte edilen miktar, ilgili alanın yerleşim yeri olarak kullanılma süresine bağlı olarak artış göstermiştir.

PYPERS ve ark. (2004), ileri derecede aşınmış topraklara farklı baklagiller yeşil gübre olarak uygulandığında, reçine ile ekstrakte edilebilir fosfor miktarının arttığı ve bu miktarın yeşil gübrenin fosfor içeriğiyle ilişkili olduğunu belirtmektedir. Fosforun yarayışlılığı gübreyle verilenden ziyade yeşil gübrenin fosfor içeriğiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir. Reçine ile ekstrakte edilen fosfor konsantrasyonu organik gübrenin fosfor içeriği ve C:P oranı ile yüksek korelasyonlar vermiştir.

REZENDE ve ark. (2004), bira mayası uygulamasının toprakta karbon, azot ve fosfor mineralizasyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Uygulama, fosfotaz aktivitesini sadece ilk günde kontrole göre arttırmıştır. Yapılan uygulamalar (% 1 maya uygulaması) yarayışlı fosfor miktarını arttırmıştır.

SHEN ve ark. (2004), 14 yıl çeltik tarımı yapılan kireçli topraklarda inorganik fosfor fraksiyonlarını incelemişlerdir. Toplam inorganik fosforun % 69 - 71' i Ca - P' ler şeklinde bulunurken bunu demir fosfatlar (Fe - P) ve alüminyum fosfatlar (Al - P) takip etmiştir. Kalsiyum fosfat fraksiyonları da Ca₂ - P, Ca₈ - P ve Ca₁₀ - P alt fraksiyonlarına ayrılmıştır. bunlardan Ca₁₀ - P % 87 - 91 oranla en yüksek miktarda bulunduğu ve Ca₂ - P ve Ca₈ - P fraksiyonları zaman içerisinde NPK uygulamalarına göre, NK uygulamalarında azalma olduğu rapor edilmiştir.

BARROSO VE NAHAS (2005) Brezilya'nın Fe ve Al oksitlerce zengin çayır mera, orman ve tarım alanlarında toprakların fosfor fraksiyonlarının durumunu belirlemişlerdir. Çalışma topraklarında fosfor fraksiyonlarının Fe - P > oklude olmuş P > oklude olmuş Al - P > Ca - P şeklinde olduğunu rapor etmişlerdir.

RANDHAWA ve ark. (2005), yeşil gübrenin topraktaki organik fosforun mineralizasyonu üzerine etkisini araştırmışlardır. Günlük olarak mineralize olan fosforun miktarının kontrol toprağında 0.06 mg iken yeşil gübre uygulanmış toprakta 0.27 mg olduğunu belirlemişlerdir. Araştırma sonuçları yeşil gübrelemenin bitkiye yarayışlı fosfor miktarını organik fosforun mineralizasyonunu hızlandırarak artırdığını göstermiştir.

GUAN ve ark. (2006), fosfor ve organik maddenin alüminyum hidroksit tarafından birlikte adsorpsiyonunu araştırmışlardır. Fosfat adsorpsiyonu fitalik asit ve 2,3 dihidroksibenzoik asit tarafından az miktarda; hümik asit tarafından ise orta derecede azaltılmıştır. Yüksek pH' larda hümik asitin adsorpsiyonundan fenolik

gruplar sorumlu iken düşük pH' larda karboksilik grupların sorumlu olduğunu rapor etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Toprak Örnekleri

Kurtuluş Serisi: Hafif ve kuvvetli bazik reaksiyonlu seri topraklarının profildeki pH' ları 7.90 - 8.11 arasındadır. Tuzsuz topraklar sınıfına giren serinin toplam tuz içeriği % 0.0025 - 0.070 arasında değişmekte ve profilde düzensiz bir dağılım göstermektedir. Toprakların KDK değerleri 19.69 - 31.06 cmol kg⁻¹ arasında değişmektedir. Tüm profil boyunca değişebilir katyonlardan Ca + Mg baskın durumda olup, bunu sırasıyla Na ve K izlemektedir. Kireç içeriği çok yüksek olan toprakta kireç profilde % 27.44 - 48.20 arasında düzensiz bir dağılım göstermektedir. Düşük organik madde içeriğine sahip seri topraklarında organik madde % 0.37 - 1.48 arasındadır. Kil, siltli killi tın ve kumlu tın bünyeli olan toprakların kil içerikleri % 18.7 - 66.3 arasında değişmektedir (YALÇIN, 2004). Yarıyışlı P içeriği (P₂O₅ olarak) 3.23 mg kg⁻¹ dir.

Paşaköy Serisi: Hafif bazik reaksiyonlu olan seri topraklarının profildeki pH değerleri 7.62 - 7.98 arasında toplam tuz içeriği ise % 0.035 - 0.041 arasında olup topraklar tuzsuz sınıfa girmektedir. Toprakların KDK değerleri 30.01 - 37.03 cmol kg⁻¹ arasındadır. Ca ve Mg başat değişebilir katyon olup bunu sırasıyla Na ve K izlemektedir. Tüm profil boyunca düşük kireç içeriğine sahip olan seri topraklarında kireç miktarı ise % 1.90 - 10.40 arasındadır. Düşük ve orta organik madde içeriğine sahip olan toprakların, organik madde içerikleri % 0.64 - 1.67 arasında değişmektedir. Toprakların bünye sınıfı tın, killi tın ve kumlu killi tın olup kil içerikleri % 22.5 - 27.4 arasında bulunmuştur (YALÇIN, 2004). Yarıyışlı P içeriği (P₂O₅ olarak) 3.23 mg kg⁻¹ dir.

3.1.2 Denemede Kullanılan Organik Materyaller

Denemede kullanılan organik materyaller çevrede kolay bulunabilen materyallerden oluşturulmuştur. Kullanılan organik materyaller çiftlik gübresi (ÇG), kompostlaşmış odun kırıntısı (OK), prina (P), tütün+elma+deri karışımı (TED) ve elma+mısır+buğday karışımları (EBT) olmak üzere 5 ayrı organik materyal bulunmaktadır.

Organik Gübrelerin Element İçeriği: 1 mm den elenmiş organik materyalin üzerine 15 ml konsantre $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ karışımı (hacimce 3 + 1) ilave edilir ve çeker ocağın bulunduğu kabin içindeki hot plate üzerine yerleştirilir. Sıcaklık yavaş yavaş 250°C ye çıkartılır. Nitrik asitin sarı dumanları uzaklaştıktan sonra örnekte kararma olursa 1 - 2 ml karışım daha ilave edilir. HClO_4 ün yoğun beyaz dumanları oluşmaya başladıktan sonra yakma işlemine 15 - 20 dakika daha devam edilir. Daha sonra soğutulan örneklerin üzerine bir miktar saf su ilave edilerek mavi bant filtre kağıdından süzülür ve son hacim saf su ile 50 ml' ye tamamlanır.

Yakılan örneklerde Fe, Cu, Mn, Zn, Cd, Ca, Mg, Ni, Cr ve Co analizleri ICP-AES; P içeriği Spektrofotometre'de (Shimadzu 1610 UV/VIS) molibdofosfrik sarı renk metoduyla (KUO, 1996) 470 nm dalga boyunda ve Na ve K içerikleri ise fleymfotometre ile belirlenmiştir. Gübrelerin N içerikleri semi-mikro Kjeldahl metoduyla belirlenmiştir (KACAR, 1990). Organik gübrelerle ilgili analiz sonuçları Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3. 1 Organik gübrelerin kimyasal bileşimi

Organik Gübre	Elementler (mg kg^{-1})							
	Cd	P	Cu	Mn	Zn	Cr	Co	Ni
ÇG	0.13	1465	25.8	368.7	73.8	59.50	10.43	119.4
OK	0.60	434	30.0	363.7	568.6	48.10	5.90	72.5
Prina	0.00	546	11.8	12.0	15.3	3.20	1.93	3.6
EBT	1.05	914	26.2	336.9	68.4	22.73	3.90	29.0
TED	0.95	795	24.1	306.8	60.2	1221.33	3.78	24.6

Çizelge 3.1 devam

Organik Gübre	Elementler (%)									
	N	C	Na	K	Fe	Ca	Mg	P	C:N	C:P
ÇG	0.945	16.10	0.015	0.040	1.28	0.172	0.134	0.147	17.04	109.5
OK	0.676	15.78	0.005	0.011	1.18	0.278	0.081	0.043	23.34	367
Prina	0.986	56.10	0.020	0.038	0.025	0.022	0.005	0.055	56.9	1020
EBT	0.662	16.40	0.005	0.054	0.84	0.191	0.042	0.091	24.77	180.2
TED	1.478	19.40	0.025	0.049	0.77	0.258	0.041	0.08	13.13	242.5

3.2 Yöntem**3.2.1 Fosfor Adsorpsiyon İzotermi**

1 g toprak örneği 19.5 ml 0.01 M CaCl₂ çözeltisiyle 25°C 2 gün dengeye getirildikten sonra üzerine stok P çözeltilerinden 0.5 ml alınarak P içeriği 0, 10, 20 30 40, 50, 60, 80, 100 mg L⁻¹ olacak şekilde ilave edilmiştir. Çalkalayıcıya yerleştirilen (200 devir/ dakika) örnekler sabit sıcaklıkta 24 saat sabit sıcaklıkta dengeye gelmesi için bekletilmiştir. Çözelti fazı santrifüjlenerek ayrılmış ve denge çözeltisindeki P içeriği askorbik asit yöntemine göre renklendirilerek 880 nm dalga boyunda spektrofotometrede belirlenmiştir.

Adsorbe edilen P miktarı başlangıçtaki P konsantrasyonundan denge konsantrasyonu çıkartılarak bulunmuştur. Daha sonra toprakların adsorpsiyon izotermi çizilerek Freundlich ve Langmuir modellerine uygunluğu istatistiksel olarak test edilmiştir. Bu modellerin formülleri aşağıda gösterildiği şekildedir (3.1.), (3.2.).

$$c/x = \frac{1}{kb} + \frac{c}{b} \quad (3.1.)$$

Langmuir denkleminde c denge konsantrasyonu (mg L⁻¹), k bağlanma enerjisiyle ilgili sabit, b maksimum adsorpsiyon, x adsorbe edilen fosfor miktarıdır (mg kg⁻¹).

$$x = kc^{(c^{-D/n})} \quad (3.2)$$

Freundlich denkleminde k , D ve n katsayı; c denge konsantrasyonu (mg L⁻¹); x adsorbe edilen P miktarını (mg kg⁻¹) ifade etmektedir.

3.2.2 Deneme Deseni

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Organik materyaller toprağa % 0, % 2.5, % 5 ve %10 olacak şekilde 1 kg toprağa karıştırılıp 27 ± 2 °C de 110 gün inkübe edilmiştir. Toprak örneklerinin nem içeriği deneme süresince tarla kapasitesinin % 60' ında tutulmuştur. Toprakların tarla kapasitesi ALPASLAN ve ark. (2005) tarafından bildirildiği şekilde 100 ml' lik ağzı kapaklı ölçü silindirin de belirlenmiştir. Ayrıca toprak organik madde karışımlarının ön mineralizasyonundan sonra bir kısmına 14. günde 60 mg kg⁻¹ P uygulanmıştır.

Toprağa organik materyal karıştırıldıktan 1, 7, 14, 21, 30, 45, 60 ve 110. günlerde toprak örneği alınarak KUO (1996) tarafından bildirilen aşağıda detayları verilen kireçli topraklardaki mineral fosfor fraksiyonları belirlenmiştir.

3.2.3 Fosfor Fraksiyonlarının Belirlenmesi

Kuo (1996) tarafından kireçli topraklar için önerilen mineral fosfor fraksiyonları aşağıda detayı verildiği şekilde belirlenmiştir (Şekil 3.1).

I. Aşama (Labil-P fraksiyonu)

0.1 N NaOH + 1 M NaCl çözeltisi ile ekstrakte edilen fosfor fraksiyonu: inkübe edilen topraktan 1 g fırın kuru toprak olacak şekilde tartım alınarak 0.1 N NaOH + 1 M NaCl çözeltisinin 50 ml' si ile 17 saat çalkalanmıştır. Elde edilen ekstrakt 100 ml' lik volumetrik ölçü balonuna konur. Toprak 2 defa daha 1 M NaCl' ün 25 ml' si ile yıkanarak ölçü balonunda toplanır ve son hacim 100 ml' ye 1 molar NaCl ile tamamlanır.

II. Aşama (Fe-bağlı P fraksiyonu) CBD-P

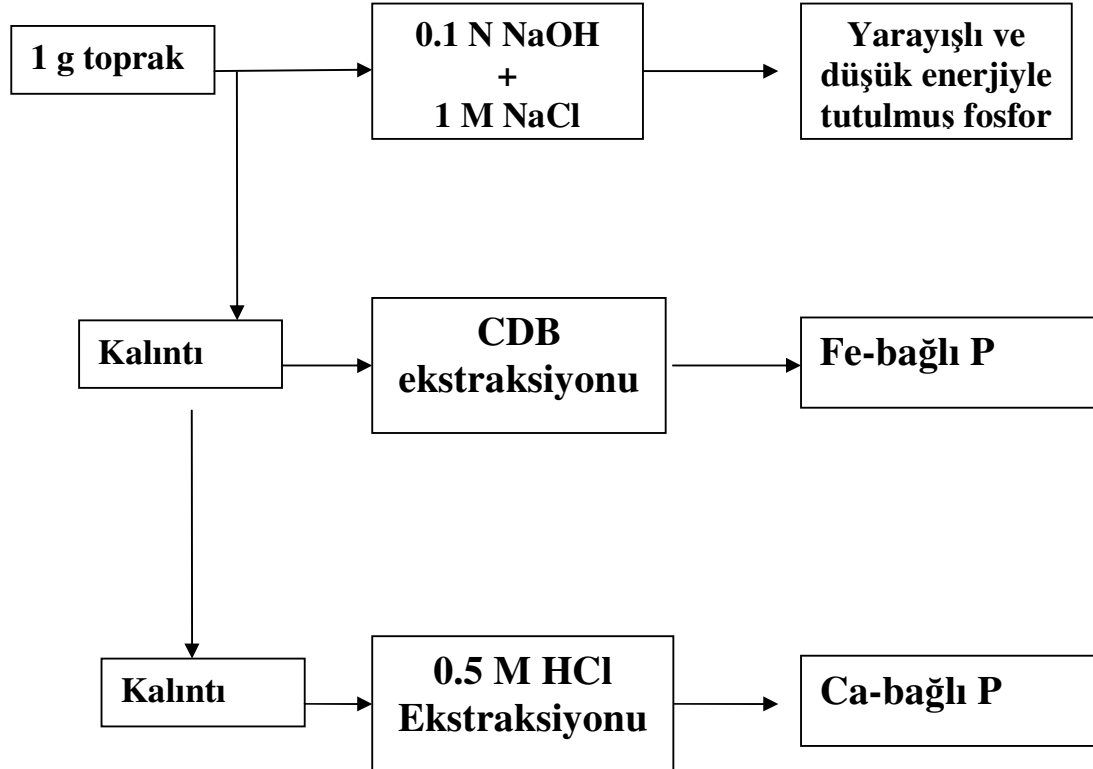
I. aşamadan geri kalan toprak örneği üzerine 0.3 M' lık sodyum sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) çözeltisinden 40 ml, 0.1 M NaHCO_3 çözeltisinden 5 ml ilave edilir ve süspansiyon su banyosunda 85 °C' de ısıtılır. Üzerine 1g Sodyum dithionit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) ilave edilir ve hızlıca karıştırılır. Isıtma işlemine 15 dakika daha devam edilir. Santifröjlemeden sonra ekstrakt 100 ml' lik ölçü balonuna aktarılır. Doymuş NaCl çözeltisi ile 2 defa yıkanır. Elde edilen ekstrakt ölçü balonunda toplanır ve son hacim 100 ml' ye tamamlanır.

III. Aşama (Ca-bağlı P fraksiyonu)

II. aşamadan kalan toprak örneği artık $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ oksidasyonu için çözelti hava ile temasa geçirilir. Daha sonra toprak örneği üzerine 50 ml 0.5 M HCl ilave edilir ve çalkalanır. Santrifüjlemeden sonra ekstrakt 100 ml' lik ölçü balonunda konur ve 25 ml doymuş NaCl çözeltisiyle 2 defa yıkama yapılarak son hacim doymuş NaCl ile hacmine tamamlanır.

3.2.4 Ekstraktlarda P İçeriğinin Belirlenmesi

Yukarıda belirtildiği şekilde elde edilen ekstraktların P içeriği 2 - 40 μg P içerecek şekilde alikot alınarak askorbik asit metoduna göre KUO (1996) renklendirilerek 880 nm dalga boyunda UV / VIS spektrofotometrede belirlenmiştir. I. ve III. aşamanın renklendirmesi yapılırken p-nitrofenol indikatörüyle 2 N HCl ve NaOH çözeltisi kullanılarak pH ayarlaması yapılmıştır. I. aşamada renk ayarlama sonunda sarı, III. aşamada ise renksiz olması gerekmektedir.



Şekil 3. 1. Kireçli topraklarda mineral fosfor fraksiyonlarının ardışık ekstraksiyonu

3.2.5 İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler SPSS programı kullanılarak tekrar eden ölçümler deneme desenine göre analiz edilmiştir. Ortalamalar Bonferroni çoklu karşılaştırma yöntemine göre karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Bulgular

4.1.1 Adsorpsiyon İzotermi

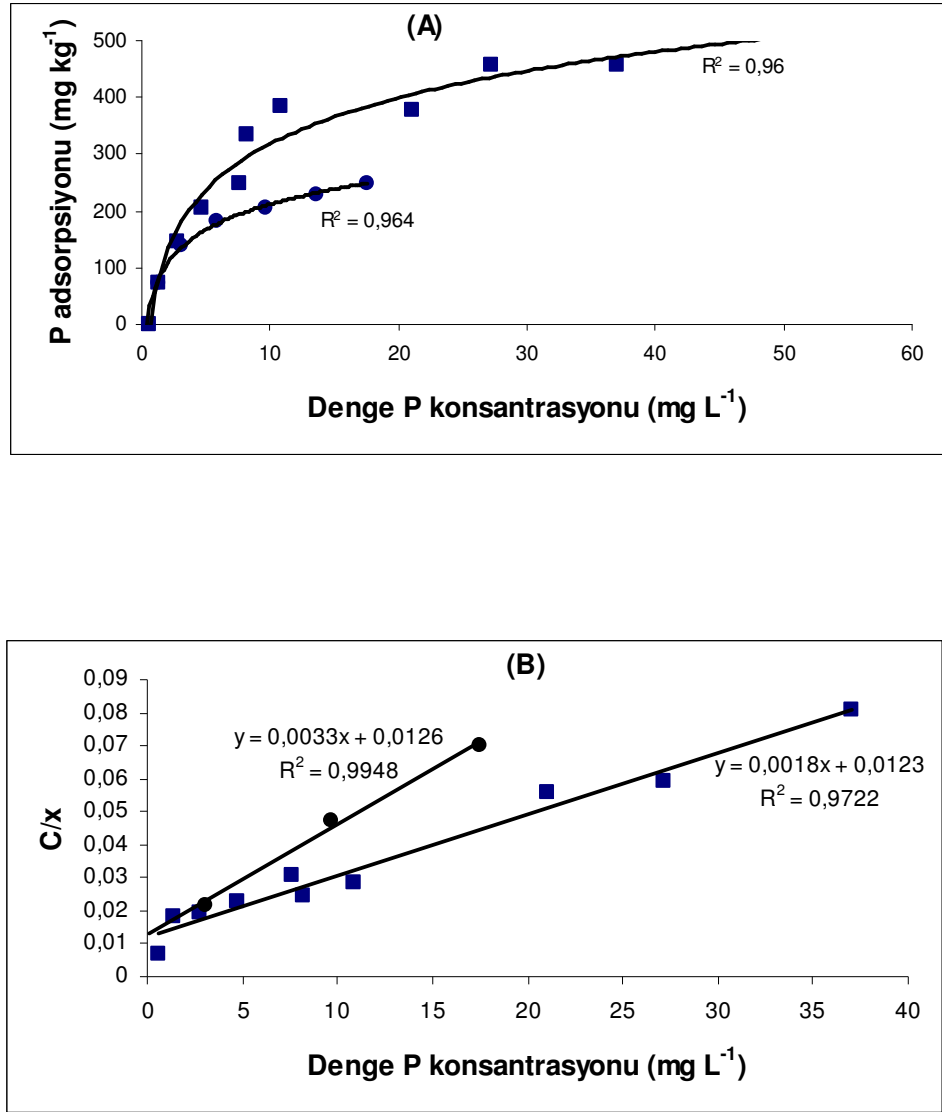
Paşaköy ve Kurtuluş serisi topraklarının Freundlich adsorpsiyon izotermi Şekil 4.1’ de verilmiştir. Toprakların adsorpsiyon izotermi adsorpsiyon ve çökeltme mekanizmalarının başat olduğu iki ayrı kısma ayrılmıştır. Langmuir maksimum adsorpsiyon ve bağlanma enerjisi değerleri başlangıç konsantrasyonu 0 - 30 mg L⁻¹ olan izotermi alt kısmından elde edilen değerlerden hesaplanmıştır. Nitekim kireçli toprakların P adsorpsiyonunun tahmininde en uygun konsantrasyon sınırının 0 - 20 mg L⁻¹ başlangıç konsantrasyonu olduğu belirtmektedir (Hamad et al., 1992). Sırasıyla Paşaköy ve Kurtuluş serisi toprakları için Langmuir izoterminden tahmin edilen maksimum adsorpsiyon değerleri 277.8 ve 555.6 mg P kg toprak ve bağlanma enerjisi katsayısı ise 81.3 ve 79.4 l mg⁻¹ bulunmuştur.

4.1.2 Labil-P İçeriğine Etkisi

Farklı organik madde kaynakların ve dozlarının labil-P (bitki tarafından kolayca alınabilen fosfor) yada 0.1 M NaOH + 1 NaCl ile ekstrakte edilebilen fosfor kapsamına etkisine ait varyans analizi Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi toprakların labil-P kapsamı organik maddenin kaynağı, dozu, toprak ve bu faktörlerin interaksyonları tarafından istatistiki açıdan önemli derecede etkilenmiştir. İncelenen faktörlerden sadece Doz x +P interaksyonu ile Toprak x Doz x + P interaksyonu önemli çıkmamıştır.

4.1.2.1 Toprağın Etkisi

Toprak örneklerinin özelliklerinin karşılaştırılması istatistiksel analiz olarak incelendiğinde de aşağıdaki çizelgede elde edilen bulgular görülmektedir (Çizelge 4. 2). Bu bulguların karşılaştırılmasında tüm uygulamaların ortalama labil P içeriği Paşaköy toprak serisinde 16.221 ± 0.17 mg kg⁻¹ iken, Kurtuluş toprak serisinde 10.88 ± 0.17 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bonferroni ikili karşılaştırmasına göre toprakların uygulamalara verdiği tepkiler birbirinden önemli derecede farklıdır.



Şekil 4. 1 Adsorpsiyon izotermi (A) Freundlich (B) Langmuir. ● Paşaköy, ■ Kurtuluş serisi

Çizelge 4. 1. Uygulamaların 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu

Varyans	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P*
TOPRAK	6960.449	1	6960.449	464.133	0.000
OG	15829.708	4	3957.427	263.887	0.000
DOZ	11816.983	3	3938.994	262.658	0.000
+ P	4791.913	1	4791.913	319.532	0.000
TOPRAK x OG	755.063	4	188.766	12.587	0.000
TOPRAK x DOZ	1019.223	3	339.741	22.654	0.000
OG x DOZ	4062.349	8	507.794	33.860	0.000
TOPRAK x OG x DOZ	2070.434	8	258.804	17.257	0.000
TOPRAK x + P	888.622	1	888.622	59.255	0.000
OG x + P	217.075	4	54.269	3.619	0.010
TOPRAK x OG x + P	283.211	4	70.803	4.721	0.002
DOZ x + P	14.924	3	4.975	0.332	0.802
TOPRAK x DOZ x + P	70.860	3	23.620	1.575	0.204
OG x DOZ x + P	1053.869	8	131.734	8.784	0.000
TOPRAK x OG x DOZ x + P	475.218	8	59.402	3.961	0.001
Hata	959.787	64	14.997		

* P < 0.05 ise istatistiki olarak önemli

+ P : organik madde ilavesinden 14 gün sonra 60 mg kg⁻¹ inorganik P ilavesi

OG: Organik Gübre ilavesi

Çizelge 4. 2. Uygulama topraklarının ikili karşılaştırılması

(I) Toprak	(J) Toprak	Ortalama Fark (I-J)	Standart Sapma	Önem Derecesi*	95% Güven Sınırı	
					Alt	Üst
Kurtuluş(10.88)	Paşaköy(16.22)	-5.341	0.242	0.000	-5.824	-4.857
Paşaköy	Kurtuluş	5.341	0.242	0.000	4.857	5.824

* P değeri < 0.05 ise önemli, P < 0.01 ise çok önemli

4.1.2.2 Gübrelerin Etkisi

Organik gübrelerin orijinlerinin de labil P üzerine önemli derecede etki ettiği Çizelge 4.3’ de görülmektedir. Etki sıralaması ise Çizelge 4.3’ den anlaşılacağı üzere büyüktен küçüğe doğru ÇG ($18.2 \pm 0.24 \text{ mg kg}^{-1}$), EBT ($10.52 \pm 0.28 \text{ mg kg}^{-1}$), TED ($11.62 \pm 0.28 \text{ mg kg}^{-1}$), Prina ($14.28 \pm 0.28 \text{ mg kg}^{-1}$), OK ($11.59 \pm 0.28 \text{ mg kg}^{-1}$) şeklindedir. % 5 güvenirlilik sınırına göre OK ile prina ve TED arasında önemli bir fark gözlenmemiştir (Çizelge 4.3). Çiftlik gübresi diğer uygulamalarla karşılaştırıldığında labil P içeriğini yaklaşık 1.5 kat arttırarak diğerlerinden bariz bir şekilde ayrılmıştır.

Çizelge 4. 3. Organik gübrenin orijininin labil-P üzerine etkisinin Bonferroni testi ile ikili karşılaştırması

(I) GUB (P mg kg ⁻¹)	(J) GUB	Ortalama fark (I-J)	Standart Sapma	Önemlilik Derecesi*	95% Güven Sınırları	
					Alt	Üst
ÇG (18,20)	OK	7.676	0.370	0.000	6.601	8.751
	Prina	6.578	0.370	0.000	5.503	7.653
	EBT	3.910	0.370	0.000	2.835	4.985
	TED	6.606	0.370	0.000	5.531	7.681
OK (10.52)	ÇG	-7.676	0.370	0.000	-8.751	-6.601
	Prina	-1.097	0.395	0.072	-2.247	0.052
	EBT	-3.766	0.395	0.000	-4.915	-2.616
	TED	-1.070	0.395	0.087	-2.219	0.079
Prina (11.62)	ÇG	-6.578	0.370	0.000	-7.653	-5.503
	OK	1.097	0.395	0.072	-0.052	2.247
	EBT	-2.668	0.395	0.000	-3.817	-1.519
	TED	0.028	0.395	1.000	-1.122	1.177
EBT (14.28)	ÇG	-3.910	0.370	0.000	-4.985	-2.835
	OK	3.766	0.395	0.000	2.616	4.915
	Prina	2.668	0.395	0.000	1.519	3.817
	TED	2.696	0.395	0.000	1.547	3.845
TED (11.59)	ÇG	-6.606	0.370	0.000	-7.681	-5.531
	OK	1.070	0.395	0.087	-0.079	2.219
	Prina	-0.028	0.395	1.000	-1.177	1.122
	EBT	-2.696	0.395	0.000	-3.845	-1.547

* P değeri < 0.05 ise önemli, P < 0.01 ise çok önemli

Güb: Organik Gübre

4.1.2.3 Dozların etkisi

Organik madde zenginleştirmesinin toprakların labil P kapsamına etkisine ait uygulama dozlarının ikili karşılaştırması Çizelge 4. 4' te görülmektedir. Organik madde dozunun artmasına bağlı olarak bu fraksiyondaki fosfor miktarında önemli derecede bir artış olmuştur. Dozların ortalama etkileri büyükten küçüğe sırasıyla %10 (15.66 ± 0.22 mg kg⁻¹), %5 (14.41 ± 0.22 mg kg⁻¹), %2.5 (11.74 ± 0.22 mg kg⁻¹) ve kontrol uygulaması (7.78 ± 0.48 mg kg⁻¹) şeklinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4. 4. Organik gübrenin dozunun labil-P üzerine etkisinin Bonferroni testi ile ikili karşılaştırması

(I) Doz (P mg kg ⁻¹)	(J) Doz	Ortalama farkı (I-J)	Standart sapma	Önemlilik derecesi*	95% Güven Sınırı	
					Alt	Üst
0.00 (7.78)	2.50	-3.960	0.530	0.000	-5.404	-2.517
	5.00	-6.629	0.530	0.000	-8.073	-5.185
	10.00	-7.876	0.530	0.000	-9.320	-6.432
2.50 (11.74)	0.00	3.960	0.530	0.000	2.517	5.404
	5.00	-2.669	0.306	0.000	-3.502	-1.835
	10.00	-3.916	0.306	0.000	-4.749	-3.082
5.00 (14.41)	0.00	6.629	0.530	0.000	5.185	8.073
	2.50	2.669	0.306	0.000	1.835	3.502
	10.00	-1.247	0.306	0.001	-2.080	-0.413
10.00 (15.66)	0.00	7.876	0.530	0.000	6.432	9.320
	2.50	3.916	0.306	0.000	3.082	4.749
	5.00	1.247	0.306	0.001	0.413	2.080

*P< 0.05 ise uygulamalar arasındaki fark önemli, P< 0,01 ise çok önemli

4.1.2.4 İnkübasyon Süresinin Etkisi

Kurtuluş toprak serisinde organik madde uygulamalarının zamana bağlı ekstrakte edilebilir labil P oranına etkisi Çizelge 4. 5' te verilmiştir. Burada organik

madde kullanımı inkübasyon süresince labil P seviyesini kontrol toprağına göre artırmıştır. Gübrelerin ortalamalarından en iyi sonuçlar ÇG (% 4.787) > TED (% 2.512) > EBT (% 2.175) > Prina (% 2.116) > OK (% 1.766) şeklinde elde edilmiştir. Her bir organik madde uygulaması için en uygun doz ÇG % 5 (% 7.20), OK % 2.5 (% 1.862), Prina % 10 (% 2.90), EBT % 10 (% 3.012), TED % 10 (% 3.012) şeklinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.5). En iyi uygulama ise ÇG' nin % 5 lik uygulamasıdır (% 7.20).

Çizelge 4. 5. Kurtuluş serisine organik atık ilavesinin labil-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P ye oranı (%)

Organik Gübre	Doz (%)	İnkübasyon Süresi (Gün)									Doz ort.	Gübre ort.
		1	7	15	21	30	45	60	110			
Kontrol	0	0.6	1.6	1.1	0.7	2.1	1.9	0.7	0.7	1.175	1.175	
ÇG	2.5	5.2	2.5	2.1	4.1	3.8	2.3	2.8	1.1	2.987	4.787	
	5.0	9.9	7.6	7.2	7.4	6.7	6.0	11.3	1.9	7.200		
	10.0	2.6	3.4	2.5	5.2	6.5	4.5	6.3	2.0	4.120		
OK	2.5	2.0	1.0	1.4	0.9	1.8	1.6	5.7	0.5	1.862	1.766	
	5.0	2.3	1.3	1.2	1.4	1.4	0.8	4.5	0.6	1.687		
	10.0	1.2	1.1	1.1	2.0	2.6	1.5	4.0	0.5	1.750		
Prina	2.5	2.9	2.9	0.0	1.6	1.6	1.6	1.4	0.7	1.587	2.116	
	5.0	0.7	2.8	0.6	2.0	2.8	1.6	3.5	0.9	1.862		
	10.0	0.7	2.8	2.2	0.9	1.9	7.7	5.5	1.5	2.900		
EBT	2.5	1.6	1.7	1.0	2.4	2.1	1.2	0.7	0.7	1.425	2.175	
	5.0	1.8	3.2	1.6	2.4	3.1	1.8	1.9	0.9	2.087		
	10.0	3.4	4.0	1.8	3.1	3.7	1.9	5.4	0.8	3.012		
TED	2.5	2.3	2.6	0.0	2.1	1.7	2.0	9.3	0.5	2.562	2.512	
	5.0	3.1	1.0	0.0	2.6	2.4	2.0	4.1	0.5	1.962		
	10.0	3.4	4.0	1.8	3.1	3.7	1.9	5.4	0.8	3.012		

Çizelge 4. 6. Kurtuluş serisine organik atık ve fosfor ilavesinin labil-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P ye oranı (%)

Organik Gübre	Doz (%)	İnkübasyon Süresi (Gün)									Doz ort.	Gübre ort.
		1	7	15	21	30	45	60	110			
Kontrol	0	0.6	1.6	2.3	2.8	2.1	0.6	0.6	0.5	1.387	1.387	
ÇG	2.5	5.2	2.5	4.5	4.7	4.4	2.8	5.9	0.8	3.850	5.075	
	5.0	9.9	7.6	7.2	5.3	6.1	7.7	11.7	0.9	7.050		
	10.0	2.6	3.4	7.4	5.8	7.1	2.8	3.7	1.8	4.325		
OK	2.5	2.0	1.0	2.6	2.5	2.2	4.3	3.1	0.7	2.300	2.333	
	5.0	2.3	1.3	3.3	3.3	2.6	5.9	4.4	0.8	2.987		
	10.0	1.2	1.1	3.6	1.1	2.0	1.7	2.2	0.8	1.712		
Prina	2.5	2.9	2.9	3.6	3.3	2.2	4.3	2.2	1.3	2.837	2.941	
	5.0	0.7	2.8	2.2	0.9	1.9	7.7	5.5	1.5	2.900		
	10.0	1.3	2.2	3.7	1.6	3.7	6.4	4.4	1.4	3.087		
EBT	2.5	1.6	1.7	4.5	1.3	3.0	6.6	3.8	0.9	2.925	3.404	
	5.0	1.8	3.2	3.0	1.7	3.6	8.8	3.4	0.5	3.250		
	10.0	3.4	4.0	4.1	4.0	3.8	6.5	5.7	0.8	4.037		
TED	2.5	2.3	2.6	2.9	1.7	3.3	5.9	1.6	0.7	2.625	2.758	
	5.0	3.1	1.0	3.4	2.1	3.1	7.4	3.3	0.5	2.987		
	10.0	2.4	3.2	3.3	2.8	2.4	4.1	2.2	0.9	2.662		

Uygulamalar kendi aralarında kıyaslandığında % 2.5 uygulamasında en yüksek P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilirken (% 2.987), en düşük P seviyesi EBT organik gübresi uygulamasında elde edilmiştir (% 1.425). % 5 uygulamasında en yüksek P seviyesi ÇG organik madde uygulamasında elde edilirken (% 7.20), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 1.687). % 10 uygulamasında ise en yüksek P seviyesi yine ÇG uygulamasında elde edilirken (% 4.12), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 1.75). Prina uygulamasında % 2.5' luk uygulama 45. güne kadar bu fraksiyonun yüksek seyretmesine neden olurken daha sonra ise % 10' luk uygulamada P daha fazla yararışlı formlarda kalmıştır. İnkübasyonun 110. gününde tüm uygulamalarda sonuçların birbirine yakın olduğu belirlenmiştir.

Kurtuluş toprak serisinde organik madde uygulamasını takip eden 14. günde uygulanan 60 mg kg^{-1} P nin labil P içeriğinin zamansal değişimi Çizelge 4. 6' te verilmiştir. Çizelge 4. 5 ve 4. 6 karşılaştırıldığında 15. günden itibaren labil P fraksiyonundaki artış görülebilir. Ayrıca Çizelge 4. 1' de verilen varyans analizi P ilavesinin genelde labil fraksiyondaki P miktarını önemli derecede etkilediği görülmektedir. P uygulanmayan parsellerde ortalama değer $11.2 \pm 0.17 \text{ mg kg}^{-1}$ iken P gübrelemesiyle bu değer $15.9 \pm 0.17 \text{ mg kg}^{-1}$ e yükselmiştir.

Çizelge 4. 7. Paşaköy serisine organik atık ilavesinin labil-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P ye oranı (%)

Organik Gübre	Doz (%)	İnkübasyon Süresi									
		1	7	15	21	30	45	60	110	Doz ort.	Gübre ort.
Kontrol	0	2.9	4.1	4.7	5.9	6.8	3.6	3.8	1.0	4.100	4.100
ÇG	2.5	7.1	4.8	6.0	7.6	7.4	4.0	5.1	0.8	5.350	8.195
	5.0	6.7	7.1	8.5	13.6	13.4	12.7	14.9	2.0	9.862	
	10.0	9.4	7.0	7.6	14.8	17.4	9.3	7.8	1.7	9.375	
OK	2.5	3.2	4.4	3.8	7.7	7.4	2.6	7.2	0.8	4.637	4.550
	5.0	3.4	3.7	3.4	3.5	9.1	1.7	9.8	0.9	4.437	
	10.0	4.0	5.4	4.5	4.7	7.3	3.5	6.2	1.0	4.575	
Prina	2.5	4.4	4.5	6.5	8.4	7.9	2.6	7.6	0.9	5.350	5.625
	5.0	4.5	4.5	4.3	3.6	6.1	10.0	5.9	1.0	4.987	
	10.0	4.5	4.5	5.7	9.9	5.7	7.4	13.6	1.0	6.537	
EBT	2.5	4.7	6.3	2.8	4.5	6.1	4.8	9.9	0.8	4.987	6.191
	5.0	4.1	4.6	4.2	5.7	5.9	4.5	12.4	1.2	5.325	
	10.0	8.0	7.0	5.7	14.9	8.2	7.5	13.5	1.3	8.262	
TED	2.5	2.4	4.6	3.2	8.2	5.9	3.2	11.9	3.0	5.300	6.050
	5.0	2.8	3.4	3.3	7.7	5.0	5.4	8.4	0.7	4.587	
	10.0	8.0	7.0	5.7	14.9	8.2	7.5	13.5	1.3	8.262	

Gübrelerin ortalamaları karşılaştırıldığında ise büyükten küçüğe doğru ÇG (% 5.075) > EBT (% 3.404) > Prina (% 2.941) > TED (% 2.758) > OK (% 2.333) şeklinde sıralanmıştır. En iyi uygulama ÇG % 5' lik kullanımıdır (% 7.05). Her bir organik madde uygulaması için en uygun doz ÇG % 5 (% 7.05), OK % 5 (% 2.987), prina % 10 (% 3.087), EBT % 10 (% 4.037), TED % 5 (% 2.987) şeklinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.6). Uygulamaların kendi arasında kıyaslamasına göre % 2.5 uygulamasında en yüksek

Çizelge 4. 8. Paşaköy serisine organik atık ve fosfor ilavesinin labil-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P' ye oranı (%)

Organik Gübre	Doz (%)	İnkübasyon Süresi									
		1	7	15	21	30	45	60	110	Doz ort.	Gübre ort.
Kontrol	0	2.9	4.1	8.6	9.9	6.1	6.3	5.5	0.8	5.525	5.525
ÇG	2.5	7.1	4.8	7.4	9.5	8.9	6.4	14.1	1.0	7.400	7.929
	5.0	6.7	7.1	6.2	7.9	9.9	6.3	13.9	1.2	7.400	
	10.0	9.4	7.0	9.6	8.3	10.9	9.1	16.4	1.2	8.987	
OK	2.5	3.2	4.4	2.8	5.9	8.3	3.6	16.0	0.7	5.612	6.970
	5.0	3.4	3.7	8.5	19.4	9.1	7.0	14.7	0.6	8.300	
	10.0	4.0	5.4	5.5	12.7	10.4	5.7	11.4	0.9	7.000	
Prina	2.5	4.4	4.5	7.4	9.1	5.8	5.3	11.4	1.1	6.125	6.633
	5.0	4.5	4.5	5.7	9.9	5.7	7.4	13.6	1.0	6.537	
	10.0	5.5	4.8	6.1	7.9	7.4	8.4	16.8	1.0	7.237	
EBT	2.5	4.7	6.3	5.0	7.6	4.7	6.6	12.7	0.8	6.050	6.383
	5.0	4.1	4.6	6.8	6.6	5.0	4.4	15.2	1.1	5.975	
	10.0	8.0	7.0	4.9	9.0	9.0	6.1	11.7	1.3	7.125	
TED	2.5	2.4	4.6	4.9	7.4	7.3	7.8	10.2	0.6	5.650	6.087
	5.0	2.8	3.4	4.1	10.5	8.9	6.7	9.0	0.8	5.775	
	10.0	2.9	3.8	8.4	14.8	8.7	6.4	8.9	0.8	6.837	

P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilirken (% 3.850), en düşük P seviyesi EBT uygulamasında elde edilmiştir (% 2.300). % 5 uygulamasında en yüksek P seviyesi ÇG

uygulamasında elde edilirken (% 7.050), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 2.900). % 10 uygulamasında ise en yüksek P seviyesi yine ÇG uygulamasında elde edilirken (% 4.325), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 1.712). Tüm uygulamaların inkübasyonun 110. gününde uygulamalar birbirine yakın sonuçlar vermiştir.

Paşaköy toprak serisinde organik madde uygulamalarının zamana bağlı labil P içeriğine etkisi Çizelge 4. 7.' da verilmiştir. Tüm organik madde uygulamaları inkübasyon süresince labil P seviyesini kontrol toprağına göre artırmıştır. Gübrelerin labil P yi arttırıcı etkisi Kurtuluş toprağından farklı olarak gerçekleşmiştir: ÇG (% 8.195) > EBT (% 6.191) > TED (% 6.050) > Prina (% 5.625) > OK (% 4.550). Her bir organik madde uygulaması için en uygun doz ÇG % 5 (% 9.862), OK % 2.5 (% 4.637), Prina % 10 (% 6.537), EBT % 10 (% 8.262), TED % 10 (% 8.262) şeklinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7). Uygulamalar Paşaköy toprak serisinin ($16.22 \pm 0.17 \text{ mg kg}^{-1}$) labil P içeriğini Kurtuluş toprak serisine ($10.88 \pm 0.17 \text{ mg kg}^{-1}$) göre daha fazla arttırmıştır. Çizelge 4. 4.'de toprakların ikili karşılaştırması ve Şekil 4.2 – 11' de bu durumu açıkça göstermektedir. En iyi uygulama ise ÇG % 5' lik kullanımıdır (% 9.862).

Uygulamaların kendi aralarında kıyaslamasına göre % 2.5 uygulamasında en yüksek P seviyesi ÇG ve prina uygulamasında elde edilirken (% 5.350), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 4.637). % 5 uygulamasında en yüksek P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilirken (% 9.862), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 4.437). % 10 uygulamasında ise en yüksek P seviyesi yine ÇG uygulamasında elde edilirken (% 9.375), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 4.575). Tüm uygulamalarda inkübasyonun süresinin sonunda toprakların labil P içerikleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir.

Paşaköy toprak serisinde organik madde uygulamalarının yanında 60 mg kg^{-1} P uygulamasının zamana bağlı tüm uygulamalarda labil P içeriğine etkisi Çizelge 4. 8' de verilmiştir. P uygulamasını takiben P seviyesinde önemli bir artış meydana gelmiştir.

Gübrelerin bu toprak için P seviyesini arttırmadaki etkinliği karşılaştırıldığında ÇG (% 7.929) > OK (% 6.970) > Prina (% 6.633) > EBT (% 6.383) > TED (% 6.087) şeklinde bir sıralama elde edilmiştir. Her bir organik madde uygulaması için en uygun

doz ÇG % 10 (% 8.987), OK % 5 (% 8.30), Prina % 10 (% 7.237), EBT % 10 (% 7.125), TED % 10 (% 6.837) şeklinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7). En iyi doz ÇG % 10' luk kullanımıdır (% 8.987). Uygulamaların kendi aralarında kıyaslamasına göre % 2.5 uygulamasında en yüksek P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilirken (% 7.40), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 5.612). % 5 uygulamasında en yüksek P seviyesi OK uygulamasında elde edilirken (% 8.30), en düşük P seviyesi TED uygulamasında elde edilmiştir (% 5.775). % 10 uygulamasında ise en yüksek P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilirken (% 8.987), en düşük P seviyesi TED uygulamasında elde edilmiştir (% 6.837). Tüm uygulamalarda inkübasyonun sonunda uygulamalar birbirine yakın değerler vermiştir.

Küresellik varsayımına göre örnekleme zamanının 0.1 M NaOH ile ekstrakte edilebilen P içeriğine ait varyans analizleri Çizelge 4. 9' de verilmiştir. Zamana bağlı P içeriğindeki değişim toprak, gübrenin cinsi, uygulama dozu ve +P uygulaması tarafından önemli derecede etkilenmiştir. Doz $\times$ +P ve toprak $\times$ doz $\times$ +P dışındaki bu faktörlerin interaksiyonları da P içeriğini önemli derecede etkilemiştir.

Şekil 4. 2' de çiftlik gübresi dozlarının Kurtuluş (a) ve Paşaköy (b) topraklarında zamana bağlı olarak labil-P içeriğine etkisi görülmektedir. Kurtuluş serisinde % 5' lik organik madde zenginleştirmesi labil P konsantrasyonu inkübasyon süresinde en yüksek seviyede sağlarken Paşaköy serisinde (Şekil 4. 2b) başlangıçta % 10 (45. güne kadar) daha sonra ise % 5' lik uygulama en yüksek labil P kapsamını sağlamıştır. Kurtuluş serisi toprağında tüm uygulamalar kontrolden belirgin derecede farklı iken Paşaköy serisinde % 2.5' lik uygulama özellikle 45. günden sonra kontrole yakın seyretmiştir.

Topraklara çiftlik gübresiyle beraber P uygulandığında (inkübasyonun 14. günü) labil P içeriği önemli derecede artmıştır. Bunu Çizelge 4. 2' deki varyans analizinde +P uygulamasının istatistiki açıdan önemli olması da doğrulamaktadır. Beklenildiği üzere suda çözünebilen P ilavesi bu fraksiyonun ekstrakte edilebilir miktarını arttırmış aynı zamanda yarayışlı P' nin özellikle % 10' luk uygulamasında ve kontrol uygulamasında pik oluşturmuştur (Şekil 4. 3a). Paşaköy serisinde P ilavesi yüksek ÇG uygulamalarında önemli bir artış göstermezken % 2.5' lik uygulamada ve kontrol uygulamasında labil P içeriğini belirgin şekilde arttırmıştır ve bu artış kısa süreli gerçekleşmiş ve toprakta sonraki ölçümde hemen hemen +P uygulamadan önceki seviyesine düşmüştür.

uygulaması yüksek ÇG uygulamalarında labil P içeriğini olumsuz etkilemiştir (Şekil 4. 2b ve 4. 3b).

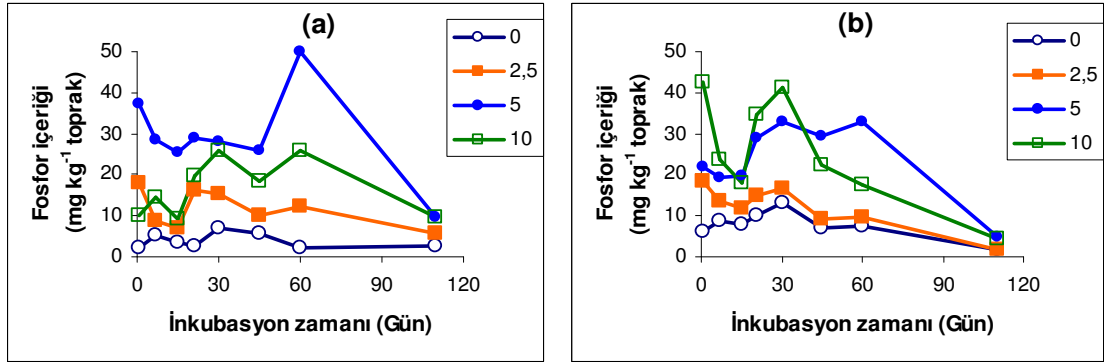
Çizelge 4. 9. Örnekleme zamanının 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu (Küresellik varsayımına göre)

Varyans	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P*
PER	20250.196	7	2892.885	218.995	0.000
PER x TOPRAK	5085.523	7	726.503	54.997	0.000
PER x OG	3443.926	28	122.997	9.311	0.000
PER x DOZ	2609.269	21	124.251	9.406	0.000
PER x + P	3717.372	7	531.053	40.201	0.000
PER x TOPRAK x OG	2283.375	28	81.549	6.173	0.000
PER x TOPRAK x DOZ	1367.020	21	65.096	4.928	0.000
PER x OG x DOZ	3204.347	56	57.220	4.332	0.000
PER x TOPRAK x OG x DOZ	2737.212	56	48.879	3.700	0.000
PER x TOPRAK x + P	3626.049	7	518.007	39.214	0.000
PER x OG x + P	2618.169	28	93.506	7.079	0.000
PER x TOPRAK x OG x + P	1399.878	28	49.996	3.785	0.000
PER x DOZ x + P	543.438	21	25.878	1.959	0.007
PER x TOPRAK x DOZ x + P	1264.070	21	60.194	4.557	0.000
PER x OG x DOZ x + P	1742.259	56	31.112	2.355	0.000
PER x TOPRAK x OGx DOZx + P	2404.432	56	42.936	3.250	0.000
Hata (PER)	5917.988	448	13.210		

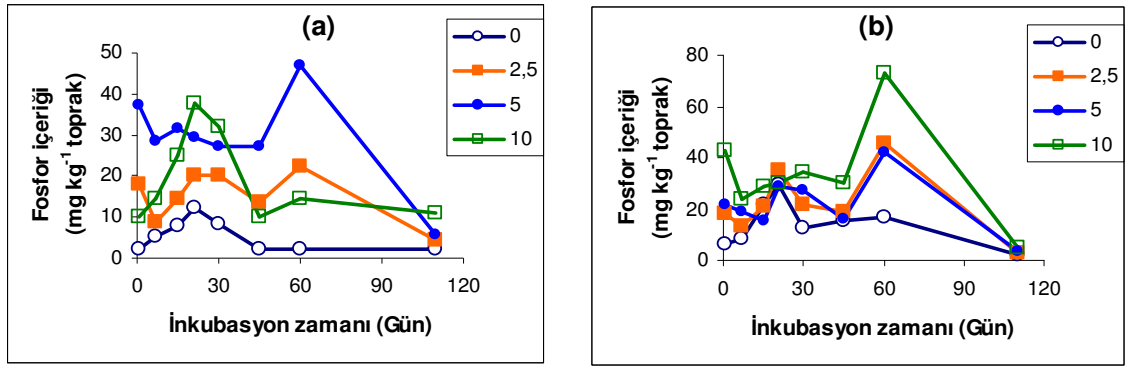
* $P < 0.05$ ise istatistiki olarak önemli

+ P : organik madde ilavesinden 14 gün sonra 60 mg kg⁻¹ inorganik P ilavesi

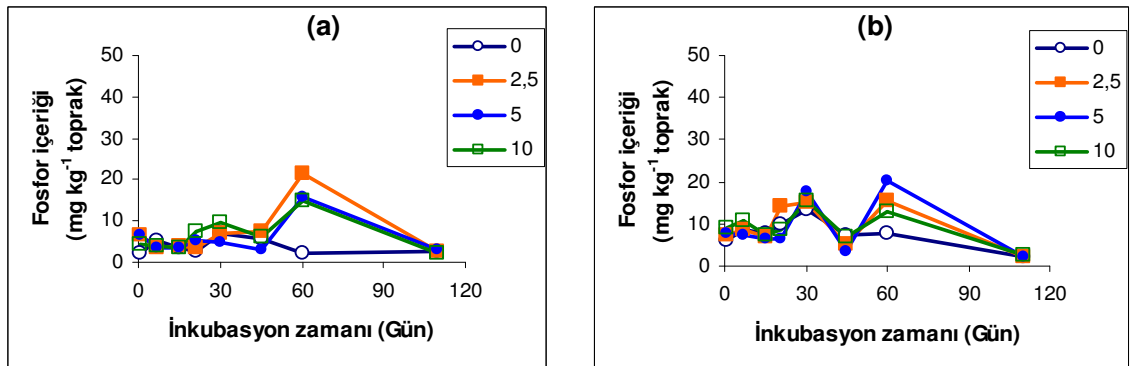
OG: Organik Gübre ilavesi



Şekil 4. 2. Çiftlik gübresi dozlarının 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi



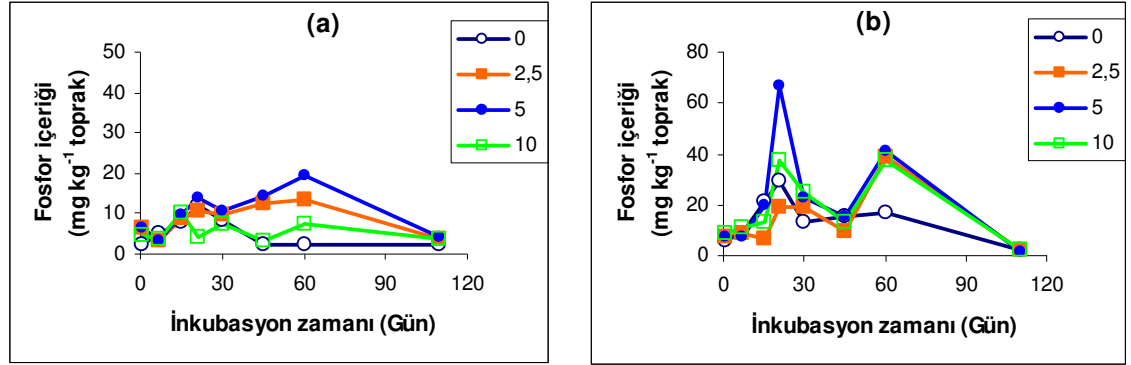
Şekil 4. 3. Çiftlik gübresi dozlarının ve P ilavesinin 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi



Şekil 4. 4. Kompostlaşmış odun kırıntısı dozlarının 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi

Odun kırıntısının farklı dozları başlangıçta (ilk 21 günlük) labil P içeriğini önemli deede etkilememiştir (Şekil 4. 4ab). 30. gün'den itibaren farklar daha

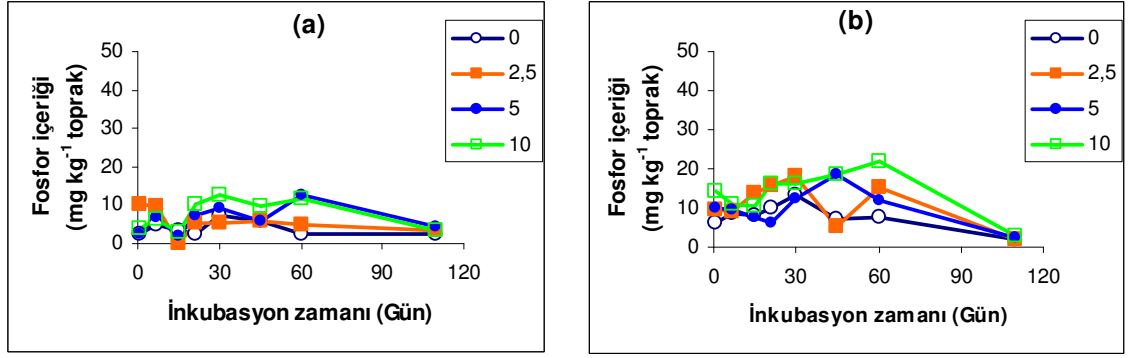
belirginleşmiş ve 60. günde net bir şekilde odun kırıntısı uygulamaları labil P içeriğini kontrol toprağından daha yüksek olmasına neden olmuştur. Bu uygulamanın böyle sonuç vermesi ilave edilen organik materyalin mikrobiyal ayrışma özellikleriyle ilişkilendirilmektedir.



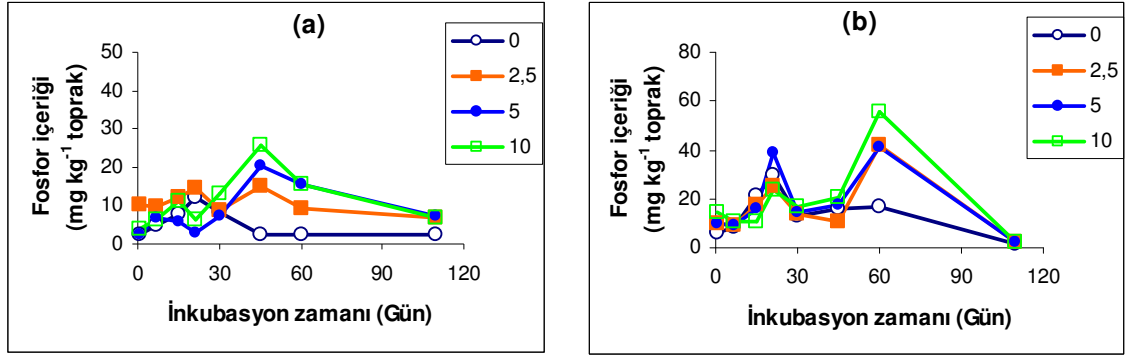
Şekil 4. 5. Kompostlaşmış odun kırıntısı dozlarının ve P ilavesinin 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi

Odun kırıntısı karıştırılmış topraklara P ilavesiyle labil P içeriği önemli derecede değişmiştir (Şekil 4. 5ab). Bu değişim Paşaköy serisinde son derece belirgindir. Labil P'nin yüksek seviyesi (14-30. gün arası) inkübasyonun daha sonraki aşamalarında Kurtuluş serisinde devam ederken bu durum Paşaköy serisinde 30-45. günlerde gözlenmemiş, daha sonra ise (60. günde) yükselmiş, inkübasyon süresinin sonunda ise kontrol toprağına yaklaşmıştır.

Prina uygulamasının labil P içeriğine etkisi Şekil 4. 6a,b' de verilmiştir. Kurtuluş serisinde başlangıçta sadece % 2.5' lik uygulamada önemli bir artış olurken diğerlerinde kontrol toprağına göre önemli bir değişim gözlenmemiştir. Hatta 2. haftanın sonunda labil P kapsamı kontrolde daha yüksek ölçülmüştür (Şekil 4.6a). Paşaköy serisinde prina uygulamalarından sonra labil P içeriği hemen artmış bu artış 21 gün sonra daha belirgin olmuştur.

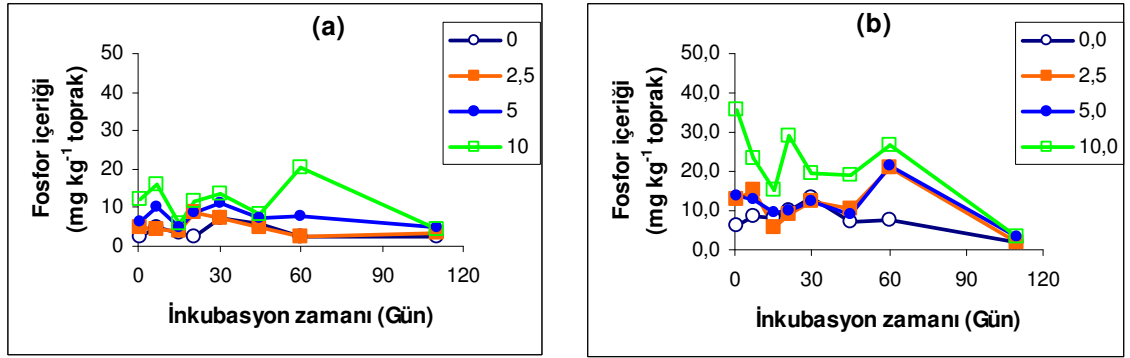


Şekil 4. 6. Prina dozlarının 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi



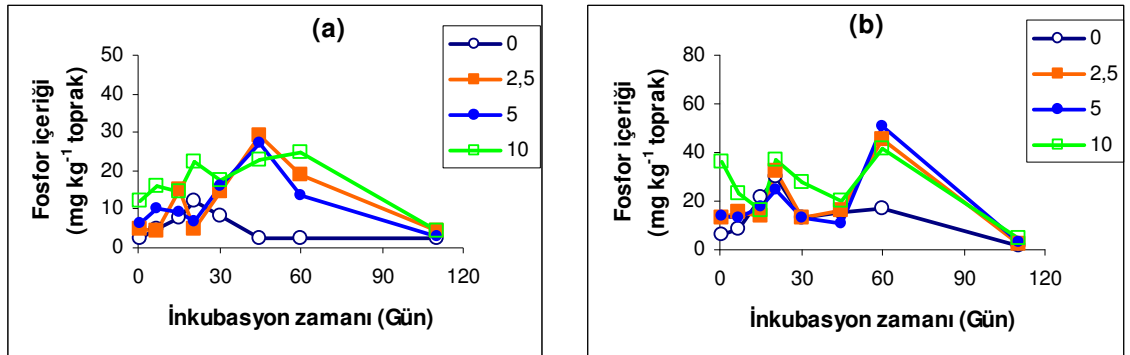
Şekil 4. 7. Prina dozlarının ve P ilavesinin 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi

P uygulaması labil P içeriğini önemli derecede etkilemiştir. Paşaköy serisinde uygulamayı takiben pik gözlenmiştir. Kurtuluş toprağında artış daha kademeli olmuş ve inkübasyon süresinde yüksek seyretmiştir. Paşaköy toprağına 60. günde maksimum pik gözlenmiştir. Fakat inkübasyon süresinin sonunda prina uygulama dozlarının arasındaki farklar çok düşüktür Şekil 4. 7ab).



Şekil 4. 8. EBT dozlarının 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

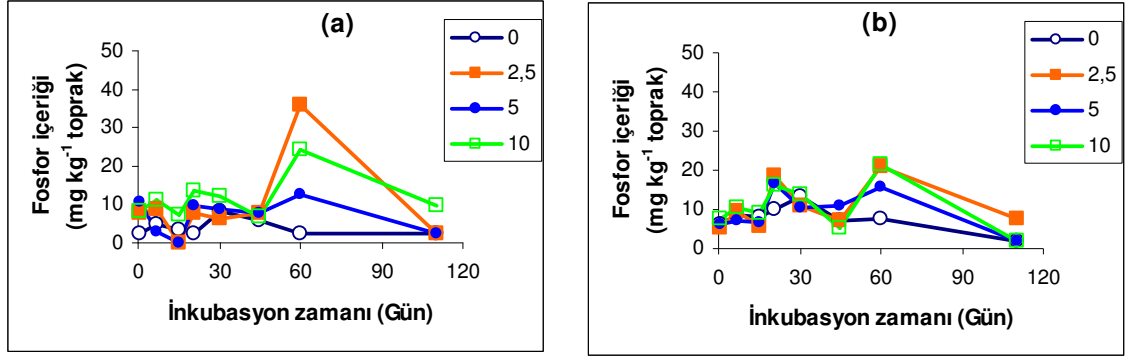
EBT' nin % 10' luk uygulama dozu her iki toprakta labil P içeriğini en fazla arttıran uygulamadır (Şekil 4. 8). Ancak Kurtuluş toprağında kontrol ile arasındaki fark oransal olarak daha düşük gerçekleşmiştir (Şekil 4. 8a)



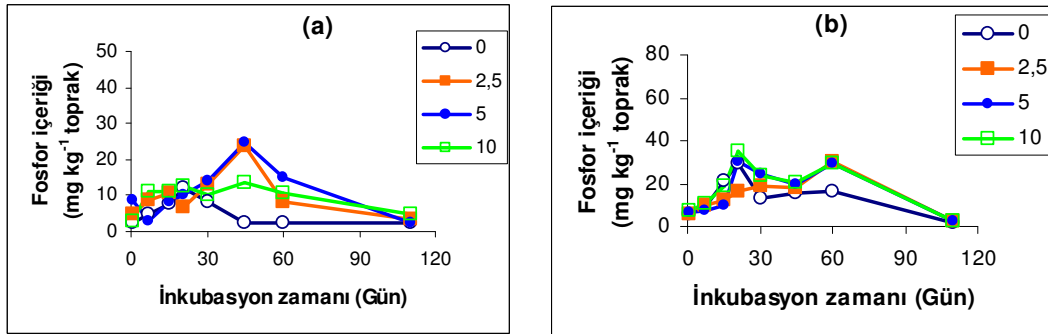
Şekil 4. 9. EBT dozlarının ve P ilavesinin 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi

EBT ile birlikte verilen fosfor tüm uygulamalarda labil P' nin artmasında neden olmuştur (Şekil 4. 9a,b). Kurtuluş toprağında genel ortalamalar Paşaköy toprağına göre daha düşüktür. Fakat Paşaköy toprağında daha fazla dalgalanma meydana gelmiştir (Şekil 4. 9b). Kurtuluş toprağında 21. gündeki labil P içeriği % 2.5 ve 5' lik uygulamalara göre daha düşük bulunmuştur. 45 - 60. günlerde ise kontrolle EBT uygulamaları arasındaki fark maksimuma ulaşmış 110. günde ise tüm uygulamalar birbirine yakın değerler göstermiştir.

Şekil 4. 10a,b' de TED uygulamasının Kurtuluş ve Paşaköy topraklarında labil P kapsamına etkisi görülmektedir. Her iki toprakta 45. güne kadar labil P içeriğinde dalgalanma meydana gelmiş 60. günde ise maksimuma ulaşmıştır.



Şekil 4. 10. TED dozlarının 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi



Şekil 4. 11. TED dozlarının ve P ilavesinin 0.1 M NaOH + 1 M NaCl ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi

TED ile birlikte yapılan fosfor ilavesi özellikle Paşaköy toprağında 21. günde % 2.5' luk uygulama dışında labil P içeriğini maksimuma ulaştırmıştır. Daha sonra kademeli olarak azalmış 60. günde yeniden yükselmiştir (Şekil 4. 11b). Kurtuluş toprağında ise kontrol uygulamasında maksimum P içeriği 21. günde gerçekleşirken diğer uygulamalarda 45. günde meydana gelmiştir. Her iki toprakta da 110. gün labil P içeriği kontrol toprağına yakın değerler vermiştir.

4.1.3. CDB İle Ekstrakte Edilebilen Fosfora Etkisi

Farklı organik gübrelerin, dozlarının ve P uygulamasının CDB ile ekstrakte edilebilen fosfor (CDB-P) kapsamına etkisine ait varyans analizi Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi toprakların kapsamına gübre kaynağı, dozu, toprak ve bu faktörlerin tüm interaksiyonlarının CDB fraksiyondaki P kapsamını önemli derecede etkilemiştir.

4.1.3.1 Toprağın Etkisi

Tüm uygulamalarda toprak faktörünün CDB ile ekstrakte edilebilen P içeriğine önemli derecede etki ettiği Çizelge 4. 11' de verilen ikili karşılaştırmada görülmektedir. Tüm uygulamaların genel ortalaması Kurtuluş toprağında $23.25 \pm 0.36 \text{ mg kg}^{-1}$ iken Paşaköy toprağında bu değer iki kata yakın yükselmiştir ($39.70 \pm 0.36 \text{ mg kg}^{-1}$).

4.1.3.2 Gübrelerin Etkisi

Organik gübrelerin orijinlerinin CDB-P üzerine önemli derecede etki ettiği Çizelge 4. 9' da görülmektedir. Etki sıralaması ise Çizelge 4. 12' den anlaşılabacağı üzere büyükten küçüğe doğru ÇG ($44.26 \pm 0.51 \text{ mg kg}^{-1}$) > EBT ($38.30 \pm 0.59 \text{ mg kg}^{-1}$) > TED ($28.94 \pm 0.59 \text{ mg kg}^{-1}$) > Prina ($22.30 \pm 0.59 \text{ mg kg}^{-1}$) > OK ($19.11 \pm 0.59 \text{ mg kg}^{-1}$) şeklindedir. Tüm organik maddeler arasındaki fark çok önemli bulunmuştur. Çiftlik gübresi kullanılan gübreler arasında CDB-P fraksiyonu miktarını en çok arttıran organik gübredir.

4.1.3.3 Dozun Etkisi

Organik madde uygulamaları CDB-P fraksiyonunu artırmıştır. Ancak % 2.5 ($28.768 \pm 0.46 \text{ mg kg}^{-1}$) ve % 5 ($29.578 \pm 0.46 \text{ mg kg}^{-1}$) uygulamaları arasındaki fark önemsizdir (Çizelge 4.13). CDB-P fraksiyonunda topraklarda organik madde uygulamaların istatistiki olarak incelendiğinde bu fraksiyonu en fazla arttıran doz % 10 ($37.47 \pm 0.46 \text{ mg kg}^{-1}$) uygulamasıdır. Uygulamaların tamamı kontrol ($24.50 \pm 1.02 \text{ mg kg}^{-1}$) uygulamasından yüksektir. % 2.5 ve % 5 lik uygulamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir.

Çizelge 4. 10. Uygulamaların CDB ile ekstraksiyon fraksiyonu üzerine etkisine ait varyans analiz tablosu

Varyans	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P*
TOPRAK	46188.458	1	46188.458	687.935	0.000
OG	128780.386	4	32195.096	479.517	0.000
DOZ	48105.837	3	16035.279	238.831	0.000
+ P	290419.272	1	290419.272	4325.534	0.000
TOPRAK x OG	14872.035	4	3718.009	55.376	0.000
TOPRAK x DOZ	12046.904	3	4015.635	59.809	0.000
OG x DOZ	39916.906	8	4989.613	74.316	0.000
TOPRAK x OG x DOZ	12615.105	8	1576.888	23.486	0.000
TOPRAK x + P	10778.400	1	10778.400	160.535	0.000
OG x + P	18742.501	4	4685.625	69.788	0.000
TOPRAK x OG x + P	6375.783	4	1593.946	23.740	0.000
DOZ x + P	3062.561	3	1020.854	15.205	0.000
TOPRAK x DOZ x + P	2571.153	3	857.051	12.765	0.000
OG x DOZ x + P	8346.209	8	1043.276	15.539	0.000
TOPRAK x OG x DOZ x + P	9908.665	8	1238.583	18.448	0.000
Hata	4297.004	64	67.141		

* P < 0.05 ise istatistiki olarak önemli

+ P : organik madde ilavesinden 14 gün sonra 60 mg kg⁻¹ inorganik P ilavesi

OG: Organik gübre ilavesi

Çizelge 4. 11. Uygulama topraklarının CDB üzerine etkisinin ikili karşılaştırılması

(I) Toprak	(J) Toprak	Ortalama Fark (I-J)	Standart Sapma	Önem Derecesi*	95% Güven Sınırı	
					Alt	Üst
Kurtuluş(23.25)	Paşaköy(39.70)	-16.449	0.512	0.000	-17.472	-15.426
Paşaköy	Kurtuluş	16.449	0.512	0.000	15.426	17.472

* P değeri < 0.05 ise önemli, P < 0.01 ise çok önemli

Çizelge 4. 12. Organik gübrenin orijininin CDB ile ekstrakte edilebilen P fraksiyonu üzerine etkisinin Bonferroni testi ile ikili karşılaştırması

(I) GUB (P mg kg ⁻¹)	(J) GUB	Ortalama fark (I-J)	Standart Sapma	Önemlilik Derecesi*	95% Güven Sınırları	
					Alt	Üst
ÇG (44.26)	OK	25.246	0.782	0.000	22.972	27.521
	Prina	21.965	0.782	0.000	19.691	24.240
	EBT	5.674	0.782	0.000	3.399	7.948
	TED	15.320	0.782	0.000	13.045	17.594
OK (19.02)	ÇG	-25.246	0.782	0.000	-27.521	-22.972
	Prina	-3.281	0.836	0.002	-5.713	-0.849
	EBT	-19.573	0.836	0.000	-22.004	-17.141
	TED	-9.927	0.836	0.000	-12.358	-7.495
Prina (22.30)	ÇG	-21.965	0.782	0.000	-24.240	-19.691
	OK	3.281	0.836	0.002	0.849	5.713
	EBT	-16.292	0.836	0.000	-18.723	-13.860
	TED	-6.646	0.836	0.000	-9.077	-4.214
EBT (38.59)	ÇG	-5.674	0.782	0.000	-7.948	-3.399
	OK	19.573	0.836	0.000	17.141	22.004
	Prina	16.292	0.836	0.000	13.860	18.723
	TED	9.646	0.836	0.000	7.214	12.078
TED (28.94)	ÇG	-15.320	0.782	0.000	-17.594	-13.045
	OK	9.927	0.836	0.000	7.495	12.358
	Prina	6.646	0.836	0.000	4.214	9.077
	EBT	-9.646	0.836	0.000	-12.078	-7.214

* P değeri < 0.05 ise önemli, P < 0.01 ise çok önemli

Çizelge 4. 13. Organik gübrenin dozunun CDB ile ekstraksiyon fraksiyonu üzerine etkisinin Bonferroni testi ile ikili karşılaştırması

(I) Doz (P mg kg ⁻¹)	(J) DOZ	Ortalama farkı (I-J)	Standart sapma	Önemlilik derecesi*	95% Güven Sınırı	
					Alt	Üst
0.00 (24.50)	2.50	-4.263	1.122	0.002	-7.318	-1.209
	5.00	-5.074	1.122	0.000	-8.129	-2.019
	10.00	-12.966	1.122	0.000	-16.021	-9.911
2.50 (28.77)	0.00	4.263	1.122	0.002	1.209	7.318
	5.00	-.810	0.648	1.000	-2.574	0.953
	10.00	-8.703	0.648	0.000	-10.466	-6.939
5.00 (29.58)	0.00	5.074	1.122	0.000	2.019	8.129
	2.50	.810	0.648	1.000	-0.953	2.574
	10.00	-7.892	0.648	0.000	-9.656	-6.129
10.00 (37.47)	0.00	12.966	1.122	0.000	9.911	16.021
	2.50	8.703	0.648	0.000	6.939	10.466
	5.00	7.892	0.648	0.000	6.129	9.656

*P< 0.05 ise uygulamalar arasındaki fark önemli, P< 0,01 ise çok önemli

4.1.3.4 İnkübasyon Zamanının Etkisi

Kurtuluş toprak serisinde organik madde uygulamalarının zamana bağlı CDB-P içeriğine etkisi Çizelge 4. 14' de verilmiştir. Burada organik madde kullanımı inkübasyon süresince CDB-P seviyesini kontrol toprağına göre artırmıştır. Gübrelerin CDB-P fraksiyonu üzerine etkisinin toplam P içeriğine oranı Çizelge 4. 14' ten incelenirse ÇG (% 5.479) > Prina (% 3.104) > EBT (% 3.075) > TED (% 2.637) > OK (% 1.316) şeklinde sıralanmıştır. Her bir organik madde uygulaması için en uygun doz ÇG % 10 (% 7.062), OK % 10 (% 2.1), prina % 10 (% 5.325), EBT % 10 (% 3.787), TED % 10 (% 3.787) görülür.

Çizelge 4. 14. Kurtuluş serisinde organik atık ilavesinin CDB ile ekstrakte edilebilen fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P ye oranı (%)

Organik Gübre	Doz (%)	İnkübasyon Süresi (Gün)									Doz ort.	Gübre ort.
		1	7	15	21	30	45	60	110			
Kontrol	0	3.3	1.7	1.5	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	1.1	
ÇG	2.5	6.0	8.8	5.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	4.8	
	5.0	9.2	12.1	8.6	7.5	6.7	0.0	0.0	0.0	5.5		
	10.0	12.4	16.8	10.7	3.9	2.7	0.0	0.0	0.0	5.8		
		OK	2.5	1.8	1.6	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0		0.5
5.0	1.1	0.5	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4			
	10.0	3.8	2.9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8		
Prina	2.5	3.8	8.7	0.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	2.4	
	5.0	4.0	2.5	3.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3		
	10.0	4.0	2.5	5.0	5.8	0.6	9.1	5.6	0.0	4.1		
EBT	2.5	1.5	2.5	14.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.3	
	5.0	7.0	9.8	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1		
	10.0	3.5	14.6	0.0	0.3	1.9	0.0	0.0	0.0	2.5		
TED	2.5	1.3	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.9	
	5.0	2.3	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4		
	10.0	3.5	14.6	0.0	0.3	1.9	0.0	0.0	0.0	2.5		

Çizelge 4. 15. Kurtuluş serisine organik atık ve fosfor ilavesinin CDB ile ekstrakte edilebilen P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P ye oranı (%)

Organik Gübre	Doz (%)	İnkübasyon Süresi (Gün)									
		1	7	15	21	30	45	60	110	Doz ort.	Gübre ort.
Kontrol	0	3.3	1.7	15.7	15.3	14.1	14.4	9.0	7.2	10.1	10.1
ÇG	2.5	6.0	8.8	6.4	13.1	4.6	16.2	11.7	1.7	8.6	13.5
	5.0	9.2	12.1	29.4	23.4	6.6	24.6	15.1	10.9	16.4	
	10.0	12.4	16.8	7.5	33.0	6.7	32.7	9.8	5.8	15.6	
OK	2.5	1.8	1.6	8.1	11.9	11.0	15.5	26.8	1.3	9.7	6.3
	5.0	1.1	0.5	7.7	14.2	3.5	13.3	13.2	0.0	6.7	
	10.0	3.8	2.9	1.8	3.9	3.4	4.3	0.6	0.0	2.6	
Prina	2.5	3.8	8.7	8.7	7.8	0.6	31.5	8.9	0.0	8.8	5.5
	5.0	4.0	2.5	5.0	5.8	0.6	9.1	5.6	0.0	4.1	
	10.0	0.5	7.3	7.9	8.6	1.6	1.5	3.3	0.0	3.8	
EBT	2.5	1.5	2.5	7.1	7.2	10.5	23.6	20.7	2.4	9.4	10.3
	5.0	7.0	9.8	6.1	10.4	4.2	25.8	9.4	0.0	9.1	
	10.0	3.5	14.6	8.2	26.5	3.9	23.1	13.0	5.7	12.3	
TED	2.5	1.3	12.9	6.8	9.9	3.0	36.0	23.3	1.9	11.9	11.9
	5.0	2.3	9.0	6.4	13.7	3.0	36.0	19.2	1.1	11.3	
	10.0	11.7	14.7	4.6	15.4	3.2	34.8	12.7	3.1	12.5	

En iyi uygulama ise ÇG % 10' luk kullanımıdır (% 7.062). Uygulamaların kendi aralarında kıyaslamasına göre % 2.5 uygulamasında en yüksek P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilirken (% 3.237), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 0.787). % 5 uygulamasında en yüksek P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilirken (% 6.137), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 1.062). % 10 uygulamasında ise en yüksek P seviyesi yine ÇG uygulamasında elde edilirken (% 7.062), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 2.10). Kurtuluş serisinde organik madde uygulamasında en yüksek değer Çizelge değerlerinden görüldüğü gibi ÇG ile en düşük değerler OK uygulamalarında elde edilmiştir. OK uygulamasında değerler kontrol toprağının değerlerinin altına düşmektedir.

İnkübasyonun 30. gününden sonra fraksiyondaki P miktarı belirlenemeyecek derecede azalmıştır. Sadece prina % 10' luk uygulaması inkübasyon süresinin sonuna kadar bu fraksiyonda P' nin bulunması sağlamıştır. Genellikle artan dozlardaki uygulamalar bu fraksiyonda kalan P miktarını ve dozunu arttırmıştır.

Kurtuluş toprak serisinde organik madde uygulamasını takip eden 14. günde yapılan 60 mg kg⁻¹ P ilavesi CDB-P fraksiyonunu sadece organik madde uygulamasına göre önemli derecede arttırmıştır (Çizelge 4. 15). +P uygulamasında (50.79 ± 0.36 mg kg⁻¹) ve fosforsuz uygulamada ise (12.15 ± 0.36 mg kg⁻¹) ortalama elde edilmiştir. Çizelge 4. 14 ve 15 incelendiğinde P ilavesinin yapıldığı 14. günden sonra değerlerde artış gözlenmektedir. P uygulamasıyla ayrıca bu fraksiyonda inkübasyon sonuna kadar belirlenebilecek seviyede P kalmıştır. Organik madde uygulamalarının etkisi büyükten küçüğe doğru ÇG (% 13.483) > TED (% 12.391) > EBT (% 10.670) > OK (% 7.016) > Prina (% 6.283) şeklindedir. En yüksek değer ÇG % 10' luk uygulamasında (% 16,962) elde edilmiştir. Her bir organik madde uygulamasının aynı dozlarının kıyaslanmasında ÇG % 10 (% 16.112), OK % 2.5 (% 2.599), prina % 2.5 (% 9.062), EBT % 10 (% 12.85), TED % 10 (% 13.387) sonuçları çıkmıştır. % 2.5 uygulamasında en yüksek P seviyesi TED uygulamasında elde edilirken (%11.962), en düşük P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilmiştir (% 8.662). % 5 uygulamasında en yüksek P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilirken (% 15.67), en düşük P seviyesi Prina uygulamasında elde edilmiştir (% 4.70). % 10 uygulamasında ise en yüksek P seviyesi yine ÇG uygulamasında elde edilirken (% 16.112), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 3.837). Burada ÇG uygulaması % 2.5 uygulamasında kontrol toprağının seviyesinin de altına düşerken uygulanan doz artışına göre artan OK uygulamasında dozlar arttıkça kontrol toprağının altına düşen değerler elde edilmiştir.

Paşaköy toprak serisinde organik madde uygulamalarının zamana bağlı CDB-P içeriğine etkisi Çizelge 4. 16.' de verilmiştir. Organik madde uygulamalarından hemen sonra % 50' ye varan değerler elde edilirken prinanın % 10' luk uygulamasının dışındaki uygulamalarda 15 ve 21. günlerden sonra bu fraksiyon başka fraksiyonlara dönüşmüştür. Gübrelerin ortalamalarından sıralama Prina (% 9.841) > ÇG (% 9.658) > EBT (% 7.304) > TED (% 6.125) > OK (% 3.425) şeklinde oluşmuştur. Paşaköy serisinde organik madde uygulamalarında en iyi sonucu % 10' luk prina uygulaması vermiştir. Her bir organik atık en yüksek değeri veren uygulama ÇG % 10 (% 13.87),

OK % 2.5 (% 3.787), prina % 10 (% 21.25), EBT % 10 (% 9.587), TED % 10 (% 9.587) şeklindedir.

Çizelge 4. 16. Paşaköy serisine organik atık ilavesinin CDB ile ekstraksiyon fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P' ye oranı (%)

Organik Gübre	Doz (%)	İnkübasyon Süresi (Gün)									
		1	7	15	21	30	45	60	110	Doz ort.	Gübre ort.
Kontrol	0	14.0	19.6	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.287	4.287
ÇG	2.5	18.8	31.1	3.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	7.100	9.658
	5.0	31.8	28.0	1.4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	8.000	
	10.0	50.6	42.1	8.7	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	13.870	
OK	2.5	18.0	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.787	3.425
	5.0	14.4	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.162	
	10.0	11.9	13.7	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.325	
Prina	2.5	18.4	18.4	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.675	9.841
	5.0	14.2	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.600	
	10.0	14.2	14.6	22.4	35.9	16.6	36.2	25.4	4.7	21.250	
EBT	2.5	23.9	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.362	7.304
	5.0	18.3	29.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.962	
	10.0	37.1	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.587	
TED	2.5	19.9	24.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.562	6.125
	5.0	10.8	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.225	
	10.0	37.1	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.587	

Ayrıca buradaki en iyi uygulamanın Prinanın % 10' luk uygulaması olduğu hemen göze çarpmaktadır. Uygulamaların kendi aralarında kıyaslamasına göre % 2.5 uygulamasında en yüksek P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilirken (% 7.10), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 3.387). % 5 uygulamasında en yüksek P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilirken (% 8.00), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 3.162). % 10 uygulamasında ise en yüksek P seviyesi Prina uygulamasında elde edilirken (% 21.25), en düşük P seviyesi OK uygulamasında elde edilmiştir (% 3.325).

Çizelge 4. 17. Paşaköy serisine organik atık ve fosfor ilavesinin CDB ile ekstrakte edilebilir fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P ye oranı (%)

Organik Gübre	Doz (%)	İnkübasyon Süresi (Gün)									
		1	7	15	21	30	45	60	110	Doz ort.	Gübre ort.
Kontrol	0	14.0	19.6	5.2	26.4	14.5	31.7	29.5	2.4	17.912	17.912
ÇG	2.5	18.8	31.1	15.5	35.1	18.5	35.8	24.9	2.3	22.750	28.166
	5.0	31.8	28.0	10.8	30.3	20.5	35.4	28.9	20.3	25.750	
	10.0	50.6	42.1	16.1	34.2	27.4	51.1	41.3	25.2	36.000	
OK	2.5	18.0	12.3	16.9	31.6	11.5	22.8	3.9	0.8	14.725	16.670
	5.0	14.4	10.9	5.3	19.6	15.7	35.8	27.8	4.2	16.712	
	10.0	11.9	13.7	8.4	20.2	14.3	34.2	35.8	10.1	18.575	
Prina	2.5	18.4	18.4	5.3	27.4	13.3	30.4	35.0	1.8	18.750	20.116
	5.0	14.2	14.6	22.4	35.9	16.6	36.2	25.4	4.7	21.250	
	10.0	16.4	20.6	8.3	31.5	15.4	32.0	35.1	3.5	20.350	
EBT	2.5	23.9	27.0	22.2	36.6	17.3	36.6	27.4	12.4	25.425	24.829
	5.0	18.3	29.4	13.0	33.1	20.5	41.5	34.9	12.6	25.412	
	10.0	37.1	39.6	8.7	9.0	20.2	33.2	26.5	14.9	23.650	
TED	2.5	19.9	24.6	22.4	0.0	13.9	32.2	29.4	7.2	18.700	18.183
	5.0	10.8	15.0	7.4	6.7	19.9	38.5	35.4	10.4	18.012	
	10.0	19.3	31.3	1.0	0.0	20.9	33.7	30.4	6.1	17.837	

Paşaköy toprak serisinde organik madde uygulamalarıyla verilen $60 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$ 'nin inkübasyon süresince CDB-P kapsamına Çizelge 4. 17' de verilmiştir. P uygulamasını takip eden günlerde CDB-P seviyesinde sadece organik madde ilave edilen uygulamalara göre bir artış görülmektedir (Çizelge 4. 16 ve 17). Organik uygulamaların ortalamaları büyükten küçüğe doğru ÇG (% 28.166) > EBT (% 24.829) > prina (% 20.116) > TED (% 18.183) > OK (% 16.670) şeklinde sıralanmıştır. OK uygulamasının ortalaması kontrolden daha düşüktür. Her bir organik atık CDB-P' nin en yüksek olduğu uygulama dozu ÇG % 10 (% 36.00), OK % 10 (% 18.575), prina % 5 (% 21.25), EBT % 2.5 (% 25. 425), TED % 2.5 (% 18.70) şeklinde oluşmuştur. OK' nın

% 5 ve 2.5'lik uygulamaları kontrol toprağından daha düşük ortalama vermiştir. En yüksek CDB-P oranı ÇG % 10' luk dozunda (% 36.00) elde edilmiştir. Uygulamaların kendi aralarında kıyaslamasına göre % 2.5 uygulamasında en yüksek P seviyesi EBT uygulamasında elde edilirken (% 25.425), en düşük CDB-P oranı OK uygulamasında elde edilmiştir (% 14.725). % 5 uygulamasında en yüksek CDB-P oranı ÇG uygulamasında elde edilirken (% 25.750), en düşük değeri OK uygulamasında elde edilmiştir (% 16.712). % 10 uygulamasında ise en yüksek P seviyesi yine ÇG uygulamasında elde edilirken (% 36.00), en düşük P seviyesi TED uygulamasında elde edilmiştir (% 17.873).

Çizelge 4. 18. Örnekleme zamanının CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu (Küresellik varsayımına göre)

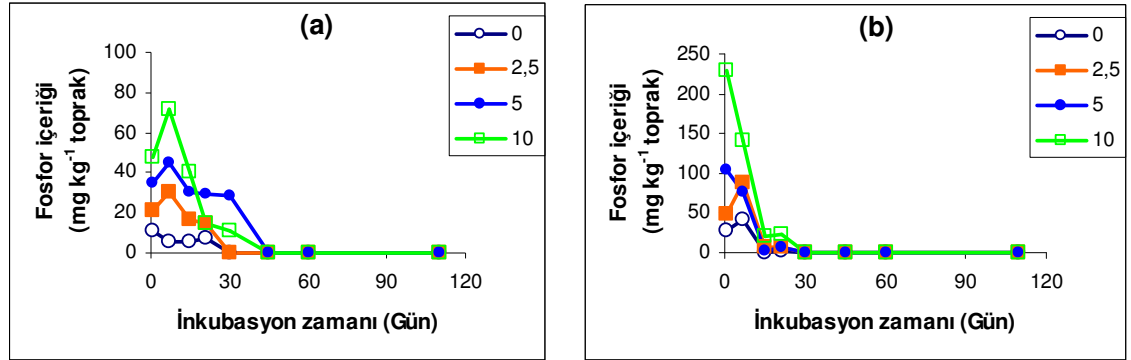
Varyans	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P*
PER	113718.602	7	16245.515	179.094	0.000
PER x TOPRAK	42244.745	7	6034.964	66.531	0.000
PER x OG	76582.026	28	2735.072	30.152	0.000
PER x DOZ	55844.100	21	2659.243	29.316	0.000
PER x + P	200216.967	7	28602.424	315.318	0.000
PER x TOPRAK x OG	53042.378	28	1894.371	20.884	0.000
PER x TOPRAK x DOZ	39399.448	21	1876.164	20.683	0.000
PER x OG x DOZ	41234.304	56	736.327	8.117	0.000
PER x TOPRAK x OG x DOZ	60078.083	56	1072.823	11.827	0.000
PER x TOPRAK x + P	8721.496	7	1245.928	13.735	0.000
PER x OG x + P	35047.328	28	1251.690	13.799	0.000
PER x TOPRAK x OG x + P	21908.472	28	782.445	8.626	0.000
PER x DOZ x + P	8504.338	21	404.968	4.464	0.000
PER x TOPRAK x DOZ x + P	31469.664	21	1498.555	16.520	0.000
PER x OG x DOZ x + P	19945.818	56	356.175	3.927	0.000
PER x TOPRAK x OG x DOZ x + P	30563.141	56	545.770	6.017	0.000
Hata (PER)	40637.926	448	90.710		

* P < 0.05 ise istatistiki olarak önemli

+ P : organik madde ilavesinden 14 gün sonra 60 mg kg⁻¹ inorganik P ilavesi

OG: Organik Gübre ilavesi

Küresellik varsayımına göre örnekleme zamanının CDB-P kapsamı üzerine etkisine ait varyans analizi Çizelge 4. 18’de verilmiştir. Zamana bağlı CDB-P içeriğindeki değişimin toprak, gübrenin cinsi, uygulama dozu +P uygulaması tarafından önemli derecede etkilenmiştir. Ayrıca bu faktörlerin zamanla ikili uçlu ve dörtlü interaksiyonlarının tamamı istatistiksel açıdan çok önemlidir.



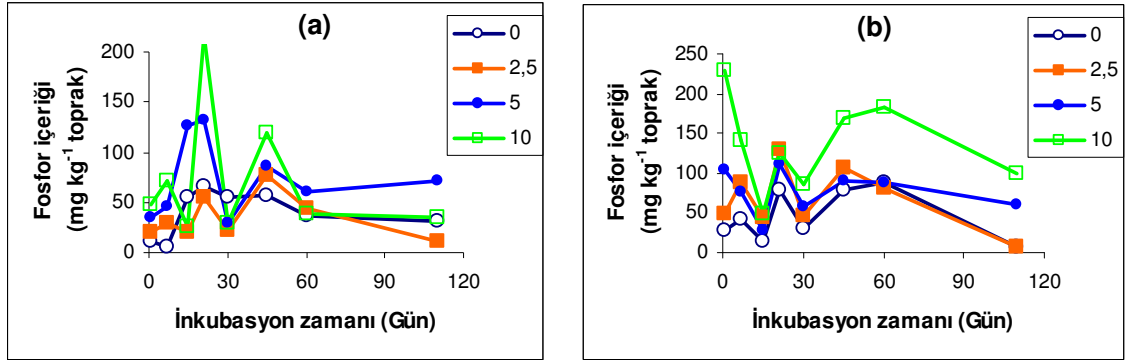
Şekil 4. 12. Çiftlik gübresi dozlarının CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

ÇG uygulamalarının toprakların içeriğine inkubasyon süresince olan etkisi Şekil 4. 12a,b’da verilmiştir. Organik madde uygulamasıyla birlikte CDB-P kapsamında önemli derecede bir artış görülmektedir. Başlangıçtaki inkubasyon süresi arttıkça azalmakta ve 45. günden sonra ölçülebilir seviyenin altına düşmektedir. Her iki toprakta da yüksek doz uygulamalarında bu fraksiyon en yüksek seviyeye çıkmış ve yüksek dozlarda belirlenebilir miktarlarda daha uzun süre kalmıştır.

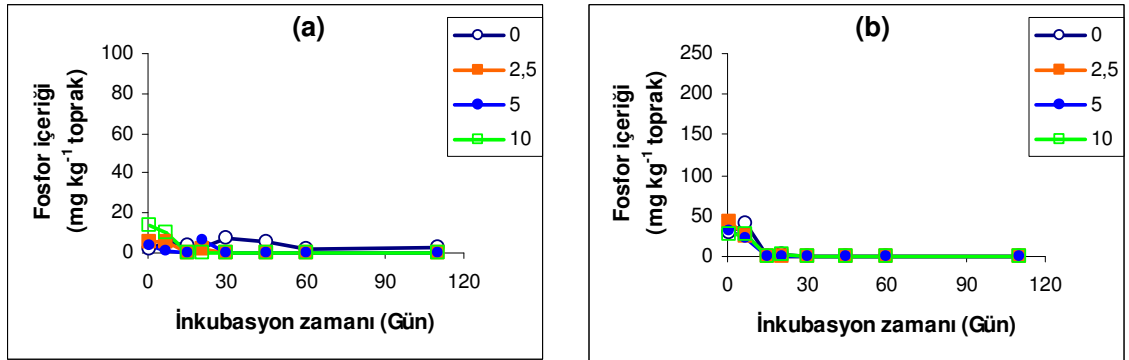
Fosfor uygulaması CDB-P’ nin inkubasyon süresince yüksek seviyelerde toprakta bulunmasına neden olmuştur (Şekil 4. 13a,b). Kurtuluş toprağında P uygulamasını takip eden 1 haftalık süre içerisinde CDB-P miktarı maksimuma ulaşmış sonra ise hızla CDB-P içeriğinde kontrol seviyesine doğru (hatta kontrolün de altında

değerler) düşmüştür. Paşaköy serisi toprağında da P uygulamasından sonra bir pik oluşmuş daha sonra ise CDB-P içeriği inkübasyon süresinin sonuna kadar yüksek seyretmektedir (Şekil 4. 13b).

+P ($12.155 \pm 0.36 \text{ mg kg}^{-1}$) ve -P ($50.793 \pm 0.36 \text{ mg kg}^{-1}$) uygulamaları arasındaki ikili karşılaştırmalarda P uygulamasının önemini toprakların CDB-P içeriğine etkisi açık bir şekilde ortaya koymuştur.



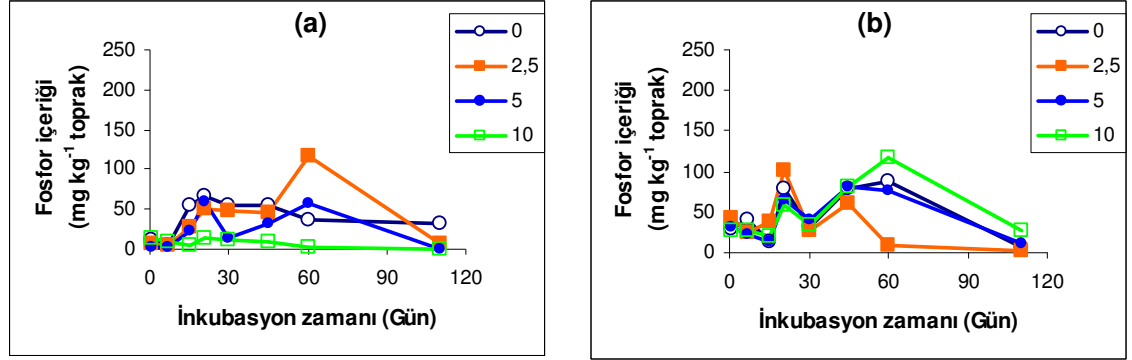
Şekil 4. 13. Çiftlik gübresi dozlarının ve P ilavesinin CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi



Şekil 4. 14. Kompostlaşmış odun kırıntısı dozlarının CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi

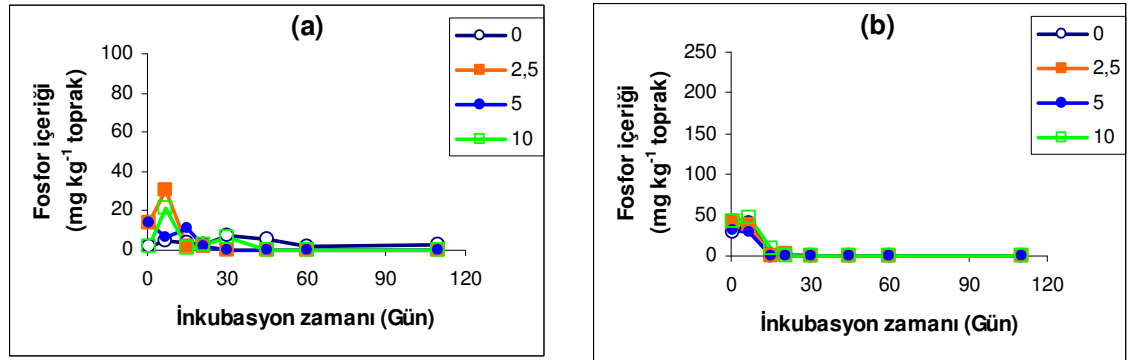
Şekil 4. 15a,b' de organik madde ile birlikte verilen 60 mg kg^{-1} P uygulamasının CDB-P kapsamına inkübasyon süresince etkisi görülmektedir. P uygulaması ile birlikte (14. gün) CDB-P içeriğinde ani bir artış meydana gelmiş (Şekil 4. 15a,b). Bu artış Kurtuluş serisi toprağında inkübasyon süresi sonuna kadar seviyesini korurken Paşaköy serisinde daha fazla dalgalanma

meydan gelmiştir. Paşaköy serisinde 30. günden sonra % 2.5' lik uygulama kontrol toprağından daha düşük değerler ölçülmüştür.

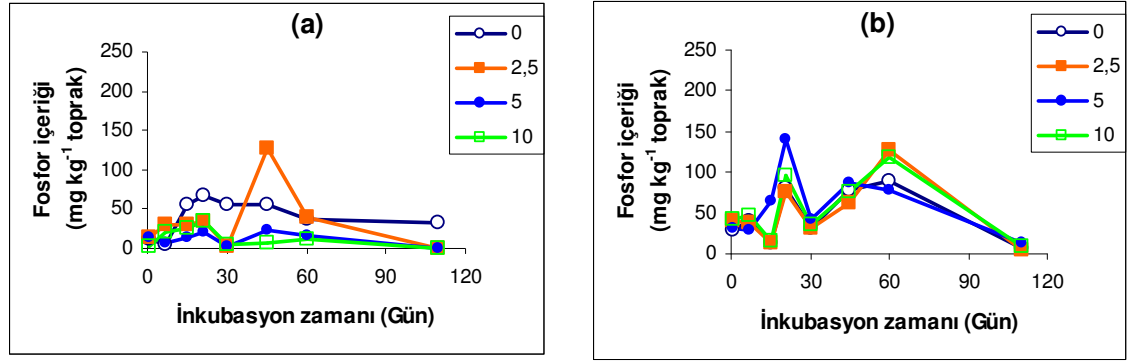


Şekil 4. 15. Kompostlaşmış odun kırıntısı dozlarının ve P ilavesinin CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi

Farklı dozlarda uygulanan prinanın Kurtuluş ve Paşaköy serisi toprakların inkübasyon süresince CDB-P içeriğine etkisi Şekil 4. 16a,b' de verilmiştir. Uygulamadan sonra bu fraksiyondaki P içeriği ilk 7 gün içerisinde en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Daha sonra bu hızla azalma eğilimi göstermiş ve 21. günden sonra en yüksek doz uygulaması hariç diğer uygulamalarda belirlenecek seviyenin altına düşmüştür.

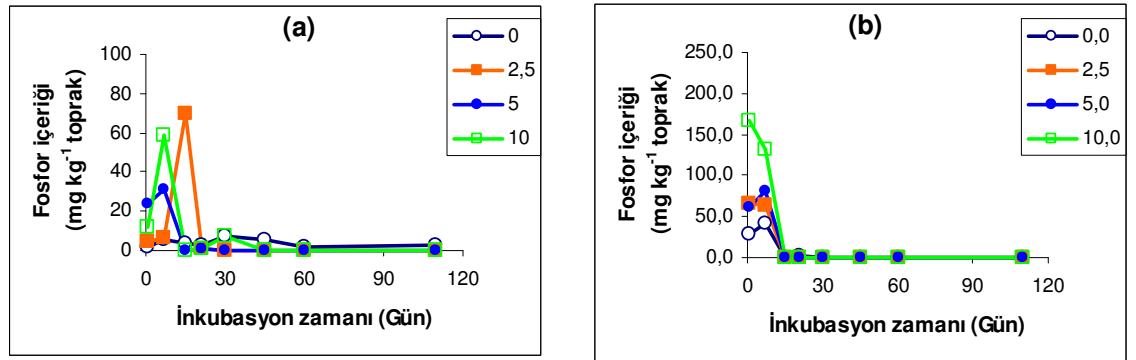


Şekil 4. 16. Prina dozlarının CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi



Şekil 4. 17. Prina dozlarının ve P ilavesinin CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi

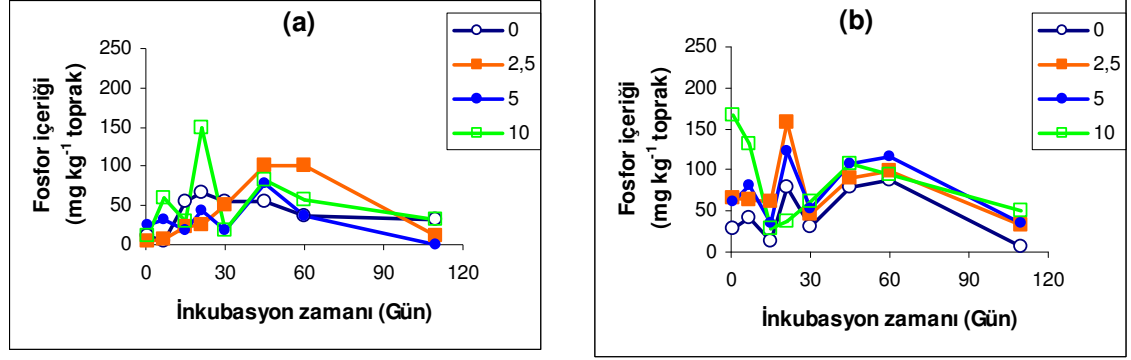
Prina ve 60 mg kg⁻¹ P uygulamasının toprakların CDB-P içeriğine etkisi Şekil 4. 17'de verilmiştir. Kurtuluş serisinde % 2.5' lik uygulamanın 45. gün hariç diğer uygulamalar kontrolden daha düşük miktarlarda CDB-P içermiştir (Şekil 4. 17a). Paşaköy toprağında uygulamalar arasındaki farklar oldukça düşüktür. Sadece % 5' lik uygulamanın 21. günü ve % 2.5 ve 10' luk uygulamaların 60. günü belirgin bir şekilde diğer uygulamalardan daha yüksek değerler vermiştir (Şekil 4. 17b).



Şekil 4. 18. EBT dozlarının CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

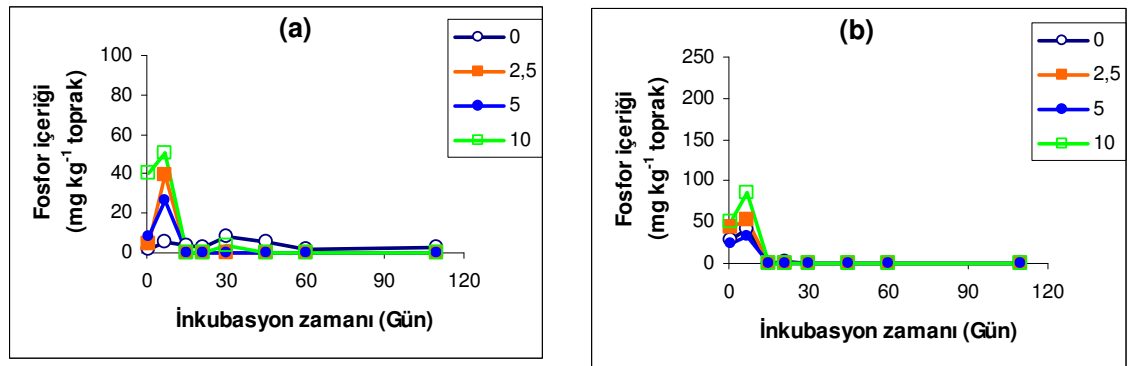
EBT'nin farklı dozlarının Kurtuluş ve Paşaköy topraklarının CDB-P fraksiyonuna etkisi Şekil 4. 18a,b' de görülmektedir. Kurtuluş toprağında maksimum değerleri 7. gün (% 5 ve 10) ve 15. günde (5 2.5) elde edilmiştir. Daha sonra bu

fraksiyon hızla azalarak kontrol seviyesine düşmüştür (Şekil 4. 18a). Paşaköy toprağında ise % 10' luk uygulamada 1. günde en yüksek içeriğe sahip iken diğer uygulamalar 7. günde maksimuma ulaşmıştır. 21. günden itibaren belirlenebilirlik sınırında veya bu sınırın altında değerler bulunmuştur.



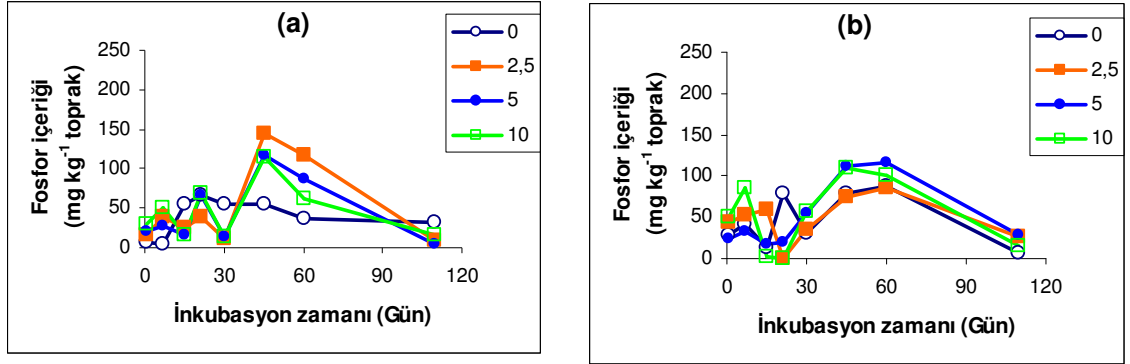
Şekil 4. 19. EBT dozlarının ve P ilavesinin CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi

EBT uygulamalarına 14. günde uygulanan mineral P (60 mg kg^{-1}) CDB-P kapsamını önemli derecede etkilemiştir. 21. günde yeniden bir pik oluşmuş (Şekil 4. 19) 1. aydan itibaren ise sadece EBT uygulamasına göre belirgin derecede yüksek CDB-P içeriği inkübasyon süresinin sonuna kadar devam etmiştir. Genellikle bu fraksiyon daha kaba tekstüre sahip Paşaköy serisinde daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 4. 20. TED dozlarının CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

TED'in farklı dozlarının toprakların CDB-P içeriği üzerine etkisi Şekil 4. 20a,b' de verilmiştir. Bu organik atığın genel etkisinin EBT uygulamalarına benzer olduğu görülmektedir. Bu organik atıkta da 15. günden sonra CDB-P ile ekstrakte edilebilen P fraksiyonu azalmış hemen hemen sıfıra düşmüştür.



Şekil 4. 21. TED dozlarının ve P ilavesinin CBD ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş ve b) Paşaköy serisi

TED ile birlikte uygulanan P uygulamayı takip eden 7. gün içerisinde CDB-P içeriğini az miktarda arttırmış daha sonra ise azaltmıştır. Hatta bu dönem kontrol topraklarında CDB-P kapsamının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fakat inkübasyonun ilerleyen aşamalarında TED ile birlikte yapılan P uygulaması CDB-P kapsamını arttırmıştır (Şekil 4. 21a,b)

4.1.4. 0.5 M HCl ile Ekstrakte Edilen Fosfora Etkisi

Farklı organik madde kaynakların ve dozlarının Ca-P (kalsiyum karbonatlar tarafından fiske edilen fosfor) yada 0.1 M HCl ile ekstrakte edilebilen fosfor kapsamına etkisine ait varyans analizi Çizelge 4. 19' da verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi toprakların Ca-P kapsamı organik maddenin kaynağı, dozu, toprak ve bu faktörlerin interaksiyonları tarafından istatistiki açıdan önemli derecede etkilenmiştir. İncelenen faktörlerden sadece +P ile Toprak x Doz x + P interaksiyonu önemli çıkmamıştır.

Çizelge 4. 19. Uygulamaların Ca-P içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu

Varyans	Kareler	Serbestlik	Kareler	F	P*
	Toplamı	Derecesi	Ortalaması		
TOPRAK	4964101.756	1	4964101.756	28667.690	0.000
OG	70036.902	4	17509.226	101.116	0.000
DOZ	34754.633	3	11584.878	66.903	0.000
+ P	551.815	1	551.815	3.187	0.079
TOPRAK x OG	10948.235	4	2737.059	15.807	0.000
TOPRAK x DOZ	10314.778	3	3438.259	19.856	0.000
OG x DOZ	36491.567	8	4561.446	26.342	0.000
TOPRAK x OG x DOZ	7959.546	8	994.943	5.746	0.000
TOPRAK x + P	11554.268	1	11554.268	66.726	0.000
OG x + P	4328.452	4	1082.113	6.249	0.000
TOPRAK x OG x + P	3736.569	4	934.142	5.395	0.001
DOZ x + P	5977.745	3	1992.582	11.507	0.000
TOPRAK x DOZ x + P	1195.433	3	398.478	2.301	0.086
OG x DOZ x + P	5925.079	8	740.635	4.277	0.000
TOPRAKxOG xDOZ x + P	8281.475	8	1035.184	5.978	0.000
Hata	11082.250	64	173.160		

* P < 0.05 ise istatistiki olarak önemli

+ P : organik madde ilavesinden 14 gün sonra 60 mg kg⁻¹ inorganik P ilavesi

OG: Organik Gübre ilavesi

4.1.4.1 Toprağın Etkisi

Ca-P fraksiyonuna toprakların etkisi diğer iki fraksiyona göre farklıdır. Önceki fraksiyonlarda Paşaköy serisinde yüksek değerler elde edilirken Ca-P fraksiyonunda Kurtuluş serisinde daha yüksek değerler elde edilmiştir. Ca-P kapsamı Kurtuluş serisinde ($348.52 \pm 0.58 \text{ mg kg}^{-1}$) iken bu değer Paşaköy toprak serisinden ($194.40 \pm 0.58 \text{ mg kg}^{-1}$) olarak bulunmuştur (Çizelge 4. 20). Böyle bir sonucun ortaya çıkmasında toprakların kireç içeriğinin ve değişebilir formda tuttuğu kalsiyum iyonlarının önemli bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4. 20. Uygulama Topraklarının Ca-P üzerine etkisinin İkili Karşılaştırılma Grafiği

(I) Toprak	(J) Toprak	Ortalama Standart Fark (I-J) Sapma	Önem Derecesi*	95% Güven Sınırı	
				Alt	Üst
Kurtuluş(348.52)	Paşaköy(194.40)	154.121	0.822	0.000	152.478 155.764
Paşaköy	Kurtuluş	-154.121	0.822	0.000	-155.764 -152.478

* P değeri < 0.05 ise önemli, P < 0.01 ise çok önemli

4.1.4.2 Gübrelerin Etkisi

Organik gübrelerin orijinlerinin de Ca-P tarafından fiske edilen fosfor üzerine önemli derecede etki ettiği Çizelge 4. 21 gübrelerin ikili karşılaştırmalarından görülmektedir. Etki sıralaması ise Çizelge den anlaşılacağı üzere büyükten küçüğe doğru EBT ($282.46 \pm 0.95 \text{ mg kg}^{-1}$) > ÇG ($274.98 \pm 0.82 \text{ mg kg}^{-1}$) > TED ($271.90 \pm 0.95 \text{ mg kg}^{-1}$) > OK ($266.96 \pm 0.95 \text{ mg kg}^{-1}$) > Prina ($259.80 \pm 0.95 \text{ mg kg}^{-1}$) şeklindedir. Organik maddelerin diğer fosfor fraksiyonlarına etkisinden daha farklı bir etki sıralaması oluşmuştur. Ca-P fraksiyonuna en yüksek etkiye EBT sahipken en az etki odun kırıntısına aittir.

Çizelge 4. 21. Organik gübrenin orijininin HCl ile ekstrakte edilebilen P fraksiyonu üzerine etkisinin Bonferroni testi ile ikili karşılaştırması

(I) GUB (P mg kg ⁻¹)	(J) GUB	Ortalama fark (I-J)	Standart Sapma	Önemlilik Derecesi*	95% Güven Sınırları	
					Alt	Üst
ÇG	OK	8.017	1.256	0.000	4.364	11.670
(274.98)	Prina	15.184	1.256	0.000	11.531	18.836
	EBT	-7.483	1.256	0.000	-11.136	-3.830
	TED	3.085	1.256	0.168	-0.568	6.737
OK	ÇG	-8.017	1.256	0.000	-11.670	-4.364
(266.96)	Prina	7.167	1.343	0.000	3.262	11.072
	EBT	-15.500	1.343	0.000	-19.405	-11.595
	TED	-4.932	1.343	0.005	-8.837	-1.027
Prina	ÇG	-15.184	1.256	0.000	-18.836	-11.531
(259.80)	OK	-7.167	1.343	0.000	-11.072	-3.262
	EBT	-22.667	1.343	0.000	-26.572	-18.762
	TED	-12.099	1.343	0.000	-16.004	-8.194
EBT	ÇG	7.483	1.256	0.000	3.830	11.136
(282.46)	OK	15.500	1.343	0.000	11.595	19.405
	Prina	22.667	1.343	0.000	18.762	26.572
	TED	10.568	1.343	0.000	6.663	14.473
TED	ÇG	-3.085	1.256	0.168	-6.737	0.568
(271.90)	OK	4.932	1.343	0.005	1.027	8.837
	Prina	12.099	1.343	0.000	8.194	16.004
	EBT	-10.568	1.343	0.000	-14.473	-6.663

* P değeri < 0.05 ise önemli, P < 0.01 ise çok önemli

4.1.4.3 Dozların Etkisi

Dozların Ca-P fraksiyonuna olan etkileri Bonferroni ikili karşılaştırmasıyla Çizelge 4. 22' de verilmiştir. Ca-P fraksiyonuna dozların etkileri büyükten küçüğe doğru % 10 ($274.97 \pm 0.74 \text{ mg kg}^{-1}$), % 2.5 ($273.46 \pm 0.74 \text{ mg kg}^{-1}$), % 5 ($268.88 \pm 0.74 \text{ mg kg}^{-1}$), % 0 ($256.77 \pm 1.65 \text{ mg kg}^{-1}$) şeklinde olmuştur. Dozlardan % 2.5 ile % 10 arasında önemli bir fark yoktur.

Çizelge 4. 22. Organik gübrenin dozunun HCl ile ekstrakte edilebilen P fraksiyonu üzerine etkisinin Bonferroni testi ile ikili karşılaştırması

(I) Doz (P mg kg ⁻¹)	(J) DOZ	Ortalama farkı (I-J)	Standart sapma	Önemlilik derecesi*	95% Güven Sınırı	
					Alt	Üst
0.00 (256.77)	2.50	-16.697	1.802	0.000	-21.603	-11.791
	5.00	-12.109	1.802	0.000	-17.015	-7.203
	10.00	-18.200	1.802	0.000	-23.106	-13.294
2.50 (273.46)	0.00	16.697	1.802	0.000	11.791	21.603
	5.00	4.587	1.040	0.000	1.755	7.420
	10.00	-1.503	1.040	0.920	-4.336	1.329
5.00 (268.88)	0.00	12.109	1.802	0.000	7.203	17.015
	2.50	-4.587	1.040	0.000	-7.420	-1.755
	10.00	-6.091	1.040	0.000	-8.923	-3.258
10.00 (274.97)	0.00	18.200	1.802	0.000	13.294	23.106
	2.50	1.503	1.040	0.920	-1.329	4.336
	5.00	6.091	1.040	0.000	3.258	8.923

* P değeri < 0.05 ise önemli, P < 0.01 ise çok önemli

4.1.4.4 İnkübasyon süresinin etkisi

Kurtuluş toprak serisinde organik madde uygulamalarının zamana bağlı ekstrakte edilebilir Ca-P oranına etkisi Çizelge 4. 23' te verilmiştir. Aşağıda inceleyeceğimiz inkübasyon sürelerindeki analiz sonuçları diğer fraksiyonlardan farklıdır. İnkübasyonun başlangıcından itibaren devamlı artan Ca-P içeriği inkübasyonun sonunda en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu süreç içinde diğer fraksiyonlarda azalma eğilimi belirlenmiştir. Bu genel eğilimler toprağa ilave olunan organik ve/veya inorganik P' nin diğer fraksiyonlar üzerinden son olarak Ca-P' yi oluşturduğunu göstermektedir. Organik maddeler ilk zamanda kontrol toprağına göre fosfor miktarını bu fraksiyonda daha az bulunmasına neden olurken zamanla fosfor bu fraksiyonda artmıştır. Farklı organik gübrelerin uygulamasına bağlı olarak, tüm inkübasyon süresinde elde edilen ortalamaların oransal dağılımı büyükten küçüğe doğru OK (% 97.645) > TED (% 95.583) > prina (% 95.525) > EBT (% 95.487) > ÇG (% 90.45) şeklinde belirlenmiştir.

Çizelge 4. 23. Kurtuluş serisine organik atık ilavesinin Ca-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P ye oranı

Organik Gübre	Doz (%)	İnkübasyon Süresi (Gün)									Gübre ort.
		1	7	15	21	30	45	60	110	Doz ort.	
Kontrol	0	96.1	96.7	97.4	97.2	97.9	98.1	99.3	99.3	97.750	97.750
ÇG	2.5	88.8	88.6	92.9	92.2	96.2	97.7	97.2	98.9	94.062	90.450
	5.0	80.9	80.3	84.1	85.1	86.6	94.0	88.7	98.1	87.225	
	10.0	85.0	79.8	86.8	90.8	90.9	95.5	93.7	98.0	90.062	
OK	2.5	96.3	97.4	98.6	98.6	98.2	98.4	94.3	99.5	97.662	97.645
	5.0	96.6	98.2	98.8	96.7	98.6	99.2	95.5	99.4	97.875	
	10.0	95.0	96.0	98.9	97.9	97.4	98.5	96.0	99.5	97.400	
Prina	2.5	93.3	88.4	99.4	97.7	98.4	98.4	98.6	99.3	96.687	95.525
	5.0	95.3	94.8	95.8	97.6	97.2	98.4	96.5	99.1	96.837	
	10.0	95.3	94.8	92.8	93.3	97.5	83.3	88.9	98.5	93.050	
EBT	2.5	96.9	95.8	84.2	97.4	97.9	98.8	99.3	99.3	96.200	95.487
	5.0	91.2	87.0	98.4	97.4	96.9	98.2	98.1	99.1	95.787	
	10.0	93.1	81.5	98.2	96.6	94.5	98.1	94.6	99.2	94.475	
TED	2.5	96.4	84.4	100.0	97.9	98.3	98.0	90.7	99.5	95.650	95.583
	5.0	94.6	90.0	100.0	97.4	97.6	98.0	95.9	99.5	96.625	
	10.0	93.1	81.5	98.2	96.6	94.5	98.1	94.6	99.2	94.475	

Uygulamalar kendi aralarında kıyaslandığında % 2.5 uygulamasında en yüksek P seviyesi OK uygulamasında elde edilirken (% 97.662), en düşük P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilmiştir (% 94.062). % 5 uygulamasında en yüksek P seviyesi OK organik madde uygulamasında elde edilirken (% 97.875), en düşük P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilmiştir (% 87.225). % 10 uygulamasında ise en yüksek P seviyesi yine OK uygulamasında elde edilirken (% 97.4), en düşük P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilmiştir (% 90.062). İnkübasyonun sonunda tüm değerler birbirlerine çok yakın değerlerdir. Uygulamaların tüm dozlarında en düşük Ca-P seviyesini ÇG vermiştir. OK farklı dozları birbirine ve kontrol toprağının ortalamasına yakın değerler vermiştir. Prinada % 2.5 ve 5 uygulamaları birbirine yakın değerler verirken doz % 10 uygulamasında Ca-P seviyesinde düşüş görülmüştür. EBT dozların yükselmesiyle ters orantılı olarak bu fraksiyonda düşüş olmuştur. TED'in %5' lik uygulamalarında Ca-P fraksiyonu en yüksek seviyeye ulaşmıştır.

Çizelge 4. 24. Kurtuluş serisine organik atık ve fosfor ilavesinin Ca-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P ye oranı (%)

Organik Gübre	Doz (%)	İnkübasyon Süresi (gün)									
		1	7	15	21	30	45	60	110	Doz ort.	Gübre ort.
Kontrol	0	96.1	96.7	82.0	81.8	83.8	85.0	90.5	92.3	88.525	88.525
ÇG	2.5	88.8	88.6	89.1	82.2	91.1	81.0	82.4	97.5	87.587	81.400
	5.0	80.9	80.3	63.4	71.3	87.3	67.6	73.2	88.2	76.525	
	10.0	85.0	79.8	85.1	61.2	86.2	64.5	86.5	92.4	80.087	
OK	2.5	96.3	97.4	89.3	85.6	86.8	80.1	70.1	98.0	87.950	91.329
	5.0	96.6	98.2	89.0	82.5	93.9	80.8	82.4	99.2	90.325	
	10.0	95.0	96.0	94.7	95.0	94.6	94.0	97.2	99.2	95.712	
Prina	2.5	93.3	88.4	87.7	88.9	97.3	64.1	89.0	98.7	88.425	91.516
	5.0	95.3	94.8	92.8	93.3	97.5	83.3	88.9	98.5	93.050	
	10.0	98.2	90.5	88.4	89.8	94.7	92.1	92.3	98.6	93.075	
EBT	2.5	96.9	95.8	88.4	91.5	86.5	69.9	75.5	96.6	87.637	86.329
	5.0	91.2	87.0	90.9	87.8	92.2	65.4	87.2	99.5	87.650	
	10.0	93.1	81.5	87.7	69.6	92.4	70.4	81.4	93.5	83.700	
TED	2.5	96.4	84.4	90.3	88.4	93.7	58.1	75.1	97.4	85.475	85.325
	5.0	94.6	90.0	90.3	84.2	93.9	56.6	77.6	98.4	85.700	
	10.0	85.9	82.1	92.0	81.8	94.4	61.1	85.1	96.0	84.800	

Kurtuluş toprak serisine organik madde uygulamasını takip eden 14. günde uygulanan 60 mg kg^{-1} P' nin Ca-P içeriğinin zamansal değişimi Çizelge 4. 24' de verilmiştir. +P uygulaması ($269.78 \pm 0.58 \text{ mg kg}^{-1}$) yapılan topraklarda, P uygulanmayan ($273.13 \pm 0.58 \text{ mg kg}^{-1}$) topraklara göre Ca-P fraksiyonunda düşüş görülmüştür. Bu düşüş ardından P miktarında yükselme olsa da topraklardaki fosfor içeriği uygulanmayan topraklardaki Ca-P miktarına ulaşamamıştır.

Çizelge 4. 25. Paşaköy serisine organik atık ilavesinin Ca-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P ye oranı (%)

Organik Gübre	Doz (%)	İnkübasyon Süresi (gün)									
		1	7	15	21	30	45	60	110	Doz ort.	Gübre ort.
Kontrol	0	83.1	76.3	95.3	93.4	93.2	96.4	96.2	99.0	91.612	91.612
ÇG	2.5	74.0	64.1	91.0	88.6	92.6	96.0	94.9	99.2	87.550	82.154
	5.0	61.5	65.0	90.1	83.7	86.6	87.3	85.1	98.0	82.162	
	10.0	40.0	50.8	83.7	75.7	82.6	90.7	92.2	98.3	76.750	
OK	2.5	78.8	83.3	96.2	92.3	92.6	97.4	92.8	99.2	91.575	92.025
	5.0	82.2	85.4	96.6	96.5	90.9	98.3	90.2	99.1	92.400	
	10.0	84.1	80.9	95.5	94.3	92.7	96.5	93.8	99.0	92.100	
Prina	2.5	77.2	77.1	93.5	91.0	92.1	97.4	92.4	99.1	89.975	84.529
	5.0	81.3	80.8	95.7	96.4	93.9	90.0	94.1	99.0	91.400	
	10.0	81.3	80.8	72.0	54.2	77.7	56.4	61.0	94.3	72.212	
EBT	2.5	71.5	66.7	97.2	95.5	93.9	95.2	90.1	99.2	88.662	86.512
	5.0	77.6	66.0	95.8	94.3	94.1	95.5	87.6	98.8	88.712	
	10.0	54.9	53.5	94.3	85.1	91.8	92.5	86.5	98.7	82.162	
TED	2.5	77.7	70.8	96.8	91.8	94.1	96.8	88.1	97.0	89.137	87.829
	5.0	86.4	81.6	96.7	92.3	95.0	94.6	91.6	99.3	92.187	
	10.0	54.9	53.5	94.3	85.1	91.8	92.5	86.5	98.7	82.162	

Organik madde uygulamalarında elde edilen ortalama değerler büyükten küçüğe prina (% 91.516) > OK (% 91.329) > EBT (% 86.329) > TED (% 85.325) > ÇG (% 81.4) şeklinde sıralanmıştır. Prina ve OK uygulamalarında Ca-P içeriği kontrol toprağından daha yüksektir. Uygulamalar kendi aralarında kıyaslandığında % 2.5 uygulamasında en yüksek P seviyesi prina uygulamasında elde edilirken (% 88.425), en düşük P seviyesi TED organik gübresi uygulamasında elde edilmiştir (% 85.475). % 5 uygulamasında en yüksek P seviyesi prina uygulamasında elde edilirken (% 93.05), en düşük P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilmiştir (% 76.525). % 10 uygulamasında ise en yüksek P seviyesi yine OK uygulamasında elde edilirken (% 95.712), en düşük P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilmiştir (% 80.087). Kurtuluş toprak serisinin +P parsellerinde Ca-P yüksek kalan uygulama % 10 OK, en düşük içerik % 5'lik ÇG uygulamasında elde edilmiştir.

Paşaköy toprak serisinde organik madde uygulamalarının zamana bağlı ekstrakte edilebilir Ca-P oranına etkisi Çizelge 4. 25' te verilmiştir. Paşaköy serisinde Ca-P' nin toplam ekstrakte edilebilir P' ye oranı daha düşüktür. Organik madde uygulamaları kontrol toprağına göre Ca-P fraksiyonunu azaltmıştır. Başlangıçtaki azaltıcı etki inkübasyonun ileryen sürelerinde yavaş yavaş ortadan kalkmıştır. Son zamanda ise değerler kontrol toprağına yakın olduğu belirlenmiştir. Bu davranışı göstermeyen organik maddeler OK dir. Bu organik maddenin ortalaması kontrol toprağından daha yüksektir.

Organik madde uygulamalarında elde edilen ortalama değerler büyükten küçüğe OK (% 92.025) > TED (% 87.829) > EBT (% 86.512) > prina (% 84.529) > ÇG (% 82.154) şeklinde sıralanmıştır. Uygulamalar kendi aralarında kıyaslandığında % 2.5 uygulamasında en yüksek P seviyesi OK uygulamasında elde edilirken (% 91.575), en düşük P seviyesi ÇG organik gübresi uygulamasında elde edilmiştir (% 87.55). % 5 uygulamasında en yüksek P seviyesi OK organik madde uygulamasında elde edilirken (% 92.40), en düşük P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilmiştir (% 82.162). % 10 uygulamasında ise en yüksek P seviyesi yine OK uygulamasında elde edilirken (% 92.10), en düşük P seviyesi prina uygulamasında elde edilmiştir (% 72.212). Paşaköy toprak serisinin P uygulanmayan parsellerinde Ca-P içeriğinin en yüksek olduğu uygulama OK % 5 iken en düşük olan ise prina % 10 dir

Paşaköy toprak serisine organik madde uygulamasını takip eden 14. günde uygulanan 60 mg kg^{-1} P' nin Ca-P içeriğinin zamansal değişimi Çizelge 4. 26' da verilmiştir. Fosfor ilavesi Paşaköy +P uygulamalı arasında Ca-P içeriğinde düşüşe sebep olmuştur. Burada 14. gün +P uygulamasından sonra ilk iki gün değerlerine nazaran yükselme görülmektedir. bu yükselmeden sonra 21. gün değerlerinde bir düşüş belirlenmiştir. İnkübasyonun ilerleyen safhalarında değerler yükselmiştir. Organik madde uygulamalarında elde edilen ortalama değerler büyükten küçüğe OK (%76.366) > TED (% 75.725) > prina (% 73.245) > EBT (% 68.795) > ÇG (% 63.904) şeklindedir.

Çizelge 4. 26. Paşaköy serisine organik atık ve fosfor ilavesinin Ca-P fraksiyonunun toplam ekstrakte edilen P ye oranı (%)

Organik Gübre	Doz (%)	İnkübasyon Süresi (gün)									Gübre ort.
		1	7	15	21	30	45	60	110	Doz ort.	
Kontrol	0	83.1	76.3	86.1	63.7	79.5	62.0	64.9	96.9	76.562	76.562
ÇG	2.5	74.0	64.1	77.1	55.3	72.6	57.8	60.9	96.7	69.812	63.904
	5.0	61.5	65.0	83.0	61.8	69.6	58.4	57.2	78.5	66.875	
	10.0	40.0	50.8	74.4	57.6	61.7	39.8	42.3	73.6	55.025	
OK	2.5	78.8	83.3	80.3	62.6	80.2	73.6	80.1	98.5	79.675	76.366
	5.0	82.2	85.4	86.2	61.0	75.2	57.2	57.6	95.2	75.000	
	10.0	84.1	80.9	86.1	67.1	75.3	60.1	52.8	89.0	74.425	
Prina	2.5	77.2	77.1	87.3	63.5	80.9	64.3	53.6	97.1	75.125	73.245
	5.0	81.3	80.8	72.0	54.2	77.7	56.4	61.0	94.3	72.212	
	10.0	78.1	74.6	85.6	60.6	77.1	59.6	48.2	95.4	72.400	
EBT	2.5	71.5	66.7	72.8	55.8	78.0	56.8	59.9	86.8	68.537	68.795
	5.0	77.6	66.0	80.2	60.3	74.5	54.1	49.9	86.3	68.612	
	10.0	54.9	53.5	86.4	82.0	70.8	60.7	61.8	83.8	69.237	
TED	2.5	77.7	70.8	72.6	92.6	78.7	60.0	60.4	92.2	75.625	75.725
	5.0	86.4	81.6	88.5	82.8	71.1	54.7	55.6	88.9	76.200	
	10.0	77.8	65.0	90.6	85.2	70.5	59.9	60.7	93.1	75.350	

Uygulamalar kendi aralarında kıyaslandığında % 2.5 uygulamasında en yüksek P seviyesi OK uygulamasında elde edilirken (% 79.675), en düşük P seviyesi EBT uygulamasında elde edilmiştir (% 68.537). % 5 uygulamasında en yüksek P seviyesi TED uygulamasında elde edilirken (% 76.20), en düşük P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilmiştir (% 66.875). % 10 uygulamasında ise en yüksek P seviyesi yine TED uygulamasında elde edilirken (% 75.35), en düşük P seviyesi ÇG uygulamasında elde edilmiştir (% 55.025). Paşaköy toprak serisinin +P parsellerinde Ca-P içeriği bakımından en yüksek değer OK % 2.5 uygulamasında en düşük değer ise % 10' luk ÇG uygulamasında elde edilmiştir.

Küresellik varsayımına göre örnekleme zamanının Ca-P üzerine etkisi Çizelge 4. 27' de verilmiştir. Zamana bağlı P içeriğindeki değişimin toprak, gübrenin cinsi, uygulama dozu +P uygulaması tarafından önemli derecede etkilenmiştir. Tüm faktörler Ca-P fraksiyonunu çok önemli derecede etkilemiştir. Ayrıca ikili, üçlü ve dördümlü interaksiyonların tamamında önemli çıkmıştır.

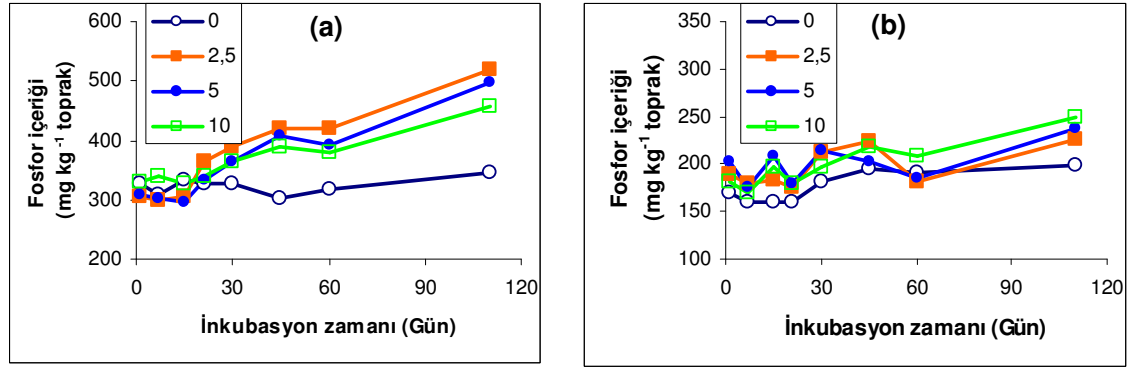
Çizelge 4. 27. Örnekleme zamanının Ca-P ile ekstrakte edilebilir P içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu (Küresellik varsayımına göre)

Varyans	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P*
PER	1197516.849	7	171073.836	493.380	0.000
PER x TOPRAK	305970.141	7	43710.020	126.061	0.000
PER x OG	34176.448	28	1220.587	3.520	0.000
PER x DOZ	69420.124	21	3305.720	9.534	0.000
PER x + P	210574.143	7	30082.020	86.757	0.000
PER x TOPRAK x OG	42022.581	28	1500.806	4.328	0.000
PER x TOPRAK x DOZ	44872.086	21	2136.766	6.162	0.000
PER x OG x DOZ	62460.583	56	1115.368	3.217	0.000
PER x TOPRAK x OG x DOZ	84371.538	56	1506.635	4.345	0.000
PER x TOPRAK x + P	55006.609	7	7858.087	22.663	0.000
PER x OG x + P	59770.598	28	2134.664	6.156	0.000
PER x TOPRAK x OG x + P	42053.148	28	1501.898	4.332	0.000
PER x DOZ x + P	25577.686	21	1217.985	3.513	0.000
PER x TOPRAK x DOZ x + P	20793.024	21	990.144	2.856	0.000
PER x OG x DOZ x + P	42179.271	56	753.201	2.172	0.000
PER x TOPRAK x OG x DOZ x + P	43124.808	56	770.086	2.221	0.000
Hata (PER)	155338.750	448	346.738		

* $P < 0.05$ ise istatistiki olarak önemli

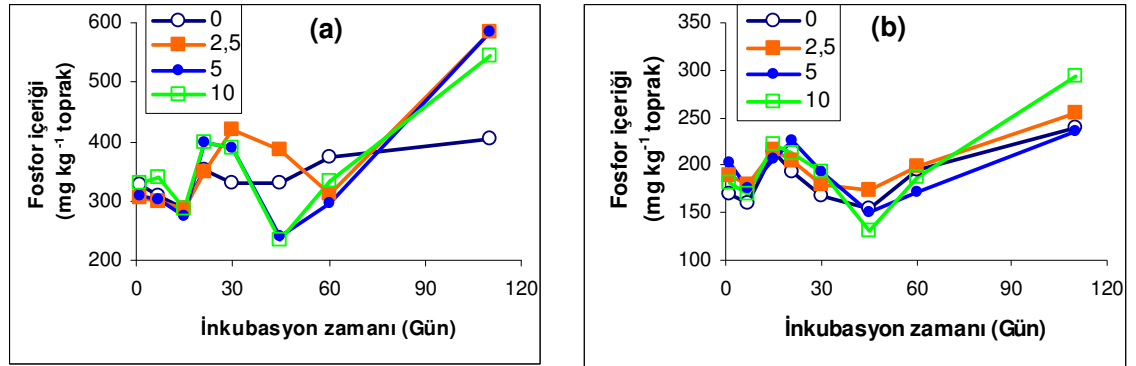
+ P : organik madde ilavesinden 14 gün sonra 60 mg kg^{-1} inorganik P ilavesi

OG: Organik Gübre ilavesi



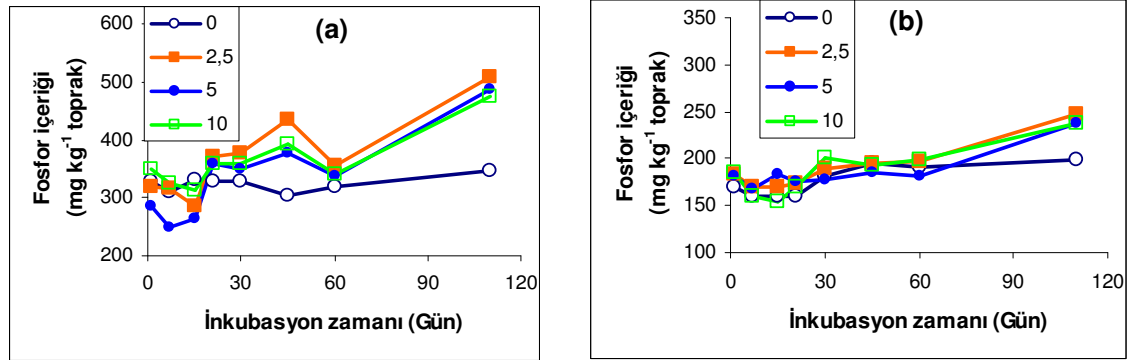
Şekil 4. 22. Çiftlik gübresi dozlarının Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

ÇG gübresinin farklı dozlarının Kurtuluş ve Paşaköy serisi topraklarında Ca-P fraksiyonunun zamansal değişimi Şekil 4. 22a,b'de verilmiştir. Kontrol dahil tüm uygulamalarda Ca-P fraksiyonunda zamanla bir artış meydana gelmiştir. Bu artış yüksek miktarlarda yapılan ÇG uygulamalarında daha fazla olmuştur. Kurtuluş serisinde ÇG uygulamaları ile kontrol arasındaki fark 21. günden itibaren daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Her iki toprakta inkübasyon başında Ca-P içeriğinde dalgalanmalar ortaya çıkmıştır.



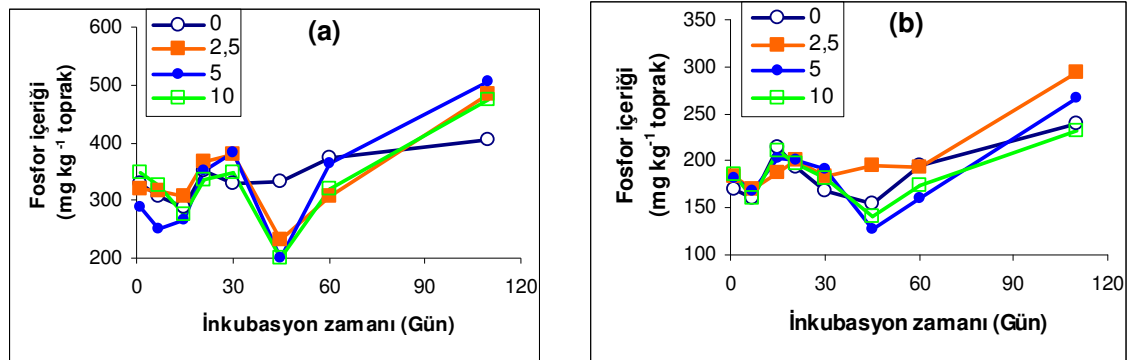
Şekil 4. 23. Çiftlik gübresi dozlarının ve P ilavesinin Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

Topraklara fosfor ilavesini takip eden Ca-P fraksiyonu azalırken ilerleyen inkübasyon süresinde 21. ve 30. günlerde artış meydana gelmiş ve uygulama dozuna bağlı olarak 45. ve 60. günlerde tekrar minimuma düşmüştür. Daha sonra inkübasyon süresinin sonuna kadar bu fraksiyon artmıştır (Şekil 4. 23a,b).



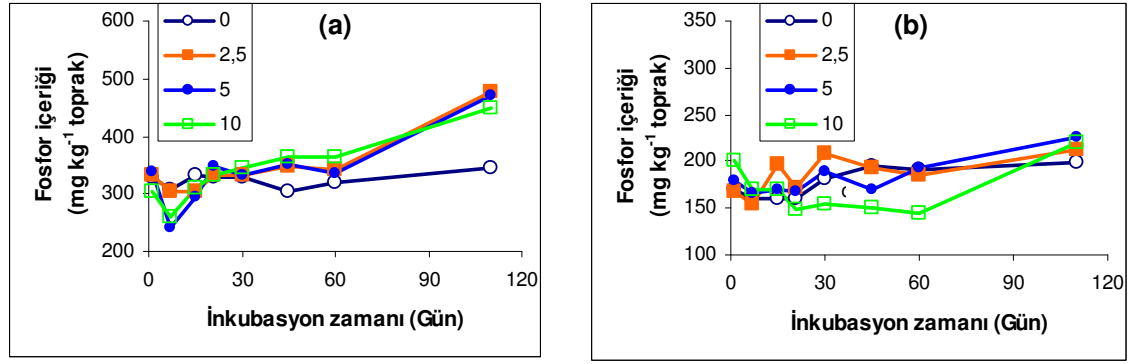
Şekil 4. 24. Kompostlaşmış odun kırıntısı dozlarının Ca-P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

OK uygulamaları Kurtuluş serisinde Ca-P içeriğini başlangıçta azaltırken 15. günden itibaren kademeli olarak artırmıştır (Şekil 4. 24a). Paşaköy serisinde ise 60. güne kadar kontrol dahil tüm uygulamalar birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Ancak inkübasyon süresinin sonunda OK uygulamaları kontrolden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



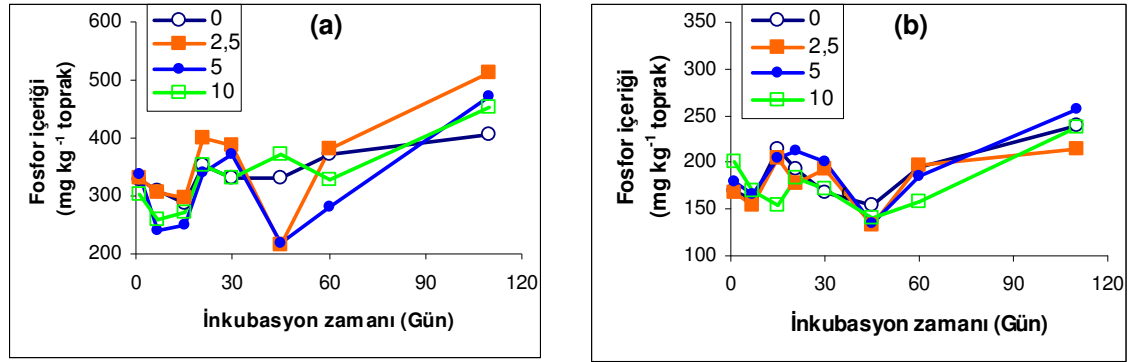
Şekil 4. 25. Kompostlaşmış odun kırıntısı dozlarının ve P ilavesinin Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

OK ile uygulanan P' li gübreleme (60 mg kg^{-1}) bu fraksiyonun içeriğini başlangıçta artırırken (15 ve 21. günler) 45. günde minimuma düşmesine neden olmuştur. 45. günden sonra ise bu fraksiyonun miktarı sürekli olarak artmıştır. 45.günde Ca-P seviyesinde tüm uygulamalarda önemli derecede bir azalma kaydedilirken sadece Paşaköy serisinin % 2.5' lik uygulamasında bu durum söz konusu değildir.



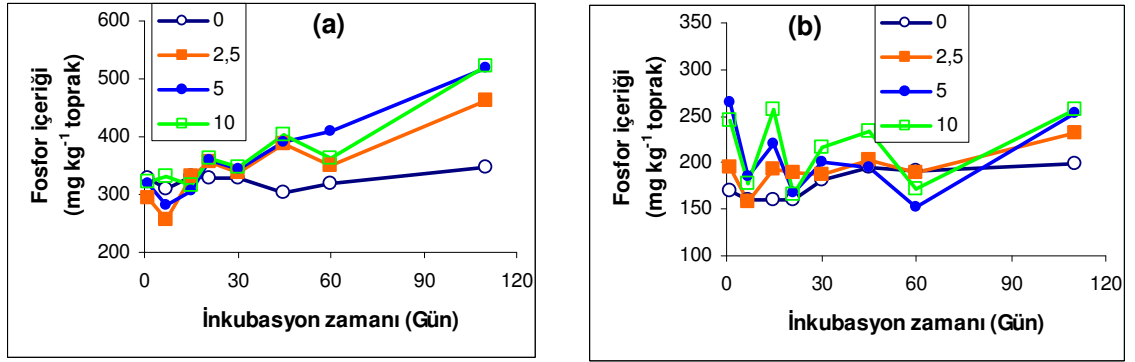
Şekil 4.26. Prina dozlarının Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

Prina uygulaması başlangıçta Kurtuluş serisinde kontrole göre ilk 21 günde azalmıştır (Şekil 4. 26a). Paşaköy serisinde ise 21. günden sonra özellikle % 10' luk uygulama dozu bu fraksiyonun kontrole göre önemli derecede daha düşük olmasını sağlamıştır (Şekil 4. 26b). Kurtuluş serisinde 30. günden sonra prina uygulaması Ca-P içeriğini arttırmıştır.



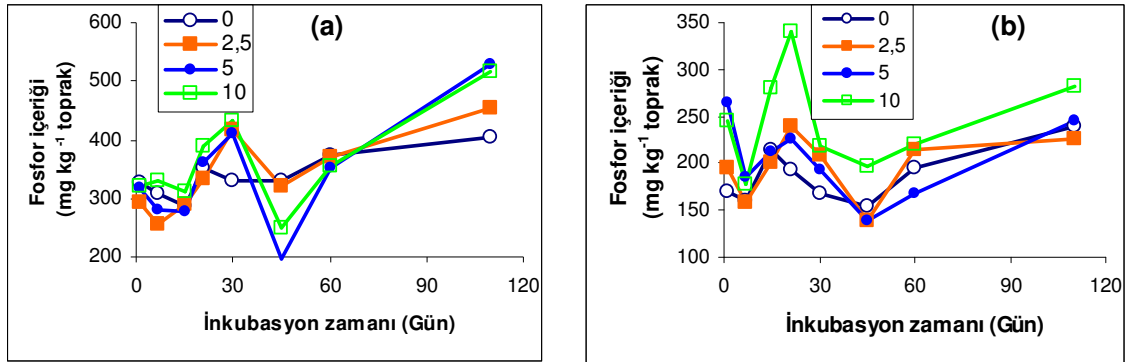
Şekil 4. 27. Prina dozlarının ve P ilavesinin Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

Prina ile birlikte uygulanan P başlangıçta bu fraksiyondaki P miktarını arttırmıştır (Şekil 4. 27a,b). 45 - 60. günler arasında bu fraksiyon her iki toprakta kontrole göre düşük bulunmuştur.



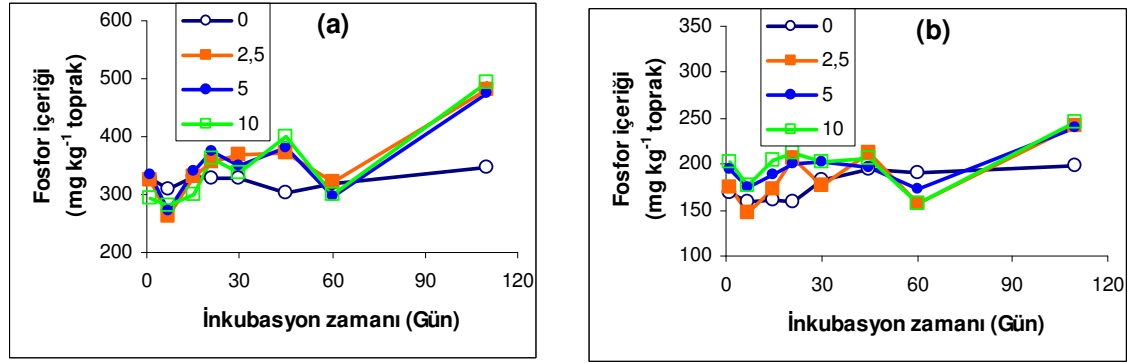
Şekil 4. 28. EBT dozlarının Ca-P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

EBT uygulamasının deneme topraklarının Ca-P içeriğine etkisi Şekil 4. 28' de verilmiştir. Kurtuluş serisinde başlangıçta dalgalanma meydana gelmiş 21. günden itibaren EBT uygulaması Ca-P içeriğini belirgin şekilde arttırmıştır. Paşaköy serisinde ise organik madde ilavesi Ca-P içeriğinde önemli değişimlere neden olmuştur.



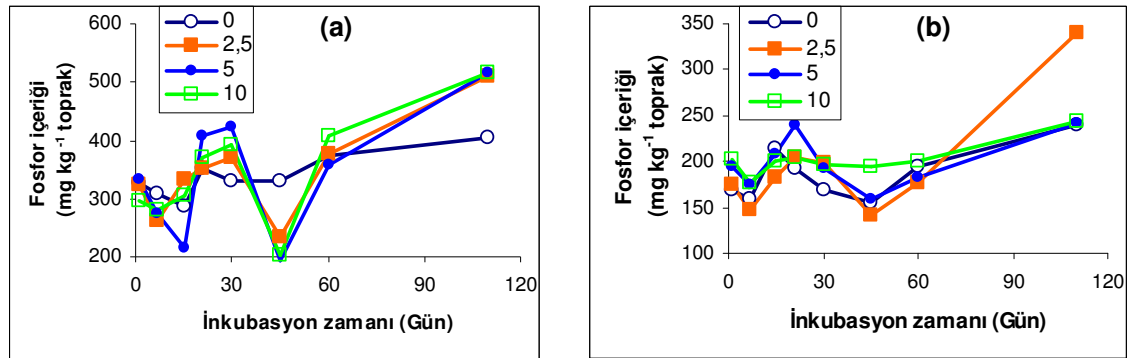
Şekil 4. 29. EBT dozlarının ve P ilavesinin Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

EBT ile birlikte yapılan P uygulaması önce Ca-P fraksiyonunu arttırırken (30. güne kadar) 45.günde en düşük seviyeye inmiştir. İnkübasyonun ilerleyen aşamalarında ise Ca-P içeriğinde kontrole göre artış meydana gelmiştir (Şekil 4. 29a). Paşaköy serisi toprağında ise P uygulamasından sonra Ca-P miktarı % 10' luk uygulamada 350 mg kg⁻¹' a kadar yükselirken diğer uygulamalar daha düşük seviyelerde kalmıştır. 45. günden sonra % 2.5 ve 5'lik uygulamalar kontrole yakın veya çok az altında ölçülmüştür. Değerler yükselerek inkübasyonun son gününe doğru artmıştır.



Şekil 4. 30. TED dozlarının Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

TED uygulamasını takip eden 7. günde Kurtuluş serisinde Ca-P içeriği kontrole göre azalma göstermiştir (4. 30a). Daha sonra 45. güne kadar bir artış devam etmiştir. 60. günde tekrar kontrol seviyesine düşen Ca-P içeriği inkübasyon sonunda en yüksek değerlere ulaşmıştır. Paşaköy serisinde ise TED uygulamalar 45. güne kadar kontrolden önemli derecede fazla iken 60. günde kontrolden daha düşük 110. günde ise tekrar kontrol toprağının üzerine çıkmıştır.



Şekil 4. 31. TED dozlarının ve P ilavesinin Ca- P içeriğine etkisi. (a) Kurtuluş b) Paşaköy serisi

TED ile birlikte uygulanan P fraksiyonunun geniş sınırlar arasında dalgalanmasına neden olmuştur. 30. güne kadar organik gübre ve P uygulaması Ca-P içeriğini arttırırken 45. günde tüm TED uygulamaları 200 mg kg^{-1} seviyesine kadar düşmüştür (Şekil 4. 31a). 60. günde bu değer ikiye katlanmış 110. günde ise en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Paşaköy serisinde de genel eğilim Kurtuluş serisine benzerdir.

Ancak % 2.5' luk uygulama inkübasyon süresinin sonunda en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Diğer uygulamalar kontrol dahil birbirine yakın sonuçlar vermiştir.

4.2. Tartışma

4.2.1. Adsorpsiyon İzotermi

Kullanılan başlangıç konsantrasyon sınırları içinde toprakların P adsorpsiyonunu Freundlich izotermi daha iyi tanımlamıştır. Ancak, maksimum adsorpsiyon ve bağlanma enerjisiyle ilgili katsayı tahmininin yapıldığı alt kısım dikkate alındığında Langmuir izotermi de yüksek regresyon katsayısı vermiştir ($R^2 = 0.972$ ve 0.995). Bunun nedeni Freundlich adsorpsiyon izotermi'nin ampirik sonuçlara dayalı olarak geliştirilmiş olmasıdır (SANYAL ve DATTA, 1991). Ayrıca toprakların homojen bir yapıda olmaması yani farklı P adsorpsiyon yüzeylerinin bulunması (örneğin: Fe oksitler, karbonat mineralleri, kil mineralleri, vb.) Langmuir izotermi'nin temel varsayımlarından olan homojen yüzey şartını topraklarda çoğu zaman sağlamamaktadır (SANYAL ve DATA, 1991). Hatta çoğu zaman aynı mineral üzerinde bağlanma enerjileri ve adsorpsiyon kapasiteleri farklı adsorpsiyon yüzeyleri de bulunmaktadır (SPOSITO, 1984). Diğer taraftan topraklarda özellikle yüksek konsantrasyonlarda çökelme reaksiyonlarının olması hem Freundlich hem de Langmuir adsorpsiyon izotermi'nin kullanımında önemli problemler oluşturmaktadır. VEITH ve SPOSITO (1977) Langmuir izotermi'nin çökelme reaksiyonlarını da tanımladığını belirtmekle beraber çökelmenin başında meydana gelen ilgili katı fazın çözünürlük çarpımına göre yüksek miktarda P' nin çözeltide bulunması yanında aşırı doymuşluk ve sonrasında linear Langmuir izotermi'ndeki C/x değerinde meydana gelen azalma nedeniyle Langmuir izoterminden sapmalara neden olmaktadır. (C/x) ile c' nin geniş konsantrasyon sınırlarında eğiminin sabit olmaması, bağlanma enerjisinin sabit olmayıp daha çok adsorpsiyonun bir fonksiyonu olduğunu ve tam olarak tanımlanmış bir maksimum adsorpsiyonun da olmadığını göstermektedir (HARTER, 1984). Bu sapmanın muhtemel nedenleri arasında yüzeyde adsorbe edilen P' nin, zamanla minerallerin iç kısımlara doğru girmesiyle ilgilidir. Bu açıdan karbonat mineralleri son derece aktif bir yüzeye sahiptir (STIPP ve HOCELLA, 1991). Tek tabakalı Langmuir adsorpsiyon modelinde yapılan varsayımlar, özellikle yüksek konsantrasyonlarda yüzeylerde meydana gelen

çökelme reaksiyonlarına bağlı olarak geçersiz olmaktadır (OLSEN ve KHASAWNEH, 1980). Langmuir izotermi iki ayrı kısma ayrılarak (adsorpsiyon ve çökelme reaksiyonlarının baskın olduğu kısımlar) çözümlendiği durumda, düşük konsantrasyonlardaki izoterm maksimum adsorpsiyonun ve bağlanma enerjisinin belirlenmesinde bir çok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (MATAR ve ark., 1992; SHUKLA ve MITTAL, 1977). Bu çalışmada da Langmuir izotermi iki ayrı kısımda çözümlenmiştir ve izotermin alt kısmı parametre hesaplamalarında kullanılmıştır.

4.2.2 Labil-P

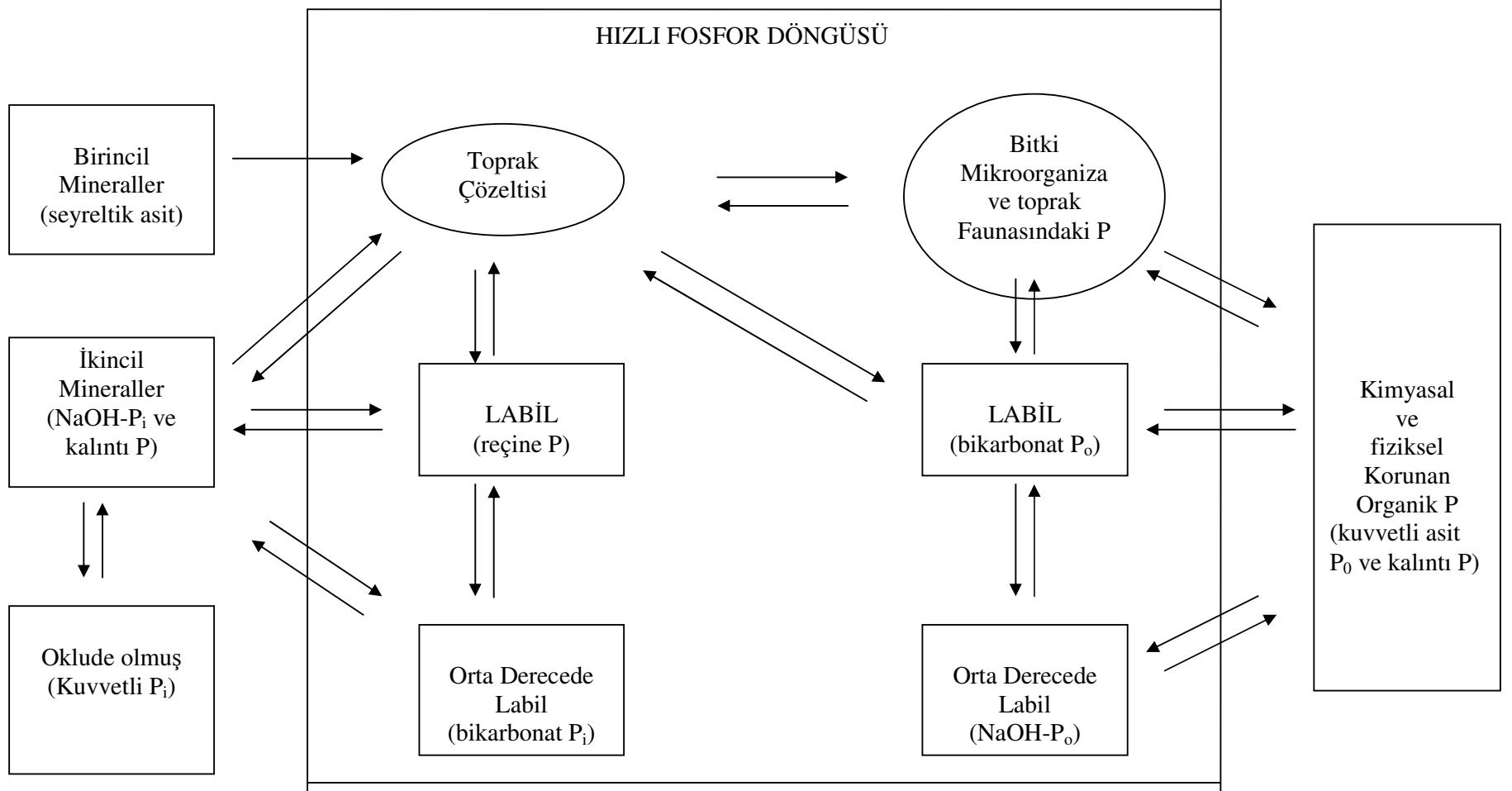
0.1 M NaOH ile topraklardan bir kısım organik fraksiyon ile toprak bileşenleri tarafından orta derecede labil olan fraksiyonlar ekstrakte edilmektedir (Şekil 4. 32) (TIESSSEN ve ark., 1984). Diğer taraftan herhangi bir ön ekstraksiyon işlemi yapılmadığı durumda suda çözünebilir formdaki, genellikle kireçli topraklarda çok düşük belirleme sınırına yakındır, ve düşük enerji ile adsorbe edilmiş P'nin de ekstraksiyonu NaOH ile sağlanmaktadır. Analiz sırasında ekstraksiyon çözeltisine asit ilave edilmesi alkalide çözünen organik yapıların ve dolayısıyla aynı fraksiyondaki P'nin çökmesine neden olduğundan geriye sadece mineral formlarda tutulan P kalmaktadır ve bu geri kalan fraksiyon çoğunlukla aktif yüzeylerde adsorbe edilen P olarak değerlendirilmektedir (RUIZ ve ark., 1997). Burada ekstrakte edilen fraksiyon aslında orta derecede labil olmasına rağmen kademeli ekstraksiyondaki en labil P fraksiyonu olduğundan labil P olarak kullanılmıştır.

Bonferroni testi ile gübrelerin ikili karşılaştırmaları (Çizelge 4.3) kullanılan organik materyaller ve kompostlar arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Özellikle inkübasyonun başlangıcında meydana gelen artış (37 ve 43 mg kg⁻¹, sırasıyla Kurtuluş ve Paşaköy serisi) gübrelerin içerdiği suda çözünebilir formda olan P'den; ilerleyen dönemlerde ise organik materyallerin mineralize olabilme kabiliyetleri, C:N

Şekil 4. 32 Posfor transformasyonlarında akış diyagramı. I immobilizasyon; M mineralizasyon; M1 sıcaklık ve nem faktörlerinin kombine etkisi; K1, K2, K3, K4 sabitler (Patron ve ark., 1988).

İNORGANİK

ORGANİK



Şekil 4. 33 Toprakta organik ve inorganik fosforun döngüsü ve kimyasal olarak ekstrakte edilebilen fraksiyonlar (Tiessen ve ark. 1984)

oranı, toplam P içeriği ve C:P oranı gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Toplam P içeriği en fazla olan çiftlik gübresi uygulamaları diğer organik gübrelerle karşılaştırıldığında bu fraksiyondaki P miktarını en fazla arttıran gübre olmuştur. Bu gübrenin aynı zamanda C:P ve C:N oranları da diğer gübrelerden daha düşüktür. Bu ise ilave edilen organik materyalin toprakta bulunan mikroorganizmalar tarafından herhangi bir şekilde P yada N stresine girme riskini azalmaktadır. Bu da organik materyalin mineralizasyon sürecini hızlandırmakta ve kısa sürede daha yüksek konsantrasyonlarda P' nin labil fraksiyonlara ilavesini olası kılmaktadır. OK ve prina gübrelerinde ise durum tamamen farklıdır. OK da en sınırlayıcı faktör materyalin P içeriği olurken prinada C:N oranı çok düşük olduğundan mineralizasyon hızı önemli ölçüde yavaşlamıştır. Buna bağlı olarak ta bu fraksiyonu en az etkileyen gübreler olarak belirlenmiştir.

Mineralize olan organik materyallerin etki mekanizmasıyla ilgili farklı yaklaşımlar bulunmaktadır (COLE ve ark., 1977). Bunlar: i) mineralizasyon sırasında açığa çıkan organik anyonların P ile topraktaki adsorpsiyon yüzeyleri için oluşturdukları rekabet (IYAMUREMYE ve DICK, 1996; SINGH ve JONES, 1976), ii) toprak mikroorganizmalarının aktivitelerindeki değişimlere bağlı olarak oluşan organik P nin döngü hızındaki değişimler (HARRISON, 1982). Enerji kaynağı ilavesi gibi biyolojik aktiviteyi uyaran tarımsal uygulamalar toprak çözeltisiyle adsorpsiyon yüzeyleri arasında yeni bir dengenin oluşmasına neden olur (NGULUU ve ark., 1996; REZENDE ve ark., 2004). Bu aşamada ilave edilen organik materyalin kimyasal özellikleri devreye girmektedir. Örneğin organik materyalin ve ayrışma ürünlerinin C:P oranı Şekil 4. 33' te verilen organik fosforun döngü hızını ve toprakların labil P içeriğini önemli derecede etkilemektedir (MCGILL ve COLE, 1981; SANFORD ve ark., 1989; KWABIAH ve ark., 2003). Çiftlik gübresi gibi düşük C:P oranına sahip organik gübrelerin mineralizasyonu toprakların labil P kapsamına önemli bir katkı sağlamaktadır. Buna karşılık yüksek C:P oranına sahip organik yapıların ayrışabilmesi için labil fraksiyonda bulunan fosforun bir kısmının mikroorganizmalar tarafından kullanılması gerekir ki organik yapılar mineralize edilebilsin. Bu faktörlerin sonucu olarak kompostlaşmış odun kırıntısı (C:P= 367) ve prina (C:P=1020) toprakların labil-P içeriğine en az katkı sağlamış yada bazı durumlarda azalmasına neden olmuştur. Ayrıca mikrobiyal ayrışma için uygun C:N oranına sahip organik materyallerin toprağa ilavesi

mikrobiyal faaliyet sırasında açığa çıkan CO₂, okzaloasetik asit, malik asit, suksinik asit gibi metabolizma ürünlerinin etkisiyle çözünmeyen P bileşenlerinin bir kısmı çözünebilmektedir (Şekil 4. 34) (SINGH and AMBERGER, 1998). Bitkilerin ve toprak mikroorganizmalarının topraktan kaldırdığı P veya toprak çözeltisindeki P nin yarıyışlılığı topraktaki C ve N döngüsüyle (SANYAL ve DATA, 1991) ve doğal veya organik madde ilave edilmiş topraklardaki diğer elementlerin döngüsüyle de yakından ilgilidir (STEVENSON, 1986, 1994). C:N oranı düşük organik materyaller toprakta kısa sürelerde mineralize olabildiğinden bazen P nin mikrobiyal immobilizasyonuna neden olabilmektedirler (COLE ve HEIL, 1981).

Gübrelerin artan dozlarda uygulanmaları yukarıda tartışılan kısıtlayıcı faktörlerin bir veya bir kaçının kullanılan organik materyallerin özelliklerine bağlı olarak daha kronik bir şekilde ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Örneğin OK düşük P içeriğinden dolayı artan dozlarda daha fazla biyolojik immobilizasyon meydana gelirken prinada yüksek C:N oranından kaynaklanan problemler bu gübrenin farklı etkinlik göstermesinde önemli derecede rol oynadığı düşünülmektedir.

Gübrelerin labil P üzerine etkileri Kurtuluş ve Paşaköy topraklarında farklı olmuştur (Çizelge 4.2). Kurtuluş toprağında labil P içeriği Paşaköy toprağından daha az bulunmuştur. Bunun en önemli nedeni toprakların karbonat minerali kapsamları, pH, tekstürü ve toprakların P adsorpsiyon kapasiteleridir. Deneme topraklarında pH değeri birbirine yakın olduğundan göz ardı edildiğinde kil içeriği, karbonat mineralleri kapsamı ve P adsorpsiyon karakterleri ön plana çıkmaktadır. HUFFMAN ve ark.(1996) tek başına toprak tekstürünün ilave edilen organik materyal ve besin elementinden daha önemli olduğunu göstermiştir. Aynı şekilde istatistiksel analizlerle toprağın labil P ve orta derecede labil P kapsamları ile kil içerikleri arasında kuvvetli ilişkilerin bulunduğu gösterilmiştir (ZHENG ve MACLEOD, 2005).

Toprakların uygulamalara farklı tepkimeler vermesinin nedeni kireç içeriklerinin, tekstürünün ve değişebilir Ca içeriklerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira yarıyışlı fraksiyon olarak adlandırdığımız bu fraksiyonun miktarı topraktaki adsorpsiyon ve çökelme olaylarıyla çok yakından ilgilidir (MATAR ve ark., 1992). Değişebilir Ca ve karbonat minerallerinin yüzeyleri kaynağı ne olursa olsun ilave olunan düşük miktarlardaki inorganik fosforun adsorpsiyonla yüksek miktarlardaki fosforun ise çökelme reaksiyonlarıyla yarıyışlılığını

kaybetmesine neden olmaktadır (AKINREMI ve CHO, 1991a,b; TUNESSI ve ark., 1999). Genellikle yüksek miktarlarda P ilavesi yapıldığında, bu çalışmada yüksek dozlarda organik gübre ilavesinde olduğu gibi, değişebilir formda bulunan Ca fosforun konsantrasyonunun hızla azalmasına neden olmaktadır. Ancak inorganik fosforun yanında toprağa önemli miktarlarda organik madde ilavesi yapıldığı durumlarda yukarıda sözü edilen çökelme reaksiyonlarının doğasında önemli ölçüde değişimler meydana geldiği belirtilmektedir (BRASCHI ve ark., 2003; KWABIAH ve ark., 2003; DELGADO ve ark., 2002). AFFIF ve ark. (1995) uzun süreli yapmış oldukları bir çalışmada organik maddesi yüksek olan asit karakterli topraklarda fosforun adsorpsiyon kinetiğinin farklılaştığı ve yarıyıllı formda P nin toprak çözeltisinde daha uzun süreler kalabildiğini göstermiştir. FIGLIOLIA ve ark. (1996) farklı pH' ya sahip topraklara yapılan peat orijinli gübrelemenin fosforun fiksasyonunu engellediğini buna karşılık yıkanma ile meydana gelen P kayıplarını önemli ölçüde arttırdığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde inorganik fosforla birlikte verilen tavuk gübresinin ekstrakte edilebilen P miktarında sürekli artışa neden olduğu ve ilave edilen fosforun daha uzun süre bitkiye yarıyıllı formlarda bulunduğu rapor edilmiştir. Yukarıda verilen çalışmaların tamamı araştırma bulgularımızla uyum içerisindedir.

4.2.3. CBD-P

CBD ile ekstrakte edilebilen P Fe oksitlerle oklude olmuş P dir (Şekil 4.33) (RUIZ ve ark., 1997; DELGADO ve ark., 2000; DELGADO ve TORRENT, 2000). Organik gübre uygulamasından sonra karbonat içeriği yüksek ağır tekstürlü Kurtuluş toprağında CBD-P miktarı Paşaköy serisine göre daha düşüktür. Organik materyallerin uygulanmasını takip eden kısa süre içerisinde bu fraksiyon artış göstermiş daha sonra organik maddenin özelliklerine bağlı olarak zamanla tamamen kaybolmuş veya diğer fraksiyonlara büyük bir olasılıkla da Ca-P fraksiyonuna dönüşmüştür. Organik asitlerin ve şelatlayıcı organik yapıların çözdüğü Fe oksitler, kireçli ortamda asit baz reaksiyonlarının da etkisiyle daha sonra stabilitelerini kaybedip (LINDSAY, 1979) oksitler şeklinde P ile birlikte oklude olmasıdır (STEVENSON, 1994). Diğer taraftan organik kompostlaşmış materyallerin yapısında bulunan Fe bağlı P de (He ve ark., 2006) bu fraksiyonun başlangıçta yüksek miktarlarda bulunmasının bir nedeni olabilir.

HE ve ark. (2006) tavuk gübresi ve sığır gübresinin içeriğinde sırasıyla % 16.2 ve % 20.4 oranında Fe bağlı fosfor bulunduğunu bu miktarın ise kimyasal ve biyolojik ortamlarda meydana gelen değişimlere bağlı olarak değişim gösterebileceğini bildirmiştir. Bunun yanında çiftlik gübresinin depolanma koşulları ve içerisine ilave edilen karışımların (toprak, altlık materyali v.b) kimyasal özelliklerinin de bu fraksiyondaki P miktarını önemli derecede değiştireceği unutulmamalıdır. Artan miktarlarda uygulanan mineral fosforlu gübrelerin Fe oksitlerce tutulan P miktarını Humaqueptlerde önemli derecede arttırmıştır (ZHENG ve MACLEOD, 2005). Zayıf kristallenmiş pedogenik oksitler ve organik maddenin pit orijinli organik topraklardan ekstrakte edilebilen ve edilemeyen P' yi bağlayıcı etkisi regresyon analizi ile belirlenmiştir (SCHILICHTING ve ark, 2002). Organik atıkların kompostlaşma olayları esnasında oluşan asidik koşullar ve organik kompleksler nedeniyle aldıkları yüksek miktarlarda Fe-P fraksiyonu verebilmektedir. Kompostlaşma sürelerinde ve mineral P ilavesiyle başlangıçta oluşan bu fraksiyon zamanla kireçli topraklardan termodinamik olarak daha stabil olan Ca- fosfatlara dönüştüğü düşünülmektedir. Topraklarda sitrat ile ekstrakte edilebilen P' nin asitte çözünen Ca- fosfatlarla ilişki olduğu (DELGADO ve TORRENT, 2000) aynı zamanda sitrat-bikarbonat ile ekstrakte edilebilen P' ninde özellikle kireç içeriği yüksek topraklarda Ca-P ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (DELGADO ve ark., 2002). Kimyasal yada fiziksel olarak korunmuş olan organik fosfatlar öncelikli toprak çözeltisini birinci derecede destekleyen labil ve orta derecede labil fosfatları oluşturur (Şekil 4. 33) daha sonra topraktaki çözünürlüğü düşük fraksiyonları oluşturmaktadır (TIESSEN ve ark., 1984; JOHNSON ve ark. 2003). Dolayısıyla organik madde ilavesinden sona topraklarda CDB-P fraksiyonunda bir artış beklenebilir. Çünkü organik asitler ve humik maddeler topraktaki Fe oksitleri aşağıda belirtilen mekanizasyona göre çözerler (STEVENSON, 1994).



Genellikle demir şelatları pH 7' nin altında stabil iken üstünde stabilitesini kaybeder ve kalsiyum ile yerdeğiştirme eğilimi gösterir. Bu şekilde açığa çıkan Fe^{2+} veya Fe^{+3} asit baz reaksiyonları çerçevesinde kireçli ortamda tekrardan demir oksitler şeklinde çökeltme eğilimi gösterir (LOEPPERT ve HOSSER, 1984). Bu çökeltme esnasında ortamda var olan yarayışlı durumdaki fosfatlar demirle birlikte oklude olabilir. Buda Fe-P fraksiyonunun miktarını başlangıçta artırır. Şekil 35'de de görüldüğü

gibi kireçli topraklarda Fe-fosfatların stabilitesi düşük olduğundan (LINDSAY, 1979) zaman içerisinde Ca-fosfatlara dönüşür.

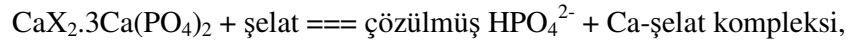
Daha sonra kireçli ortamda oluşan asit-baz reaksiyonları çerçevesinde (LEOPPERT ve ark., 1984) P ile birlikte oklude olabilirler. Kompostlaşmış odun kırıntısı Paşaköy serisinde CDB-P fraksiyonunu kontrole göre negatif olarak etkilemiştir (toplam ekstrakte edilen P' nin % 4.1 ve 3.7' si). Bu davranışın nedeni odun kırıntısının C, N, P ve ayrışmaya dirençli organik bileşen içeriği gibi ayrışmayı etkileyen kimyasal özellikleriyle ilgili olduğu sanılmaktadır. Prinanın % 10' luk uygulaması ise CDB-P' nin kontrole göre daha uzun süre yüksek seyretmesine neden olmuştur. Bu organik materyal daha yüksek C:N oranına sahip olduğundan mikrobiyal ayrışma yavaş ve daha uzun sürede gerçekleşmektedir. Bu durumda organik asitlerin kademeli olarak salgılanması sonucu Fe oksitlerin daha uzun süre çözünmesini sağladığından bu fraksiyonun inkübasyon süresinin sonuna kadar yüksek kalmasına neden olmuştur.

4.2.4 Ca-P

Asitte çözünebilen Ca-P fraksiyonu her iki toprakta da ekstrakte edilen fraksiyonların en yükseğidir. Kireç ve kil içeriği yüksek olan Kurtuluş serisinde bu fraksiyonun daha yüksek olduğu bulunmuştur. Zira nötr ve alkali topraklarda Ca-P termodinamik olarak daha stabildir (şekil 4.35). HALFORD VE MATTINGLY, (1975)'nin söylediğinin aksine Fe-fosfatlar kireçli topraklarda baskın olarak oluşmayabilir. Çünkü pH' sı 7 olan bir toprakta Fe-fosfatın oluşabilmesi için $p_e + pH < 3$ değerinin olması gerekmektedir (LINDSAY, 1979). Normal topraklarda $p_e + pH$ değeri çoğunlukla 5 -15 arasında değişim göstermektedir ve genellikle bu değer 10' un üzerindedir. Toprak oluşum süreci içerisinde kalsifikasyon olayının başat olduğu ve bu toprakların oluştuğu yerlerde iklimin kurak ve yarı kurak olmasına bağlı olarak suyla doymun şartların sağlanmaması düşünüldüğünde zaman süreci içerisinde de Fe-fosfatların aksine Ca- fosfatların oluşması beklenilmelidir. Dolayısıyla kireçli topraklarda farklı kaynaklardan gelen (organik veya inorganik) fosforun en son depolanma fraksiyonu Ca-P ile kalıntı fraksiyonlarıdır. Bu çalışmada kalıntı fraksiyonlar incelenmediği için Ca-fosfat fraksiyonundaki artış bu görüşü desteklemiştir (SHEN ve ark., 2004; SAMPLE ve ark., 1980; LINDSAY, 1979). Hatta asit topraklarda bile (pH 5.2-6.2) gübrelerle ilave edilen fosforun % 7-29'u asitte çözünebilir fosfor

fraksiyonlarında tutulmuştur (ZHENG ve MACLEOD, 2005). Asit topraklarda bile bu fraksiyonun yüksek olması, değişebilir Ca iyonunun fosforun Ca-P formunda çökmesinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (AKINREMI ve CHO, 1991a,b; TUNESI ve ark., 1999). Benzer şekilde pit anamateryali üzerinde oluşmuş kireçli topraklarda asitte çözülebilir fosfor fraksiyonu % 36 ile 63 arasında kalıntı fraksiyon ise % 13 ile 90 arasında bir değişim göstermiştir (SCHLICHTING ve ark., 2002). Bu bulguda gösteriyor ki gerek organik gerekse inorganik kökenli fosfor ilavesi karbonat fraksiyonunda birikme eğilimindedir.

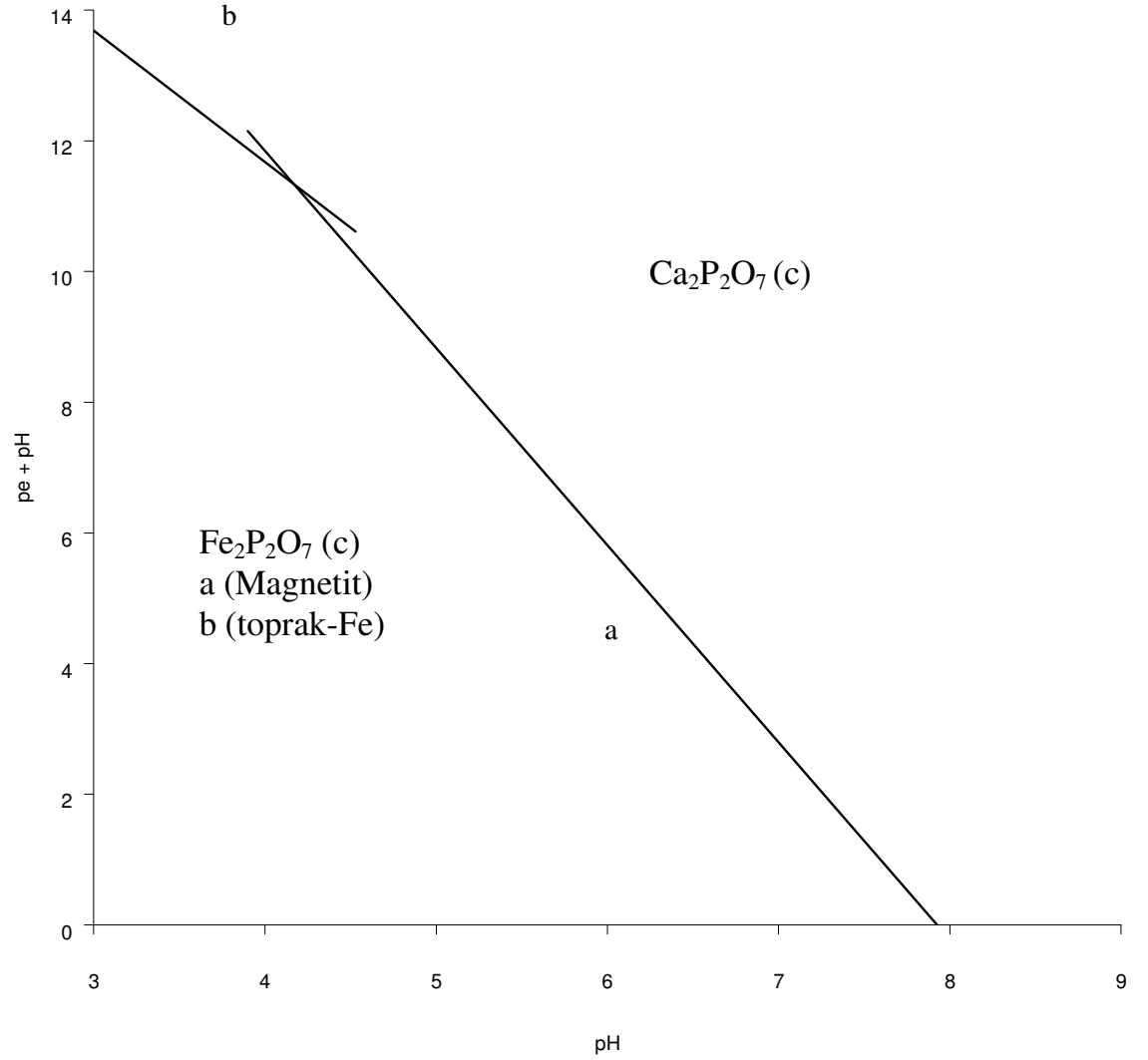
Organik madde uygulamalarını takiben bu fraksiyonun oransal miktarındaki azalmalar özellikle yüksek doz uygulamalarında daha fazla görülmüştür. Artan dozlarda yapılan uygulamalar daha fazla miktarda CO₂, organik asitler ve diğer metabolizma ürünlerinin salgılanmasına neden olmaktadır (SINGH ve AMBERGER, 1998). Salgılanan bu organik asitlerin etkisiyle aşağıdaki reaksiyon ve Şekil 4. 35 gereği Ca-P' ların miktarında bir azalma meydana gelmesi beklenilmektedir.



Burada X = OH veya F dir.

İlave edilen miktarına ve mineralizasyon özelliklerini etkileyen kimyasal özelliklerine göre açığa çıkan organik asitlerin miktarı ve açığa çıkma süresi değişim göstermektedir (ALEXANDER, 1977; PAUL ve CLARK, 1996). Örneğin C/N oranı düşük olan bir organik materyal oldukça kısa bir sürede stabil hale gelirken C/N oranı yüksek olan bir materyal daha uzun bir sürede mineralize olup ayrışır. Nitekim C/N oranı en düşük olan ÇG uygulamalarında toprakların başlangıçta bu fraksiyondaki fosfor içerikleri daha düşük bulunmuştur. Prina gibi C/N oranı yüksek olan bir materyalde ise (özellikle % 10' luk uygulamasında) neredeyse inkübasyon süresinin tamamında bu fraksiyon kontrolden daha düşük bulunmuştur. Bu ayrışma sürecinde salgılanan metabolizma ürünleri ve organik asitlerin etkisiyle olabilir. Organik maddenin çözücü etkisinin yanında toprağa ilave olunan fosforların Ca-fosfatlar şeklinde çökmesinin yavaşlattığıda bilinmektedir (DELGADO ve ark., 2002). Kireçli topraklara uygulanan 5 gr kg⁻¹ hümkik, fülvik asit karışımı yarayışlı fosfor içeriğinde yaklaşık 3 kat bir atış meydana getirmiş bu artışın büyük çoğunluğunuda Ca-fosfatları çözünür hale geçmesiyle elde edilmiştir (DELGADO, ve ark., 2002). INSKEEP ve

SILVERTOOTH, (1988) organik asitlerin topraklarda hidroksiapatit (asitte çözünebilir bir fosfor formu) çökmesini engellediğini bildirmişlerdir.



Şekil 4. 35. Fe-P ve Ca-P fraksiyonlarının oluşumunu etkileyen redoks ve pH koşulları.

(c) Fe-nin konsantrasyonu magnetit ve toprak Fe tarafından, Ca konsantrasyonu toprak-Ca tarafından kontrol edildiği durumda termodinamik olarak stabil mineral faz (Lindsay W.L. 1979)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Organik madde uygulamaları özellikle ilk iki üç hafta içerisinde fosfor fraksiyonlarında önemli derecede sapmalara neden olmuştur. Buda kurak ve yarı kurak iklimlerin kireçli topraklarında yapılacak organik madde uygulamalarının toprakların labil P içeriğini önemli derecede arttıracaklarını göstermektedir. Aynı zamanda organik madde uygulamaları ile birlikte yapılan mineral fosfor gübrelemenin etkinliğini de artırabileceğini göstermektedir.

Denemede kullanılan farklı organik maddelerin yarayışlılığı yüksek labil fraksiyonu etkileme sırası $\text{ÇG} > \text{EBT} > \text{TED} > \text{prina} > \text{OK}$ şeklinde oluşmuştur. Bu organik materyallerin etkileri toprak ve uygulama dozuna da önemli ölçüde bağlıdır. Hafif tekstürlü topraklarda organik madde uygulamaları labil fosforu daha fazla arttırmaktadır.

Organik madde uygulamaları başlangıçta Fe-P fraksiyonunda önemli bir artışa neden olmuş fakat bu fraksiyon üç dört hafta sonra belirlenebilecek seviyelerin altına düşmüştür. Buna karşılık diğer bir depo fraksiyon olan Ca-P fraksiyonu kireçli topraklarda ilave edilen organik veya inorganik fosforun en önemli depolanma fraksiyonu olduğu belirlenmiştir. Sadece organik madde uygulamaları ile topraklarda depo fraksiyonu olarak tanımlanabilen Fe-P ve Ca-P fraksiyonlarında fraksiyonlarından labil fraksiyonlara geçişi kolaylaştırmıştır.

Fraksiyonlar arasında meydana gelen dönüşümlerde ilave edilen organik materyalin fosfor içeriği, karbon içeriği, azot içeriği gibi mineralizasyonu etkileyen kimyasal özelliklerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Kısa sürede etki bekleniyor ise C/N ve C/P oranı dar olan organik gübrelerin tercih edilmesi önerilmektedir. Ancak bu tipteki materyallerin özellikle yağışlı dönemlerde kullanılması çevre açısından problemler oluşturabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

6.KAYNAKLAR

- AFIF, E., BARROW, V., TORRENT, J., 1995. Organic Matter Delays but does not Prevent Phosphate Sorption by Cerrado Soils from Brazil. **Soil Science**, 159:207-211.
- AGBENIN, J. TIESSEN, H., 1994. Phosphorus Transformations In A Toposequence of Lithosols And Cambisols From Semiarid Northeastern Brazil. **Geoderma**, 62(4):345-362.
- AJIBOYE, B., AKIMREMI, O.O., RACZ, J.G., 2004. Laboratory Characterization of Phosphorus in Fresh and Oven-Dried Organic Amendments. **Journal of Environmental Quality**, 33:799-804.
- AKINREMI, O.O., CHO, C.M., 1991. Phosphate and Accompanying Cation Transport in a Calcareous Cation-Exchange Resin System. **Soil Science Society of American Journal**, 55:694-959.
- AKINREMI, O.O., CHO, C.M., 1991. Phosphate Transport in Calcium-Saturated System: II. Experimental Result in a Model System. **Soil Science Society of American Journal**, 55:1282-1287.
- ALEXANDER, M., 1977. **Intorduction to Soil Microbiology**. 2nd edition Willey, New York.
- AL-KHATEEB, I.K., RAIHAN, M.J., ASKER, S.R., 1986. Phase Equilibria and Kinetics of Orthophosphate in Some Iraqi Soils. **Soil Science**, 141:31-37.
- ALPASLAN, M., GÜNEŞ, A., İNAL, A., 2005. **Deneme Tekniği**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Toprak Bölümü, Yayın no:1543 Ankara (2. baskı).
- AMUNDSON, R.G., JARRELL, W.M., 1983. A Comparative Study of Bermuda Grass Grown on Soil Amended with Aerobic or Anaerobically Digested Sludge. **Journal of Environmental Quality**, 12:508-513.
- APTHORP, J.N., HEDLEY, M.J., TILLMAN, R. W., 1987. The Effects of Nitrogen Fertilizer Form on the Plant Availability of Phosphate from Soil, Phosphate Rock and Mono-Calcium Phosphate. **Fertilizer Research**, 12(3):269-283.
- ASFARY, A.F., AL-MEREY, R., AL-HAMEISH, M., 2004. Fractionation of Applied ³²P Labeled TSP in Calcareous Soils. **Plant and Soil**, 264:171-183.

- BARROSO, C.B., NAHAS, E., 2005. The Status of Soil Phosphate Fractions and The Ability of Fungi to Dissolve Hardly Soluble Phosphates. **Applied Soil Ecology**, 29:73-83.
- BARROW, N.H., 1987. **Reactions with Variable-Charge Soils**. Martinus Nijhoff Pub., Dordrecht.
- BECK A.M., ELSENBEER, H., 1999. Biogeochemical Cycles of Soil Phosphorus in Southern Alpine Spodosols. **Geoderma**, 91(3/4):249-260.
- BERTRAND, I., HOLLOWAY, R.D., ARMSTRONG, R.D., MCCLAUGHLIN, M.J., 2003. Chemical Characteristics of Phosphorus in Alkaline Soils From Southern Australia. **Australian Journal of Soil Research**, 41:61-76.
- BRADY, N.C., WEIL, R.R., 2002. **The Nature and Properties of Soils**. Prentice Hall, 13:960. New Jersey.
- BRASCHI, I., CIAVATTA, C., GIOVANNINI, C., GESSA, C., 2003. Combined Effect of Water and Organic Matter on Phosphorus Availability in Calcareous Soils. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 67:67-74.
- COLE, C.V., INNIS, G.S., STEWART, J.W.B., 1977. Simulation of Phosphorous Cycling in Semiarid Grasslands. **Ecology**, 58:1-15.
- COLE, C.V., HEIL, R.D., 1981. Phosphorus Effects on Terrestrial Nitrogen Cycling. **Ecol. Bull.**, 33:363-374.
- DELGADO, A., TORRENT, J., 2000. Phosphorus Forms and Desorption Patterns in Heavily Fertilized Calcareous and Limed Soils. **Soil Science Society of American Journal**, 64:2031-2037.
- DELGADO, A., MADRID, A., KASSEM, S., ANDREU, L., DEL CARMEN DEL CAMPILLO, M., 2002. Phosphorus Fertilizer Recovery from Calcareous Soils Amended with Humic and Fulvic Acids. **Plant and Soil**, 245:277-286.
- DOBERMANN, A., GEORGE, T., THEVS, N., 2002. Phosphorus Fertilizer Effects on Soil Phosphorus Pools in Acid Upland Soils. **Soil Science Society of American Journal**, 66(2):652-660.
- ENWEZOR, W.O., 1978. The Aging of Phosphorus in Some Humid Tropical Soil of Nigeria : 2. The Effect of Aging Phosphorus in Some Soils of Southeastern

- Nigeria on The Residual Phosphorus Fractions in The Soil After Cropping. **Soil Science**, 126(6):353-359.
- ERDAL, İ., AYDEMİR, O., 2003. Gül Posasının Doğrudan ve Zenginleştirilmiş Formunun Tarımda Kullanılabilme Olanakları. **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, 7(1):20-26.
- ERICH, M.S., FITZGERALD, B., PORTER, G.A., 2002. The Effect of Organic Amendments on Phosphorus Chemistry in a Potato Cropping System. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 88:79-88.
- FIGLIOLIA, A., INDIATI, R., FELICI, B., 1996. The Effect of Organo-Mineral Fertilisation on the Pool of Inorganic Phosphate in The Soil: a Criterion for Qualitative Assessment of P Fertiliser. **Agriculture Mediterranean**, 126:292-296.
- FREIBAUER, A. I., LILIENFEIN, J., AYARZA, M., DA SILVA, J.E., ZECH, W., 1998. Fertilizer P Transformations in Loamy and Clayey Oxisols of Central Brazil. **Advances in Geoecology**, 31:637-643.
- FROSSARD, E., SINEJ, S., ZHANG, L-M., MOREL, J.L., 1996. The Fate of Sludge Phosphorus in Soil-Plant Systems. **Soil Science Society of America Journal**, 60:1248-1253.
- FROSSARD, E., CONDRON, L.M., OBERSON, A., SINAJ, S., FARDEAU, J.C., 2000. Processes Governing Phosphorus Availability in Temperate Soils. **Journal of Environmental Quality**, 29:15-23.
- GUAN, H.X., SHANG, C., CHEN, H.G., 2006. Competitive Adsorption of Organic Matter with Phosphate on Aluminum Hydroxide. **Journal of Colloid and Interface Science**, 296:51-58.
- HADAS, M., AGASSI, A., ZHEVELEV, H., KAUTSKY, L., LEVY, G.J., FIZIK, E., GOTESSMAN, M., 2004. Mulching with Composted Municipal Solid Wastes in the Entral Negev, Israel II. Effect on Available Nitrogen and Phosphorus on Organic Matter in Soil. **Soil & Tillage Research**, 78:115-128.
- HALFORD, I.C.R., MATTINGLY, G.E.C., 1975. Phosphate Sorption by Jurassic Oolitic Limestones. **Geoderma**, 13:257-264.

- HAMAD, M. E., RIMMER, D.L., SYERS, J.K., 1992. Effect of Iron Oxide on Phosphate Sorption by Calcite and Calcareous Soils. **Journal of Soil Science**, 43:273-281.
- HANSEN, J.C., CADE-MENUS, B.J., STAWN, D.G., 2004. Phosphorus Speciation in Manure-Amended Alkaline Soils. **Journal of Environmental Quality**, 33:1521-1527.
- HARTER, R.D., 1984. Curve-fit Errors in Langmuir Adsorption Maxima. **Soil Science Society of American Journal**, 48:749-752.
- HARRISON, A.F., 1982. P^{32} -Method to Compare Rates of Mineralization of Labile Organic Phosphorus in Woodland Soils. **Soil Biology & Biochemistry**, 14:337-341.
- HE, Z.Q., DAO, T.H., HONEYCUTT, C.W., 2006. Insoluble Fe-Associated Inorganic and Organic Phosphates in Animal Manure and Soil. **Soil Science**, 171(2):117-126.
- HEDLEY, M.J., STEWART, J.W.B., CHAUHAN, B.S., 1982. Changes in Inorganic and Organic Soil Phosphorus Fractions Induced by Cultivation Practices and by Laboratory Incubations. **Soil Science Society of American Journal**, 46:970-976.
- HOODA, P.S., RENDELL, A.R., EDWARDS, A.C., EITHERS, P.J.A., AITKEN, M.N., TRUESDALE, V.E., 2000. Relating Soil Phosphorus Indices to Potential Phosphorus Release to Water. **Journal of Environmental Quality**, 29:166-1171.
- HUFFMAN, S.A., COLE, C.V., SCOTT, N.A., 1996. Soil Texture and Residue Addition Effects on Soil Phosphorus Transformation. **Soil Science Society of American Journal**, 60:1095-1101.
- ILSTEDT, U., GIESLER, R., NORDGREND, A., MALMER, A., 2003. Changes in Soil Chemical and Microbial Properties After a Wildfire in a Tropical Rainforest in Sabah Malaysia. **Soil Biochemistry**, 35:1071-1078.
- INSKEEP, W.P., SILVERTOOTH, J.C., 1988. Inhibition of Hydroxyapatite Precipitation in the Presence of Fulvic, Humic and Tannic Acids. **Soil Science Society of America Journal**, 52:941-946.

- IVANOV, P., 1986. A Comparative Evaluation of Some Methods for Soil Phosphate: Fractionation. **Pochvoznanie, Agrokimiya I Rastitelna Zashchita**, 21(1):7-18.
- IVANOV, P., 1986. Error Sources in Fractionation Methods for Inorganic Soil Phosphate Determination. **Pochvoznanie, Agrokimiya I Rastitelna Zashchita**, 21(4):5-14.
- IYAMUREMYE, F., DICK, R.P., 1996. Organic Amendments and Phosphorus Sorption by Soils. **Adv. Argon.**, 56:139-185.
- JEREMY C., HANSEN, J.C., CADE-MENUN, B.J., STRAWN, D.G., 2004. Phosphorus Speciation in Manure-Amended Alkaline Soils. **Journal of Environmental Quality**, 33:1521-1527.
- JOHNSON, A.H., FRIZANO, J., VANN, D.R., 2003. Biochemical Implication of Labile Phosphorous in Forest Soils Determined by the Hedley Fractionation Procedure. **Oecologia**, 135: 487-499.
- KACAR, B., 1990. Gübre Analizleri. **Ankara Üniversitesi Basımevi**, Ankara.
- KUO, S., 1996. Phosphorus. In **Methods of Soil Analysis, part 3- Chemical Methods**. (Ed.D.L. Sparks), SSSA Book Series No:5, pp 869-920.
- KWABIAH, A.B., STOSKOPF, N.C., PALM, C.A., VORONEY, R.P., 2003. Soil P Availability as Affected by the Chemical Composition of Plant Materials: Implications for P-Limiting Agriculture in Tropical Africa. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 100:53-61.
- LAL, M., MAHAPATRA, I.C., 1979. Phosphate Transformation under Continuous Submergence in Rice-Barley Rotation. **Journal of The Indian Society of Soil Science**, 27(4):375-382.
- LAMBERT, D.H., BAKER, D.E., COLE, H., 1979. The Role of Mycorrhizae in the Interactions of Phosphorus with Zinc, Copper and other Elements. **Soil Science Society of American Journal**, 43:976-980.
- LEE, C.H., CHANG, Y.P., KI DO, P., WEON T.J., PIL, J.K., 2004. Long-Term Effects of Fertilization on the Forms and Availability of Soil Phosphorus in Rice Paddy. **Chemosphere**, 56:299-304.
- LEVY, E.T., SCHLESINGER, W.H., 1999. A Comparison of Fractionation Methods for Forms of Phosphorus in Soils. **Biogeochemistry**, 47:25-38.

- LEYTEM, A.B., SIMS, J.T., COALE, F.J., 2004. Determination of Phosphorous Source Coefficient for Organic Phosphorous Sources: Laboratory Studies. **Journal of Environmental Quality**, 33:380-388.
- LINDSAY, W.L., 1979. **Chemical Equilibria in Soils**. John Wiley and Sons, Newyork.
- LITAOR, M.I., REICHMANN, O., AUERSWALD, K., HAIM, A., SHENKER, M., 2004. The Geochemistry of Phosphorus in Peat Soils of a Semiarid Altered Wetland. **Soil Science Society of American Journal**, 68(6):2078-2085.
- LOEPPERT, R.H., HOSSNER, L.R., 1984. Reaction of Fe^{2+} and Fe^{3+} with Calcite. **Clay and Clay Minerals**, 32:213-222.
- LOPEZ-MARTINEZ, N., DEL OLMO, A., TORRENT, J., 2004. Dissolved Reactive Phosphorus in a Calcaric Fluvisol as Affected by the Addition of Agricultural Wastes. **Soil Use and Management**, 20:74-80.
- MAGUIRE, R.O., SIMS, J.T., COALE, F.J., 2000. Phosphorus Solubility in Biosolids Amended Farm Soils in the Mid-Atlantic Region of the USA. **Journal of Environmental Quality**, 29:225-233.
- MATAR, A., TORRENT, J., RYAN, J., 1992. Soil and Fertilizer Phosphorus and Crop Responses in the Dryland Mediterranean Zone. **Advances in Soil Science**, 18:81-146.
- MCDOWELL, R.W. CONDRON, L.M., 2000. Chemical Nature and Potential Mobility of Phosphorus in Fertilized Grassland Soils. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 57: 225-233.
- MCGILL, W.B., COLE, C.V., 1981. Comparative Aspects of Cycling of Organic C, N, S, and P Through Soil Organic Matter. **Geoderma**, 26:267-286.
- MCLAUGHLIN, M.J., CHAMPION, L., 1987. Sewage Sludge as a Phosphorus Amendment for Sequioxix Soils. **Soil Science**, 143:113-119.
- MILLER, A.J., SCHUUR, E.A.G., CHADWICK, O.A., 2001. Redox Control Phosphorus Pools in Hawaiian Montane Forest Soils. **Geoderma**, 102:219-237.
- MILLER, D.M., MILLER, W.P., 2000. Land Application of Wastes. In: **Handbook of Soil Science**, ed: ME Sumner, CRC Press Boca raton FL pp G217-G245.
- MINGKUI, Z., JUANLIN, F., RENAN, L., 2004. Accumulation and Release Potential of Soil Phosphorus in Residential Areas of Hangzhou City, China. **Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences)**, 30(3):300-304.

- NGULUU, S.N., PROBERT, M.E., MYERS, R.J.K., EARRING, S.A., 1996. Effect of Tissue Phosphorus Concentration on the Mineralization of Nitrogen from Stylo and Cowpea Residues. **Plant Soil**, 191:139-146.
- OLSEN, S.R., KHASAWNEH, F.E., 1980. Use and Limitations of Physical-Chemical Criteria for Assessing the Status of Phosphorus in Soils. In F.E. Khasawneh, E.C. Sample and E.J. Kamprath (Eds.). **The Role of Phosphorus in Agriculture**. SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 361-410.
- PARTON, W.J., STEWART, J.W.B., COLE, C.V., 1988. Dynamics of C, N, P and S in Grassland Soils: A Model. **Biogeochemistry**, 5:109-131.
- PAUL, E.A., CLARK, F.E., 1996. **Soil Microbiology and Biochemistry**. Academic Press, San Diego, California.
- PIERZYNSKI, G.M., 1994. Plant Nutrient Aspects of Sewage Sludge. In: **Sewage Sludge: Land Utilization and the Environment**, ed CE Clapp, pp 21-27, ASA, CSSA and SSSA, Madison.
- PINAMONTI, F., 1998. Compost Mulch Effects on Soil Fertility, Nutritional Status and Performance of Grapevine. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 51:239-248.
- PINERRO, L., NAVARRO, G., 2001. Phosphata Fractions and Availability in Verisols of South-Western Spain. **Soil Science**, 166(8):548-556.
- PYPERS, A.P., VERSTRAETEB, S., CONG PHAN THIC, R., MERCK, X., 2004. Changes in Mineral Nitrogen, Phosphorus Availability and Salt-Extractable Aluminium Following the Application of Green Manure Residues in Two Weathered Soils of South Vietnam. **Soil Biology & Biochemistry**, 20:1-10.
- QIU, S., MCCOMB, A.J., 2002. Interrelations between Iron Extractability and Phosphate Sorption in Reflooded Air-Dried Sediments. **Hydrobiologia**, 472:39-44.
- QIWEI, H., PENG, H., YANG, Z., WANG, C., GE, D., LI, X., 2001. A Comparison Study on The Methods of Inorganic Phosphate Fractionation in Main Upland Field. **Journal of Hunan Agricultural University**, 27(6):457-459.
- RANDHAWA, P.S., CONDRON, L.M., DI, H.J., SINAJ, S., MCLENAGHEN, R.D., 2005. Effect of Green Manure Addition on Soil Organic Phosphorus Mineralisation. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 73:181-189.

- REZENDE, L.A., ASSIS, L.C., NAHAS E., 2004. Carbon, Nitrogen and Phosphorus Mineralization in Two Soils Amended with Distillery Yeast. **Bioresource Technology**, 94:159-167.
- RUBAEK, G.H., SIBBESEN, E., 1995. Soil Phosphorus Dynamics in a Long-Term Field Experiment at Askov. **Biology and Fertility of Soils**, 20(1):86-92.
- RUIZ, J.M., DELGADO, A., TORRENT, J., 1997. Iron-Related Phosphorus in Overfertilized European Soils. **Journal Environmental Quality**, 26:1548-1554.
- RYDEN, J.C., PRATT, P.F., 1980. Phosphorus Removal from Wastewater Applied to Land. **Hilgardia**, 48:1-36.
- SAMPLE, E.C., SOPER, R.J., RACZ, G.J., 1980. Reactions of Phosphate Fertilizers in Soils. pp. 263–310, in F.E. Khassawneh, E.C. Sample, and E.J. Kamprath, eds., **The role of phosphorus in agriculture**. ASA, CSSA, SSSA, Madison.
- SANFORD, R.L., PARTON, Jr. W.J., COLE, C.V., 1989. Soil Phosphorus Interrelationships with Carbon, Nitrogen and Sulfur: A Modeling Approach. In **H. Tiessen (ed.). Phosphorus Cycles in Terrestrial and Aquatic Ecosystem, Regional Workshop 1:Europe**. Saskatchewan Onstitute of Pedology Univ. Of Saslatchewan, Saskatoon, Canada, pp. 30-41.
- SANYAL, S.K., DE DATTA, S.K., 1991. Chemistry of Phosphorus Transformations in Soil. In **Advances in Soil Science**, 16: 1-121.
- SCHLICHTING, A., LEINWEBER, P., MEISSNER, R., ALTERMANN, M., 2002. Sequentially Extracted Phosphorus Fractions in Peat-Detived Soils. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, 165(3):290-298.
- SHAND, C.A., SMITH, S., EDWARDS, A.C., FRASER, A.R., 2000. Distribution of Phosphorus in Particulate, Colloidal and Molecular-Sized Fractions of Soil Solution. **Water Resource**, 34(4):1278-1284.
- SHARPLEY, A., MOYER, B., 2000. Phosphorus Forms in Manure and Compost and Their Release During Simulated Rainfall. **Journal of Environmental Quality**, 29(5):1462-1469.
- SHEN, J., LI, R., ZHANG, F., FAN, J., TANG, C., RENGEL, Z., 2004. Crop Yields, Soil Fertility and Phosphorus Fractions in Response to Long-Term Fertilization Under the Rice Monoculture System on a Calcareous Soil. **Field Crops Research**, 86:225-238.

- SHUKLA, U.C., MITTAL, S.B., 1977. Characterization of Zinc Adsorption in some Soils of India. **Soil Science Society of American Journal**, 43:905-908.
- SIBBESSEN, E., RUBAEEK, G.H., 1994. Labile, Organic Phosphorus in Incubated Soils Estimated by Macropores Anion-Exchange Resin. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 25(9/10):1671-1683.
- SING, B.B., JONES, J.P., 1976. Phosphorus Sorption and Desorption Characteristics of Soil as Affected by Organic Residues. **Soil Science Society of American Journal**, 40:389-3943.
- SINGH, C.P., AMBERGER, A., 1998. Organic Acid and Phosphorus Solubilization in Straw Composted with Rock Phosphate. **Biosource Technology**, 63:13-16.
- SISSINGH, H.A., 1971. Analytical Procedure of the Pw-Method, Used for the Assessment of the Phosphate Status of Arable Soils in The Netherlands. **Plant and Soil**, 34:483-486.
- SPOSITO, G., 1984. **The Surface Chemistry of Soils**. Oxford University Press., Oxford.
- STEVENSON, F.J., 1986. **The Phosphorus Cycle. On Cycles of Soil C, N, P, and S Micronutrients**. John Wiley and Sons, New York, pp. 231-284.
- STEVENSON, F.J., 1994. **Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions**. 2nd edition, Willey, Illinois.
- STIPP, S.L.S., HOCELLA, Jr. M.F., 1991. Structure and Bonding Environments at the Calcite Surface as Observed with X-Ray Photoelectron Spectroscopy (XPS) and Low Energy Electron Diffraction (LEED). **Geochimica et Cosmochimica Acta**, 55:1723-1736.
- STOUT, W.L., SHARPLEY, A.N., WEAVER, S.R., 2003. Effect of Amending High Phosphorus Soils with Flue-Gas Desulfurization Gypsum on Plant Uptake and Soil Fractionss of Phosphorus. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 67(1):21-29.
- STRAWN, G.D., HANSEN, C.J., 2003. Reaction Processes of Phosphorous in Manure-Amended Alkaline Soils. **Western Nurtient Management Conference**, 5. Salt Lake City, UT.

- STRÖM, L., OWEN, A.G., GODBOLD, D.L., JONES, D.L., 2002. Organic acid mediated P Mobilization in the Rhizosphere and Uptake by Maize Roots. **Soil Biology & Biochemistry**, 34:703-710.
- SUI Y., THOMPSON L.M., SHANG, C., 1999. Fractionation of Phosphorus in a Mollisol Amended with Biosolids. **Soil Science Society of American Journal**, 63:1174-1180.
- THOMAS, S.M., JOHNSON, A.H., FRIZANO, J., VANN, D.R., ZARIN, D.J., AMISHI, J., 1999. Phosphorus Fractions in Montane Forest Soils of The Cordillera De Piuchue, Chile: Biogeochemical Implications. **Plant and Soil**, 211(2):139-148.
- TIESSSEN, H., STEWART, J.W.B., COLE, C.V., 1984. Pathway Transformation in Soils of Differing Pedogenesis. **Soil Science Society of American Journal**, 48:853-858.
- TOMER, N.K. KHANNA, S.S., GUPTA, A.F., 1984. Transformation of Mixture of Missouri Rock Phosphate and TSP in Calcareous Soil Applied after Incubation with Organic Matter. **Hayrana Agriculture University Journal of Research**, XIV, 324-333.
- TUNESI, S., POGGI, V., GESSA, C., 1999. Phosphate Adsorption and Precipitation in Calcareous Soils: the Role of Calcium Ions in Solution and Carbonate Minerals. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, 53:219-227.
- VAN DER ZEE, S., VAN RIEMSDIJK, W.H., 1986. Sorption Kinetics and Transport of Phosphate in Sandy Soil. **Geoderma**, 38:293-309.
- VEITH, J.A., SPOSITO, G., 1977. Reactions of Aluminosilicates, Aluminum Hydrous Oxides, and Aluminum Oxide with O-Phosphate: The Formation of X-Ray Amorphous Analogs of Variscite and Montebrasite. **Soil Science Society of American Journal**, 41:870-876.
- WEAVER, R.M., 1974. A Simplified Determination of Reductant-Soluble Phosphate in Soil Phosphate Fractionation Schemes. **Soil Science Society of American Proceedings**, 38(1):153-154.
- YALÇIN, M., 2004. **Amik Ovasındaki Yaygın Toprak Serilerinin Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi**. MKU Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antakya.

- YAOBING, S., THOMPSON, M.L., CHAO, S., 1999. Fractionation of Phosphorus in a Mollisol Amended with Biosolids. **Soil Science Society of American Journal**, 63(5):1174-1180.
- ZHANG, T.Q., MACKENZIE, A.F., 1997. Changes of Phosphorous Fractions under Continuous Corn Production in a Temperate Clay Soil. **Plant and Soil**, 192:133-139.
- ZHANG, T.Q., MACKENZIE, A.F., 1997. Changes of Soil Phosphorus Fractions under Long-Term Corn Monoculture. **Soil Science Society of American Journal**, 61(2):485-493.
- ZHENG, Z., MACLEOD, J.A., 2005. Transformation and Recovery of Fertilizer Phosphorus Applied to Five Quebec Humaquepts. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil and Plant**, 55: 170-176.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Antalya'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi aynı ilde tamamladım. 1995 yılında girdiğim Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi'nden, 2000 yılında, Kimyager ünvanıyla mezun oldum. 2002 yılının aralık ayında Mardin ilinin Mazıdağı ilçesinin Meşeli köyünde Sınıf Öğretmeni olarak Mardin Valiliği emrinde göreve başladım. 2003 yılında da Hatay'a tayin oldum. Halen Hatay Antakya merkez ilçesine bağlı Gülderen İlköğretim Okulu'nda Sınıf Öğretmeni olarak görev yapmaktayım. Evliyim ve bir çocuk babasıyım.