

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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YARAYIŞSIZ HALDE BULUNAN TOPLAM FOSFORUN FARKLI TOPRAK  
DÜZENLEYİCİLER KULLANILARAK BİTKİLERE YARAYIŞLILIĞININ  
ARTIRILMASI**

**Veysel TURAN**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2011**



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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YARAYIŞSIZ HALDE BULUNAN TOPLAM FOSFORUN FARKLI TOPRAK  
DÜZENLEYİCİLER KULLANILARAK BİTKİLERE YARAYIŞLILIĞININ  
ARTIRILMASI**

**Veysel TURAN**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2011**

Doç. Dr. Osman SÖNMEZ danışmanlığında Veysel TURAN'ın hazırladığı **“Yarayırsız Halde Bulunan Toplam Fosforun Farklı Toprak Düzenleyiciler kullanılarak Bitkilere Yarayırlılığının Artırılması”** konulu bu çalışma 30/06/2011 tarihinde aşığıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Osman SÖNMEZ

Üye : Prof. Dr. Cengiz KAYA

Üye : Prof. Dr. Tahir POLAT

**Bu Tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.**

Prof. Dr. Mehmet CİCI  
Enstitü Müdürü

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

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Toprakta Fosfor.....	3
2.2. Bitkilerde fosfor.....	4
2.3. Topraklarda Fosfor döngüsü.....	8
2.3.1. Fosfor döngüsü.....	8
2.4. Fosfor Yarayırlılığı Kükürt İlişkisi.....	8
2.5. Fosfor Yarayırlılığı Organik Madde İlişkisi.....	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.1.1. Deneme toprağının özellikleri.....	14
3.1.2. Denemede kullanılan uygulamalar.....	14
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. İnkübasyon çalışması.....	15
3.2.2. Sera denemesinin kurulması.....	15
3.2.3. Çalışmada yapılan genel toprak analizleri.....	16
3.2.3.1. Kimyasal ve fiziksel analizler.....	16
3.2.4. Fosfor analizleri.....	17
3.2.4.1. Toplam fosfor.....	17
3.2.4.2. Yarayırlı fosfor.....	17
3.3. Bitki Analizleri.....	18
3.4. İstatistik Analizleri.....	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	19
4.1. Ahrır Gübresi, Tavuk Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Yarayırlı Fosfor ve Toplam Fosfor Etkileri.....	19
4.2. Ahrır Gübresi, Tavuk Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Toprak pH'sı ve EC Üzerine Etkileri.....	22
4.3. Ahrır Gübresi, Tavuk Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Kökte ve Gövdedeki Fosfor Üzerine Etkileri.....	24
4.4. Ahrır Gübresi, Tavuk Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Bitki Boyu ve Yaş Ağırlık Üzerine Etkileri.....	27
4.5. Ahrır Gübresi, Tavuk Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Kökteki Mg, Ca, Fe, K, Zn Üzerine Etkileri.....	28
4.6. Ahrır Gübresi, Tavuk Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Kökteki Mg, Ca, Fe, K, Zn Üzerine Etkileri.....	30
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	32
KAYNAKLAR.....	33
ÖZGEÇMİŞ.....	39
ÖZET.....	40
SUMMARY.....	41

## ÖZ

**Yüksek Lisans Tez**

### **YARAYIŞSIZ HALDE BULUNAN TOPLAM FOSFORUN FARKLI TOPRAK DÜZENLEYİCİLER KULLANILARAK YARAYIŞLILIĞININ ARTIRILMASI**

**Harran Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Anabilim Dalı**

**Veysel TURAN**

**Danışman: Doç. Dr. Osman SÖNMEZ  
Yıl: 2011, sayfa:41**

Fosfor bitkiler için mutlak gerekli elementlerden biridir. Sürekli ilave edilen fosforlu gübreler sonucu toprakların toplam fosfor miktarı artmakta ama fosforun bitkilere yarayışlılığının azaldığı görülmektedir. Bu Araştırmada, değişik iki organik toprak düzenleyici (tavuk ve ahır gübresi) ve kükürdün topraktaki toplam fosforun yarayışlılığı üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, Harran Üniversitesi Eyyübiye kampüsündeki deneme alanında ikizce serisi topraklarından 0-20 cm derinlikte bozulmuş toprak örneği alınarak deneme kurulmuştur. Çalışma sera koşullarında saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Organik toprak düzenleyicilerden işlenmiş tavuk gübresi 0, 4 ve 8 t/ha, ahır gübresi 0, 20 ve 40 t/ha, elementel kükürt 0, 0.75 ve 1.5 t/ha olarak uygulandı. Sonuç olarak, tavuk gübresi ve ahır gübresi yarayışlı fosfor miktarını artırmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Toplam Fosfor, Fosfor Yarayışlılığı, Tavuk Gübresi, Ahır Gübresi, Kükürt

## **ABSTRACT**

**MSc Thesis**

### **THE EFFECT OF DIFFERENT SOIL AMENDMENT ON TOTAL PHOSPHORUS AVAILABILITY**

**Veysel TURAN**

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

**Supervisor: Assoc. Prof. Osman SONMEZ**

**Year: 2011, Page: 41**

Phosphorus (P), is a vital macro element for plant growth. Due to heavy addition of P fertilizer, amount of total P in soils increased while plant available P decreased year to year. In this study, the effects of different soil amendment (cattle and chicken manure, sulfur) application on soil total P availability were investigated. The study was carried out under the greenhouse conditions as a pot experiment. Soil was collected from the 0-20 cm depth of İkizce series in Harran Plain soils at the Harran University research area in Eyyübiye Campus. Treatments were 0, 4 and 8 t/ha for chicken manure, 0, 20 and 40 t/ha for cattle manure and 0, 0.75 and 1.5 t/ha for Sulfur. Cattle and chicken manure applications increased available P in soil.

**KEY WORDS:** Total phosphorus, available phosphorus, cattle manure, chicken manure, sulfur.

## TEŞEKKÜRLER

Yüksek lisans tez konumun, yürütülmesi ve değerlendirilmesi aşamasında tecrübeleriyle beni yönlendiren danışmanım sayın Doç. Dr. Osman SÖNMEZ'e, tez savunmasında yer alan değerleri hocalarım Prof. Dr. Cengiz KAYA'ya ve Prof. Dr. Tahir POLAT'a şükranlarımı sunarım.

İstatistik çalışmaları ve değerlendirilmesi konusunda yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Mevlüt AKÇURA'ya teşekkür ederim.

Laboratuvar ve sera çalışmalarında bana yardımcı olan lisans öğrencilerinden Gülçin ŞENER ve Fillisan JABAR'a teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca bana her türlü maddi ve manevi katkısını her zaman yanımda hissettiğim aileme şükranlarımı sunarım.



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Şekil 4.1. Tavuk gübresi uygulamalarının yarayışlı fosfor üzerine etkileri.....	21
Şekil 4.2. Ahır gübresi uygulamalarının yarayışlı fosfor üzerine etkileri.....	21
Şekil 4.3. Tavuk gübresi uygulamalarının toplam fosfor üzerine etkileri .....	21
Şekil 4.4. Kükürt uygulamalarının pH üzerine etkileri .....	24
Şekil 4.5. Kükürt uygulamalarının EC üzerine etkileri .....	24
Şekil 4.3. Tavuk gübresi uygulamalarının gövde ve kökteki fosfor üzerine etkileri .....	26
Şekil 4.4. Ahır gübresi uygulamalarının gövde ve kökteki fosfor üzerine etkileri .....	26
Şekil 4.5. Kükürt uygulamalarının gövde ve kökteki fosfor üzerine etkileri.....	26

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa No

Çizelge 3.1. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	14
Çizelge 3.2. Ahır gübresi ve tavuk gübresi uygulamalarının suda çözülebilir fosfor ve toplam fosfor içerikleri.....	14
Çizelge 3.3. Deneme kombinasyonları .....	14
Çizelge 3.4. 100 gr toprak için uygulanan kükürt dozları .....	15
Çizelge 3.5. Saksılarda kullanılan hoagland solüsyon'unun besin içeriği.....	16
Çizelge 4.1. Kükürt, ahır ve tavuk gübreleri ile yarayışlı ve toplam fosfor üzerine etkileri .....	20
Çizelge 4.2. Kükürt, ahır ve tavuk gübresinin yarayışlı ve toplam fosfor üzerine etkileri .....	20
Çizelge 4.3. Kükürt, ahır ve tavuk gübreleri ile pH ve EC arasındaki ilişki.....	23
Çizelge 4.4. Kükürt, ahır ve tavuk gübresinin pH ve EC üzerine etkileri .....	23
Çizelge 4.5. Kükürt, ahır ve tavuk gübresinin gövde ve kökteki fosfor arasındaki ilişki .....	25
Çizelge 4.6. Kükürt, ahır ve tavuk gübreleri ile gövde ve kökteki fosfor arasındaki ilişki .....	25
Çizelge 4.7. Kükürt, ahır ve tavuk gübresi ile bitki boyu, yaş ağırlık ve kuru ağırlık arasındaki ilişki.....	27
Çizelge 4.8. Kükürt, ahır ve tavuk gübresi ile bitki boyu, yaş ağırlık ve kuru ağırlık üzerine etkileri ..	28
Çizelge 4.9. Kükürt, ahır ve tavuk gübresi ile gövdede ki Ca, Fe, K, Mg, Zn arasındaki ilişki.....	29
Çizelge 4.10. Kükürt, ahır ve tavuk gübresinin Ca, Fe, K, Mg, Zn üzerine etkileri.....	29
Çizelge 4.11. Kükürt, ahır ve tavuk gübresi ile kökte ki Ca, Fe, K, Mg, Zn arasındaki ilişki .....	30
Çizelge 4.12. Kükürt, ahır ve tavuk gübresinin kökteki Ca, Fe, K, Mg, Zn üzerine etkileri .....	31

## SİMGELER DİZİNİ

dS m-1	Desisimens /Metre
KDK	Kasyon Değişim Kapasitesi
pH	Hidrojen İyon Konsantrasyonu
EC	Elektriksel İletkenlik
mg kg-1	Miligram/Kilogram (ppm)
OM	Organik Madde
P	Fosfor
YP	Yarıyıllı Fosfor
TP	Toplam Fosfor
TG	Tavuk Gübresi
AG	Ahır Gübresi
İP	İnorganik Fosfor
Mg	Magnezyum
Na	Sodyum
K	Potasyum
Fe	Demir
Ca	Kalsiyum
Zn	Çinko

## 1.GİRİŞ

Bitki gelişmesi için en önemli elementlerden biri olan fosfor (P), topraklarda hareketi sınırlı olduğu için bitkiler P' den yeterli ölçüde faydalanamamaktadır. Ülkemiz toprakları, sürekli P ilave edilmesine rağmen yüksek kil, kireç ve pH'dan dolayı bitkiler P'den yeterli derecede faydalanamamaktadır. Bu tür özellikler, topraklarda P'nin bitkilere yararlılığını önemli ölçüde sınırlamaktadır (Mengel ve Kirby, 1987; Rodriguez ve ark., 2000; Gallet ve Ark., 2003; Franson ve ark., 2003).

Topraklarda bitkiye yararlı P (YP) miktarı düşük ve P kullanımı da her geçen gün arttığından, bitki yetiştirmek için gerekli P rezervlerinde her geçen gün azalma olmaktadır (Gahoonia ve ark.,1999).

Ülkemizde aşırı derecede uygulanan kimyevi P'li gübrelere etkisi sonucu, toprakların toplam P (TP) içeriği artmasına karşın bitkiye yararlı miktarında önemli bir değişim olmamaktadır. Bitkiye yararlı fosfor az olması nedeniyle her yıl tekrar P ilavesi yapılmakta ve sonuçta topraklarımızda yararlı P miktarı çok yüksek konsantrasyonlara ulaşmaktadır.

Ülkemizin en büyük entegre projelerinden biri olan Güneydoğu Anadolu Projesinin (GAP) kapsadığı alanda, toprakların büyük bir bölümünde, özellikle Harran Ovası'nda P'nin bitkilere olan yararlılığının bitkisel üretimi sınırlayacak ölçüde düşük olduğu bilinmektedir. Güneydoğu Anadolu Projesi bölgesinde geniş alanların sulamaya açılması ve entansif tarıma geçilmesi ile birlikte P noksanlığının daha da artacağı ve bitkisel verimin ciddi boyutlarda etkileneceği tahmin edilmektedir. Gerçekte GAP bölgesi toprakları toplam fosfor yönünden zengin

bulunmaktadır. Ancak bölge topraklarının yüksek düzeyde kil minerallerine ve CaCO<sub>3</sub> içeriğine sahip, pH' nın yüksek ve organik madde (OM) içeriğinin düşük olması, topraklarda mevcut bulunan P' nin bitkilere yararlılığını önemli ölçüde sınırlamaktadır.

Fosforun topraklarda yararlılığının düşük ve büyük bir kısmının da topraklarda bitkilerin alamayacağı yararlısız formlarda bulunması, bu besin elementinin değerini daha da artırmaktadır. Fosfor eksikliği, kireçli alkalın topraklarda bitkisel üretimde verimi sınırlayan en önemli faktörlerden biridir.

Ülkemizde çok aşırı ve bilinçsiz bir şekilde P' li gübre uygulanmaktadır. Bu hem ülke ekonomisi hem de çevre kirliliği açısından problemler oluşturmaktadır. Özellikle son yıllarda P'ye bağlı bir çevre kirliliği olan ötröfikasyonun sınırlandırılmasında P'li gübre kullanımının azaltılması temel amaçlardandır.

Bu denemede bizim amacımız; bölge topraklarının sahip olduğu yüksek TP' nin toprak düzenleyicileri kullanılarak bitkilere yararlılığını artırmaktır.

**2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR****2.1.Toprakta Fosfor**

Fosfor, ortalama olarak yer kürenin üst kabuğunda % 0.1 (Brinck, 1978), topraklarda ise % 0.06 (Lindsay, 1979) düzeyinde bulunmaktadır. Fosforun tarım topraklarındaki miktarının genellikle az olması, ayrıca topraklarda çok değişik şekillerde reaksiyona girerek büyük bir kısmının topraklarda demir ve alüminyum oksitlerce ve kalsiyum fosfatlarca bitkilerin yararlanamayacağı formlarda tutulması nedeniyle, ihtiyaç duyulan önemli bir makro besin elementidir (Bertrand, ve ark. 1999; Lu and Cooner, 1999; McGechan ve Lewis 2002; Dodor ve ark., 2003; Gallet ve ark., 2003; Alam ve Ladha, 2004).

Topraklarda P genellikle I) toprak çözeltisinde bulunan, II) labil-P (değişebilir), III) labil olmayan P (bağlı bulunan, değişmeyen) olarak 3 kısımda sınıflandırılmıştır. Toprak çözeltisinde bulunan P bitkiler için doğrudan yararlıdır ve bu P fraksiyonu II. sınıftaki P fraksiyonu ile hızlı bir şekilde dengeye gelerek tamponlanmaktadır. III. P fraksiyonu ise bağlı bulunan yararlısız veya yavaş YP demektir (Helal ve Dressler, 1989; Brohi ve ark., 1994; Güzel ve ark., 2002).

Topraklarda P difüzyonla hareket etmektedir. Fosfor hareketliliği çok düşük olan bir element olmasından dolayı bitki kökleri toprakta ilerlerken toprak çözeltisindeki fosfatlarla temasa geçerler (Marschner, 1997; Dodor ve ark., 2003).

Topraktaki TP'nin %20-80'i organik P (OP)'den oluşmakla birlikte (Ron Vaz ve ark., 1989) ve topraklara uzun süreli uygulanan P özellikle toprakların yüzey tabakasında birikmektedir (Zhang ve ark., 1995). Organik P ve inorganik P (İP)

fömlarının her ikisinin de bitki beslenmesinde ayrı önemi vardır. Toprak (OM) içeriği ve mikrobiyel aktivitedeki artışla toprak çözeltilisindeki fosfat konsantrasyonu ve hareketliliği artmaktadır (Seeling ve Zasoski, 1993). Türkiye topraklarının sahip olduğu toprak özelliklerinden dolayı (yüksek mineralizasyon, düşük OM, yüksek redoks potansiyeli, yüksek pH ve düşük nem içeriği), bitkiler için yararlılığı açısından İP'nin OP'den daha önemli olabileceği belirtilmektedir.

Türkiye topraklarının TP içeriğinin, genelde normal ve normalin üstünde olduğu bilinmektedir (Zabunoğlu, 1967; Kacar ve ark.,1996). Fakat, topraklarımızdaki TP içeriğinin fazla olması, topraklarımızdaki YP'yi değil, rezerv miktarını göstermektedir. Toprakların TP içeriği ne kadar yüksek olursa olsun, bitkiler için YP konsantrasyonu kritik düzeydedir ve her yıl uygulanan P'li gübreler yaklaşık % 80-85 oranında topraklarda adsorpsiyon ve çökelme yoluyla veya organik bileşikler oluşturarak bitkilerin alamayacağı yararlısız forma dönüşmektedir ( Holford, 1997; Schachtman ve ark., 1998; Richardson, 1994; Abel ve ark., 2002; Daroub ve ark., 2003; Leytem and Westermann 2003; Shibata and Yano 2003; Zhu ve ark., 2003; Korkmaz ve ark., 2004; Shin ve ark., 2004). Ülkemizde tarım yapılan alanların büyük bir bölümü, kurak ve yarı kurak bölgelerdeki kireçli-alkali topraklardan oluşmaktadır. Yüksek kil içeriği ve düşük OM içeriği de topraklarımızdaki YP miktarına olumsuz etki etmektedir (Eyüpoğlu, 1999).

## **2.2. Bitkilerde Fosfor**

Fosfor bitki gelişimi için mutlak gerekli olan önemli bir besin elementidir. Fosfor bitkilerde organik ve inorganik bileşikler halinde bulunmakta (Blair, 1993), bitkinin vejetatif büyüme döneminde, optimal büyümesi için gerekli P miktarı, bitki kuru madde ağırlılığının yaklaşık % 0.3-0.5 ' ini oluşturmaktadır (Marschner, 1997; Rausch ve Bucher 2002). Toprak pH'sı bitkilerin P beslenmesini birincil olarak etkilemektedir. pH' daki değişmeler ile bitkilerin topraktan absorbe ettiği P formları da değişmektedir (Barber, 1984). Bitkilerce absorbe edilen P'nin çoğunun daha çok

birincil orto fosfat iyonu ( $H_2PO_4$ ), bir kısmının ise ikincil orto fosfat ( $HPO_4$ ) formunda olduğu bilinmektedir. Bu iyonlar asit topraklarda Fe ve Al ile çözünmeyen fosfat bileşikleri oluşturarak, pH'nın 7'den yukarı bulunduğu topraklarda ise Ca ile çözünmeyen bileşikler oluşturarak çökelediği belirlenmiştir. Yarayışlı P' un en yüksek olduğu toprak pH' sınırı ise 6.5-7.3 olarak tespit edilmiştir (Brady ve Weil., 1999). Bitkiler sadece inorganik formdaki P ile beslenmezler, organik formdaki nükleik asit ve fitin, toprak OM' sinin parçalanma ya da ayrışma ürünleri ile ortama gelen formları ile de beslenirler. Aktif mikrobiyal popülasyonun varlığı durumunda, dayanıksız olmaları nedeni ile tarla koşullarında yüksek bitkiler için P kaynağı oluşturması yönünden organik bileşiklerin önemi ve yararı sınırlıdır (Barber, 1984).

Fosfor birçok metabolik süreçte rol oynamaktadır. Fosforun bitki gelişimindeki en önemli görevi enerji depolama ve transferidir. Fosfat bitkilerin yapısı içinde ADP (Adenosin-difosfat) ve ATP (Adenosin-trifosfat)' ın herhangi birinde merkezi element olarak görev yapar ve enerji transferini sağlar. Bu yaşamsal metabolik fonksiyonların yanı sıra nükleik asitler, koenzimler, nükleotidler, fosfoproteinler, fosfolipidler ve şeker fosfatlar gibi önemli olan birçok enzimin yapısında bulunmaktadır (Güzel ve ark., 2002; Kalfa, 1997; Vance ve ark., 2003; Brady, 1984; Stevenson, 1986).

Fosfor kök gelişimini büyük ölçüde desteklemektedir. Bu sayede bitkiler güçlü ve iyi gelişmiş kök sistemine sahip olup, bitkilerin soğuk ve kuraklığa karşı dayanımını artırmakta (Brady, 1984; Stevenson, 1986) ve bitki besin elementlerin alınımına yardımcı olmaktadır (Barber, 1984). Fosfor alımında etkili olan en önemli bitkisel parametreler; kök büyüme hızı, kök çapı, kök uzunluğu, kök/yeşil aksam oranı ve kılcal kök yoğunluğu olarak sıralanabilir (Marshner, 1997; Machado ve ark., 2004). Bitkiler P' den yararlanabilmek için özellikle kök yapılarında değişiklik yaparak kök yüzey alanını, kök ağırlığını ve miktarını artırır, kök tüyleri ve organik salgılarda düşük YP' yi artırmada önemli fonksiyona sahiptirler (Stone ve ark., 2003). Köklerin fosfor ihtiyacı fazla olduğunda, fosfat bitki köklerine yüksek



oranda absorbe edilir ve bu durumda kök bölgesindeki toprak çözeltisi fosfatça fakirleşmektedir. Bu durumda kök yüzeyi çevresindeki fosfat konsantrasyonu ile tüm topraktaki fosfat konsantrasyonu arasında fark meydana getirir. Bu konsantrasyon düşüşü, fosfatın bitki köklerine doğru taşınım oranını belirlemektedir (Brohi ve ark., 1994; Smith, 2001).

Toprakta düşük P konsantrasyonlarında bitki beslenmesi açısından bitkilerin kök morfolojileri oldukça önemlidir. Toprakta YP' dan bitkilerin yararlanması türler arasındaki farklılıkların yanında bir kısmı da kök morfolojisindeki farklılıklar yoluyla açıklanmaktadır (Barley, 1970; Fohse ve ark., 1991; He ve ark., 2001; Shane ve ark., 2003). Fosfor yarayışlılığının düşük olduğu topraklarda kök tüyleri, absorpsiyon yüzeyini artırarak, çok düşük yarı çap oranı ile daha büyük toprak hacimlerine temas ederek kayda değer ölçüde YP miktarını artırmaktadırlar (Fohse ve ark., 1991).

Bitkiler kökleri aracılığı ile salgıladıkları organik salgılarla toprakta düşük çözünürlükte bulunan bitki besin elementlerinin yarayışlılığını artırmaktadırlar (Gardne ve ark., 1983; Ragothama, 1999; Palxton, 2004). Bunun yanında, mısır bitkisinde yaptıkları bir çalışmada bitkilerin kök salgılarıyla bitki kök bölgesi rizosferde kimyasal değişiklikler yaparak topraklarda yarayışsız halde bulunan P'un yarayışlılığını arttırabilme yeteneğine sahip olduğunu belirtmiştir (Machado ve Furlani, 2004).

Köklerin fosfor ihtiyacı fazla olduğunda, fosfat bitki köklerinde yüksek oranda absorbe edilir ve bu durumda kök bölgesindeki toprak çözeltisi fosfatça fakirleşmektedir. Bu durumda kök yüzeyi çevresindeki fosfat konsantrasyonu ile tüm topraktaki fosfat konsantrasyonu arasında fark meydana getirir. Bu konsantrasyon düşüşü, fosfatın bitki köklerine doğru taşınım oranını belirlemektedir (Brohi ve ark., 1994; Smith, 2001).

Genetik farklılıklarından dolayı kök tüyleri daha iyi gelişen çeşitlerde, asit fosfotaz enzim aktivitesi daha yüksek olmaktadır. Bu durumdan dolayı da P noksanlığı ve kılcak kökleri arasında P' un yayınlılığı açısından olumlu bir ilişki bulunmaktadır. Kök tüylerinin toprakta bulunan OP ve IP'den daha fazla yararlandıkları ve P alımında kök tüylerinin önemli bir fonksiyonu olduğu bilinmektedir (Gahoonia ve ark., 2001; Wasaki ve ark., 2003; Li ve ark., 2004).

Neumann ve ark., (2000) Proteid köklerle ilgili yapılan çalışmalar göstermiştir ki, proteid köklerden, proteid olmayan köklere göre daha fazla oranda P bitki bünyesine alınmaktadır.

Proteid kökleri, kök tüylerinin boylamsal olarak dizilip salkım şeklinde bir küme oluşturmasıyla meydana gelmektedir (Peek ve ark., 2003; Stone ve ark., 2003) ve kök yüzey alanını 100 kat artırarak toprak ile kök arasında büyük bir temas yüzeyi meydana getirmektedir (Schulze ve ark., 2002). Proteid kökleri oluşturdukları bu geniş temas yüzeyi ile bitkiye P alımı açısından avantaj sağlarken, aynı zamanda da organik bileşikler salgırlarlar (malat ve sitrat) ve P'un konsantrasyonu düştüğünde genotipik farklılıklardan dolayı proteid köklerin oranı artarak, bitki tarafından P'un alımı da artmaktadır (Lambers ve ark., 2002; Shen ve ark., 2003; Watt and Evans, 2003).

Fosfor noksanlığında kuru madde miktarı ve yaprak alanları azalmakta, noksanlıkta bitki gelişimi ile fotosentez olumsuz yönde etkilenmektedir (Colomb, 2000; Rodriguez ve ark., 2000). Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, yeterli P' ye sahip bitki ile P stresi altında yetişen bitki karşılaştırıldığında, P stresi altında yetişen bitkilerin yaprak alanı % 83 oranında azalmakta ve buna bağlı olarak da bitkinin fotosentez oranının da % 50 azalmaktadır (Rodriquez ve ark., 1998).

## 2.3.Topraklarda Fosfor döngüsü

### 2.3.1. Fosfor döngüsü

Pierzinsky (1989), Fosfor döngüsü, azot (N) döngüsündeki gaz formları ve oksidasyon aktiviteleri olmadığından dolayı daha basit olduğunu ve P döngüsünü 3 kategoriye ayırmıştır. Birinci kategori farklı kaynaklardan toprağa eklenen P (gübreler, bitki atıkları ve kullanılmış atık ürünler). İkinci kategori; içsel döngüsü ayrışma sonucu oluşan OP ve toprak çözeltisindeki P arasındaki etkileşim, çökelme/dissolusyon, adsorpsiyon/desorpsiyon, minerilizasyon/immobilizasyon gibi P' nin içsel döngüsü. Son kategori ise; erozyon, yıkanma ve bitkiler tarafından alınması ile uzaklaşması olarak belirlemiştir.

Havlin ve ark. (1999), toprakta bitkilerin ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde yeterli oranda P olmadığı durumlarda, P ilave edilerek istenen verim elde edilebileceğini belirtmektedir. Fosfor, hayvan gübresi gibi dış kaynaklardan (gübre ve çeşitli kompost mineraller), şehrsel (lağım suyu, çamur atıkları) ve endüstriyel atıklar, ticari gübreler (süperfosfat, triple süperfosfat), monoamonyum fosfat, amonyum fosfat ve kaya fosfatlardan sağlanabileceğini bildirmiştir.

### 3.1.Fosfor Yararışlılığı Kükürt İlişkisi

Singh ve Chaudhari (1997)'de kireçli bir toprakta yapmış olduğu bir tarla denemesinde elementel S uygulaması yer fıstığı bitkisinde; yapraklarda klorozu azaltmış; kuru madde, nodül oluşumu, tohum kabuğu, yağ verimi, bitki dokusundaki besin elementlerinin konsantrasyonunu ve alımını arttırmıştır. Elementel S yeterli dozdan, yüksek doza doğru çiçeklenme döneminde yer fıstığı yapraklarının N, P, K, S, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonlarını arttırmış, Ca düzeylerini ise düşürmüştür. S uygulamasındaki artışa bağlı olarak yer fıstığında bütün makro ve mikro besin elementlerinin alımı artmıştır. Fe, Mn ve Zn uygulaması, yer fıstığı yapraklarında Ca

konsantrasyonunu azaltmış, S konsantrasyonunu ise arttırmış ve bütün besin elementlerinin alımını arttırmıştır.

Topçuoğlu ve Yalçın (1997), tarafından, çok fazla kireç içeren siltli tınlı sera toprağına 0, 30, 60, 120 kg/da elementel S uygulanarak yetiştirilen domates bitkisinde meyve verimi, meyve kuru madde oranı, meyve asitliği ve yaprak klorofil içeriğinin arttığı, meyve pH'sı ve meyve titrasyon asitliğinde önemli bir değişiklik olmadığı, ayrıca bitkinin yaprak ayası, yaprak sapı ve meyve dokularındaki toplam S, N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn Mn, Cu ve aktif demir içerikleri genellikle artarken, toplam Fe içeriğinin azaldığı bildirilmiştir.

El-Fayoumy ve El-Gamal (1998), Mısır'da batı Nobaria bölgesinde kireçli bir toprakta 1992-1993 yaz aylarında toprak pH' sına, besin elementlerinin yararışlılığı ve alımına, patatesin yumru kalitesi ve verimi üzerine S uygulamasının etkisini araştırmak için iki tarla denemesi yürütmüşlerdir. Elementel S 5 dozda uygulanmıştır (Kontrol, %0.01, % 0.02, %0.03 ve %0.04). Sonuçlar göstermiştir ki S uygulamaları, toprak pH'sını azaltmış, topraktaki P ve mikro elementlerin yararışlılığını arttırmasının yanı sıra bitkinin yaprak ve yumrularının besin elementi alımını ve durumunu iyileştirmiştir.

Erkoç (2009), tarafından sera ortamında yetiştirilen domates bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada, bitkilerde yapılan yaprak analizlerinde P konsantrasyonu bakımından, S dozları arasında S2 dozu (100 kg/da) en fazla P konsantrasyonunu (% 0.75) olarak belirlemiştir.

### **2.5. Fosfor Yararışlılığı Organik Madde İlişkisi**

Dikinya ve Mufwanzala (2010), tarafından yapılan bir çalışmada ıspanak bitkisi (*Spinacia oleracea*) kullanılarak uygulanan TG' nin P ve N yararışlılığı ve verim üzerine etkilerini araştırmak amacıyla sera çalışması yürütmüşler. Calcisols,

Arenosols ve Luvisols olmak üzere 3 farklı toprak türü kullanılmış ve TG 5, 10, 20 ve 40% olmak üzere farklı seviyelerde toprağa karıştırılmıştır. Artan miktarda uygulanan TG'leri toprak pH ve EC'yi değiştirmemiş ve N ve P yarayışlılığını önemli derecede artırmıştır.

Halajna ve ark. (2009), Kireçli topraklarda toprak özellikleri ve AG uygulamasının YP ve YP' nin kimyasal özellikleri üzerine zamanın etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşler. Bu çalışmada, 8 toprak örneğine 2 dozda İP (0 ve 300 mg/kg) ve 2 dozda AG ( 0 ve %1). Yarayışlı P, 2, 5, 10, 30, 60, 90 ve 150 günlük inkübasyon çalışmaları sonucunda belirlendi. 5 ile 60 gün arasında YP oranında en fazla artış sağladığı tespit edilmiştir.

Garg ve Bahla ( 2008), organik gübrelerin P alınımı ve organik gübrelerin P yarayışlılığı üzerine etkilerini araştırmak amacıyla laboratuvar ve sera çalışması yürütmüştür. Bu amaçla, TG, AG, yeşil gübre, ürün atıkları ve artan miktarda P gübrelemeleri uygulanmıştır. Bu çalışmada kumlu-tınlı topraklar ve siltli-tınlı topraklar kullanılmış ve İnkübasyon çalışması 7, 15, 30, 60, 90 gün boyunca sürdürülmüştür. Uygulamalar sonucunda YP ve alkalin fosfat aktivitelerine bakılmıştır. 90 gün sonra en yüksek P alınımı TG uygulamalarında görülmüştür.

Laboski ve ark. (2003), yapmış olduğu bir çalışmada Organik gübre ile gübre olarak kullanılan P'yi 1 ay 9 ay arası inkübasyon çalışması gerçekleştirmiştir. Bu çalışmanın sonucunda Organik AG uygulanması YP miktarının arttığını daha fazla artırdığı belirtmiştir.

Brohi ve ark. ( 1996) tarafından sera koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü ve on işlemlilik olarak yürütülmüş. Denemede kuru esasa göre 0,1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5 t/da dozlarında sıvı tavuk gübresi banda uygulanmış, 3 ve 4 t/da dozlarında tütün tozu ile 2.5 ve 5.0 t/da dozlarında çiftlik gübresi uygulanmış. Araştırma sonuçlarına göre artan sıvı tavuk gübresi P alınımı artırdığı belirlenmiştir. En yüksek artış 4.5 t/ha dozunda görülmüştür.

Azeez ve ark. (2010), İt üzümü (*Cucurbita maxima L.*) ve balkabağı (*Solanum retroflexum Dun.*) bitkilerindeki verimi tespit etmek amacıyla 3 farklı organik gübre kullanılmıştır. Bu çalışmada, TG (1.07, 2.13, 4.28, 8.53, 17.1 ve 34.1 t/ha), Sığır gübresi (5.33, 10.66, 21.32, 42.64, 85.28 ve 170.56 t/ha) ve Keçi gübresi (2.13, 4.27, 8.53, 17.1, 34.1 ve 68.25 t/ha)lık dozlar hem İt üzümü hem de balkabağı bitkileri için uygulanmıştır. Bu çalışmada, hem İt üzümü hem de balkabağı bitkileri için ayrı saksı denemeleri kurulmuştur ve her örnekten 3 adet tekerrür dizayn edilmiştir. Çalışma sonucunda TG uygulamalarında, P miktarında artış İt üzümü bitkisinde (8.53 t/ha dan 17.1 t/ha) görülmüştür. Balkabağı bitkisinde ise (17.1 t/ha'dan 34.1 t/ha) görülmüştür.

Eraslan (1998), tarafından yapılan bir çalışmada toprağa 0, 2, 4, 8t/da olacak şekilde farklı dozlarda uygulanan AG' nin toprakların YP üzerine en önemli etkiyi 8t/da yaptığı bildirilmiştir. Toprak OM' sinin ilave edilen P'nin Al-P, Fe-P ve Ca-P ile olan reaksiyonlarını geciktirerek YP miktarını arttırdığını belirlemişlerdir (Tomer ve ark., 1984).

Zhang ve Mackenzie (1997), çiftlik gübresi ve ticari gübre (44 kg P/ha ) uygulamasının mısır tarımı altında P fraksiyonlarının zamana bağlı değişimini Hedley fraksiyonlamasıyla incelemişlerdir. Uygulamalar labil inorganik fraksiyonu arttırırken, orta dereceli YP ise azalmıştır. 132 kg P/ha ticari gübre + çiftlik gübresi uygulaması İP miktarını bikarbonat-İP, NaOH-Pİ ve Ca-Pİ üzerinde arttırmıştır. Çiftlik gübresiyle birlikte uygulanan her iki ticari gübre dozu yarayışlı bikarbonat-OP'yu arttırırken orta derecede yarayışlı NaOH-OP' yu azaltmıştır.

Fırat (1983), Tokat'ta çiftlik gübresi ile yapılan bir çalışmada hafif alkalin reaksiyonlu alüviyal toprakta çiftlik gübresinin, diamonyumfosfat (DAP), süperfosfat ve ham fosfatın artan değişik miktarları ile gerçekleştirdiği çalışmada topraktaki YP miktarının arttığı ve bu artışta çiftlik gübresinin olumlu etki yaptığı edilmiştir.

Elgala ve ark (1998), Mısır'dan alınan toprak örneklerinde besin elementi yarayırlılığı ve bitkilerin beslenme durumlarını araştırmak için bir inkübasyon denemesi yürütmüşlerdir. Araştırmacılar belirledikleri kumlu ve kumlu-tın tekstürlü iki kireçli toprağın kimyasal özellikleri üzerine OM, S ve farklı Fe formlarının uygulanmasının etkisini belirlemişlerdir. Muhtemelen OM ayrışmasının bir sonucu olarak 6 aylık inkübasyonu takiben, kumlu toprakta 8.27'den 7.88'e; kumlu-tın toprakta 9.15'den 8.47' ye pH azalması meydana gelmiştir. OM uygulamasıyla toplam N, YP, K, Fe ve Zn artmış, yararlanılabilir Mn azalmıştır. Organik madde uygulamasının etkileri kumlu- tın toprakta, kumlu toprağa göre daha yüksek olmuştur. İnkübasyon zamanının artışıyla yarayırlı P ve Fe azalmış, fakat Zn artmıştır. Topraklardaki Fe' nin miktarı şelat veya mineral formdaki Fe' nin inkübasyonu ile önemli bir şekilde etkilenmemiştir.

Brashi ve ark. (2003), tarafından yapılan çalışmada nem ve organik maddenin kireçli topraklarda P yarayırlılığına etkisi araştırılmıştır. Toprağın OM kapsamı arttırıldığında ekstrakte edilen Olsen-P' nin miktarında toprağın su içeriğinden bağımsız olarak önemli derecede bir artış meydana gelmiştir. Organik madde ilavesinden sonra toprakların adsorpsiyon izotermelerinde herhangi bir değişim meydana gelmezken çökeltme izotermelerinde önemli bir azalma meydana gelmiştir.

Hansen ve ark. (2004), tarafından yapılan bir çalışmada 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 TP miktarını artırırken, katı çiftlik gübresi uygulamasında ise alt katmanlardaki OP miktarında artış olmuştur.

Ajiboye ve ark. (2004), farklı biyolojik atıkların (çiftlik gübresi, etçil domuz gübresi) uygulandığı toprakların fırında kurutulmasıyla P formlarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Hedley fraksiyonlama tekniğiyle taze ve kurutulmuş organik atıkların İP ve OP fraksiyonları incelenmiştir. Su ile ekstrakte edilebilen

kısım % 10-40 arasında değiştiği NaHCO<sub>3</sub> ile ekstrakte edilen fosforun % 21-32, bu oranın süt sığırđ gübresinde % 45 olduğunu belirlemişlerdir. Labil P'un % 24-70 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Takeda, (2010) Japonya, Fukushima'nın Andosol özellik gösteren topraklarında 2005-2007 tarihleri arasında yapmış olduğu çalışmada soya fasulyesine uygulanan komposto hayvan gübreleri (0, 61,122 ve 183 kg P/ha) ve kışlık ürün artıklarının (Kolza, Çavdar) P yarayışlılığını artırdığı gözlemlemiştir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyaller

##### 3.1.1. Deneme toprağının özellikleri

Bu sera denemesinde, Şanlıurfa Harran ovasının Eyyübiye kampus alanında bulunan arazilerden İkizce serisi üzerinden 0-20 cm derinlikten alınan ve aşağıdaki özellikler bulunan topraklar kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Horizon	pH	OM (%)	KDK (me/100gr)	TP (mg/kg)	YP (mg/kg)	Kireç (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
Ap	7.85	0.9	49	627.9	37.9	11.5	24	26	50

Çizelge 3.2. Ahır gübresi, tavuk gübresi uygulamalarının suda çözülebilir fosfor ve toplam fosfor içerikleri

Gübre Cinsi	Toplam Fosfor (mg/kg)	Yarıyıllı Fosfor (mg/kg)
Tavuk Gübresi	17850.4	2856.5
Ahır Gübresi	3602.3	520.5

##### 3.1.2. Denemede kullanılan uygulamalar

Çalışmalarda yapılan uygulamalar 3 TG X 3AG X 3S dozları kombinasyonundan oluşmuştur. Deneme faktöriyel bir deneme olup, 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Oluşturulan deneme kombinasyonları aşağıda verildiği şekildedir:

Çizelge 3.3. Deneme kombinasyonları

Kükürt Oranları (t/ha)	Ahır Gübresi Oranları (t/ha)	Tavuk Gübresi (t/ha)
Kükürt- 0	Ahır Gübresi- 0	Tavuk Gübresi- 0
Kükürt- 0.75 t/ha (0.37gr/kg)	Ahır Gübresi- 20 t/ha (10 gr/kg)	Tavuk Gübresi- 4 t/ha (2gr/kg)
Kükürt- 1.50 t/ha (0.75 gr/kg)	Ahır Gübresi- 40 t/ha (20 gr/kg)	Tavuk Gübresi- 8 t/ha (4gr/kg)

### 3.2.Yöntem

#### 3.2.1. İnkübasyon çalışması

Çalışmada kullanılacak elementel S miktarını saksılara ne kadar uygulanacağını belirlemek amacıyla 5 farklı S dozunu (0.25, 0.5, 0.75, 0.1, 1.5) t/ha olarak her birinden 3 tekerrür olmak üzere bir inkübasyon çalışması yapıldı. Topraklar 2 mm'lik elekten geçirildi ve S dozları uygulandı. Bu örnekler oda sıcaklığında %20 lik nem oranında toprak tanecikleriyle iyice karıştırıldıktan sonra 1 hafta, 15 gün, 1 ay sonrasında örnekleme yapıldı ve her bir örnekten alınan 10 gr toprağın pH dereceleri ölçüldü. Daha sonra sonuçlara göre her saksıya 0, 0.75 t/ha ve 1.5 t/ha gelecek şekilde kükürt uygulandı.

Çizelge 3.4. 100 gr toprak için uygulanan Kükürt dozları

Kükürt Dozu (S)	S Dozu miktarı (t/ha)	100gr Toprak İçin (mg)
S0	0	0
S1	0.25	12.5
S2	0.50	25
S3	0.75	37.5
S4	0.100	50
S5	0.150	75

#### 3.2.2. Sera Denemesinin Kurulması

Çalışmada S, AG ve TG dozları uygulanmıştır. Denemede Harran ovasında yaygın olarak yetiştirilen buğday bitkisi seçilmiştir. Harran ovası Eyyübiye Kampüsü İkizce serisinden 0-20 cm den alınan toprak örnekleri kurutulduktan sonra 2mm' lik çelik elekten geçirilip, 1 litrelik her bir saksıya 1000 gr toprak doldurulmuştur. Çalışmada 3 (S) x 3 (AG) x 3 (TG) x 3 (tekerrür) olmak üzere toplam 81 saksı kullanılmıştır. Çalışma tesadüf blokları deneme deseninde sera koşullarında kuruldu.

Ekim yapılmadan önce toprak %20 lik nem düzeyine getirildi. Her bir saksıya uygulanması gereken toprak düzenleyicileri uygulandı ve her saksıya 12 tohum ekilmiş ve her saksıda 6 bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Bitkilere

hoagland besin solüsyonu ve gerekli görüldüğü takdirde saf su ile sulanmıştır. Hoagland besin solüsyonu içeriği aşağıdaki verilmiştir (çizelge 3.4). Saksılardaki yabancı otlar elle yolmak suretiyle temizlenerek ve haşere bulunması durumunda ilaçlama yapılmıştır. Bitkiler 50 gün sonra hasat edilmiştir.

Çizelge 3.5. Saksılarda kullanılan hoagland solüsyon'unun besin içeriği (Rafi ve Epstein, 1999)

Makro elementler		Mikro elementler	
Bileşik	Konsantrasyon(m/M)	Bileşik	Konsantrasyon( $\mu$ /M)
KNO <sub>3</sub>	3	KCl	25
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	12.5
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.5	MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	1
MgSO <sub>4</sub>	0.5	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	1
		CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.25
		H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	0.25
		NiSO <sub>4</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.1
		Fe-EDTA	100

Hasat; her bir saksıdaki bitkideki toprakla temas ettiği noktaya kadar olan kısmı yani yeşil aksam, makasla kesilip saf su ile yıkandıktan sonra kağıt havlularla kurulanıp etiketlenmiş olan kese kağıtlarına konulmuştur. Aynı şekilde her bir saksıdaki bitki kökleri toprak içerisinden çıkarılıp bol su ile yıkanıp kurulanıp, kese kağıtlarına yerleştirilip, yeşil ot verimi için yaş ağırlıkları alınarak kuru ağırlığını belirlemek için 65°C de etüve yerleştirilmiştir. Kuru ağırlığı alınan bitki örnekleri alınarak yaş yakma yapılmıştır. Toprağın, ekim öncesi ve hasat sonrası durumunu karşılaştırmak amacıyla her bir saksıdan 150gr toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri kurutulduktan sonra analizler için hazırlandı.

### 3.2.3. Çalışmada yapılan genel toprak analizleri

#### 3.2.3.1. Fiziksel ve Kimyasal analizler

Toprak reaksiyonu, Diyonize su kullanarak saturasyon çamuru sonucu elde edilen karışımdan alınan ekstratın pH metre ile ölçülmesiyle belirlenmiştir( Thomas, 1996). Elektriksel iletkenlik, saturasyon çamuru sonucu elde edilen karışımdan alınan ekstratın EC metre ile ölçülmesiyle elde edilmiştir( Rhoades, 1996). Katyon değişim kapasitesi; amonyum ve sodyum asetat çözeltileri esasına dayanan metodu ile belirlenmiştir (Sumner, 1996). Organik madde miktarı hesaplanırken Jakson

(1962)' de belirttiği gibi modifiye Walkley Black esasına dayanan yöntem ile belirlenmiştir.

Toprak tekstürü, Hazırlanmış toprak örneklerinden 50 gr alınan topraktaki organik madde ve karbonatlar giderildikten sonra 150 ml saf su ilave edilir. Karıştırılır ve 24 saat bekletilir. Daha sonra hidrometre kullanılarak 40' inci saniyede kum+Silt ve 2' inci saatte ise kil okumaları yapılarak tekstür belirlenmiştir( Bouyoucos, 1951).

### **3.2.4. Çalışmada Yapılan Fosfor Analizleri**

#### **3.2.4.1 Toplam fosfor**

Harwood ve ark. (1969) Tarafından bildirilen, Sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ile karıştırıldıktan sonra ergitilen toprakta çözünmez haldeki fosforu çözünebilir hale dönüştürüldükten sonra askorbik asit ile fosfomolibdat komplekslerini Molibdofosforik mavi renk yöntemine göre spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda okunarak belirlenmiştir.

#### **3.2.4.2. Yarayırlı fosfor ( Olsen P)**

Olsen ve ark. (1954) Tarafından belirtilen, YP Olsen metoduna göre elde edilmiştir. Toprakta bulunan P' nin bikarbonat ( 0,5 M  $\text{NaHCO}_3$ ) çözeltilisinin pH 8.50'ye ayarlanması ile açığa çıkan ve bu çözeltide bulunan P miktarına göre mavi renk oluşturan bir ortamda bağlayıp, indirgeyerek elde edilen mavi rengin spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda okunması sonucu belirlenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar aynı koşullarda hazırlanmış ve P içeriği bilinen standart çözeltilerle kıyaslanması esasına dayanarak belirlenmiştir.

**3.3. Bitki Analizleri**

Bitki boyu: Rastgele seçilen en az 5 bitkinin toprakla temas ettiği kök bölgesinden kesilerek ölçülmesiyle elde edildi.

Yeşil ot verimi: Her bir saksıdan biçilerek hasat edilen otsu bitkiler tartılarak belirlenmiştir.

Kuru ot verimi: Her bir saksıdan alınan 0.5 g'lık yaş bitki örneklerinin 70 °C de ağırlıkları sabitleşinceye kadar 48 saat kurutma dolabında bırakılarak hesaplanan kuru ot oranı ile saksı yeşil ot verimin çarpılmasıyla bulunmuştur.

**3.4. İstatistik analizleri**

Bu çalışma üç tekerrürlü faktöriyel deneme planına göre yürütülmüştür. İstatistik analizler SAS programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalama değerlerin karşılaştırılmasında (LSD) farklı en küçük değerler kullanıldı.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Ahır Gübresi, Tavuk Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Toplam

#### Fosfor ve Yarayışlı Fosfor Üzerine Etkileri

Tavuk gübresi uygulamalarından 8 t/ha ve 4 t/ha lık doz uygulaması YP miktarını artırmıştır. En fazla artış 59.2 mg/ kg ile 8t/ha lık uygulamalarda görülmüştür (şekil 4.1). Bu artış tavuk gübresinin yüksek dozda suda çözülebilir P'ye sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tavuk gübresi yüzde P içeriği %14 iken, ilk topraktaki TP'nin uygulanan TG içeriğindeki oranı % 3.51' dir. Ahır gübresi uygulamaları ile YP arasındaki ilişki istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (çizelge 4.1). Ahır gübresi YP miktarını ilk topraktaki YP oranına göre artırmıştır. Ahır gübresi uygulamalarında YP üzerine en önemli etkiyi 66.5 mg/kg ile 40t/ ha lık uygulamalarda görülmüştür (çizelge 4.2, şekil 4.2 ).

Toplam P ile yalnızca TG uygulamaları arasında interaksiyon görülmüştür (çizelge 4.1). Hiçbir uygulama yapmadan önce toprakta 627.9 mg/kg TP bulunmakta idi. Tavuk gübresi uygulamalarında 761.9 mg/kg ile 4t/ha lık dozda en fazla artışı göstermiştir (çizelge 4.2, şekil 4.3). Bu artış daha çok TG' sinin yüksek P içeriğine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanında daha fazla artış görülmemesinin sebebi saksılara uygulanan TG ve AG boyutlarının 2 mm'den daha büyük olması ile iyi bir karışma olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Organik madde uygulamalarının toprakta hem yarayışlı fosfor hem de toplam fosfor içeriğini artırdığı birçok çalışmada rapor edilmiştir.

Eraslan (1998), farklı dozlarda uygulanan AG uygulamalarının toprakların YP alınımını artırdığını rapor etmiştir. Benzer sonuçlar (Tomer ve ark. 1984; Fırat 1983; Elgala ve ark 1998; Brashi ve ark. 2003) taraflarında rapor edilmiştir.

Hansen ve ark. (2004), tarafından yapılan bir çalışmada farklı çiftlik gübreleri uygulandığında toprağın üst katmanındaki toplam miktarları arasında bir farklılık bulunmazken; sıvı çiftlik gübresinin uygulaması alt katmanlardaki TP miktarını artırdığını rapor etmiştir.

Çizelge 4.1. Kükürt, ahır ve tavuk gübreleri ile yarıyırlı ve toplam fosfor arasındaki ilişki

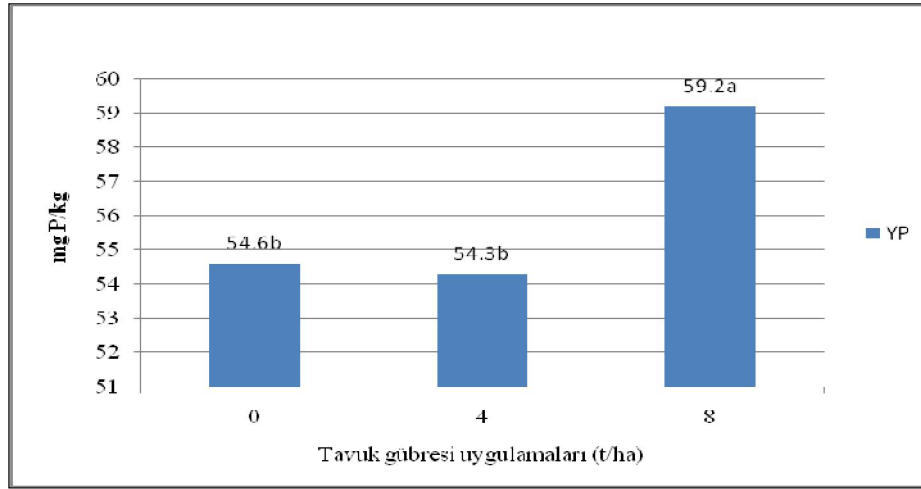
F Testi	Yarıyırlı Fosfor	Toplam Fosfor
TG	*	*
AG	**	ÖD
S	ÖD	ÖD
TG*AG	ÖD	ÖD
TG*S	ÖD	ÖD
TG*AG*S	ÖD	ÖD

\*, \*\*, ÖD, sırası ile istatistiksel olarak 0.05, 0.01, önem değerlerini ve önemli değil göstermektedir.

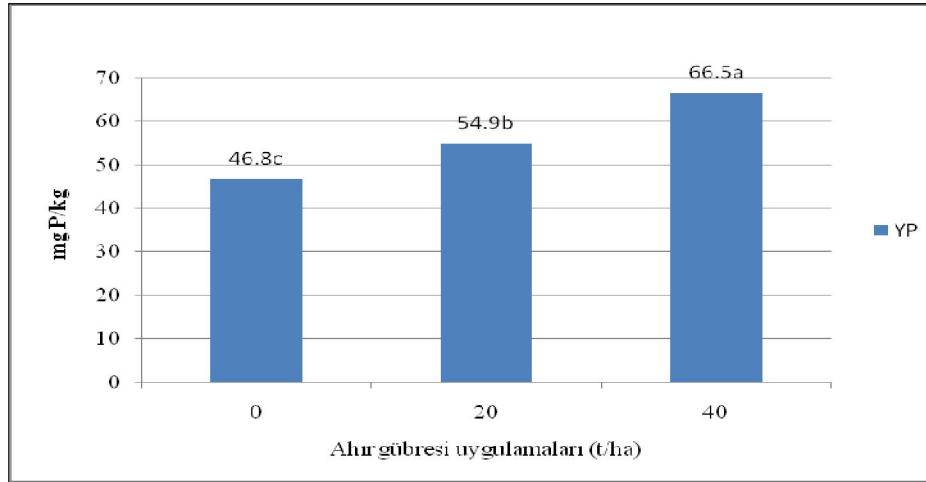
Çizelge 4.2. Kükürt, ahır ve tavuk gübresinin yarıyırlı ve toplam fosfor üzerine etkileri

Tavuk Gübresi	Yarıyırlı Fosfor	Toplam Fosfor	Ahır Gübresi	Yarıyırlı Fosfor	Toplam Fosfor	Kükürt	Yarıyırlı Fosfor	Toplam Fosfor
	-----mg/kg-----			----- mg/kg-----			----- mg/kg-----	
0	54.6b	677.9b	0	46.8c	696.2a	0	50.7a	715.7a
4	54.3b	761.9a	20	54.9b	713.0a	0.75	50.6a	700.2a
8	59.2a	678.2b	40	66.5a	708.8a	1.5	51.8a	702.1a
F Testi	**	**	F Testi	**	ÖD	F Testi	ÖD	ÖD

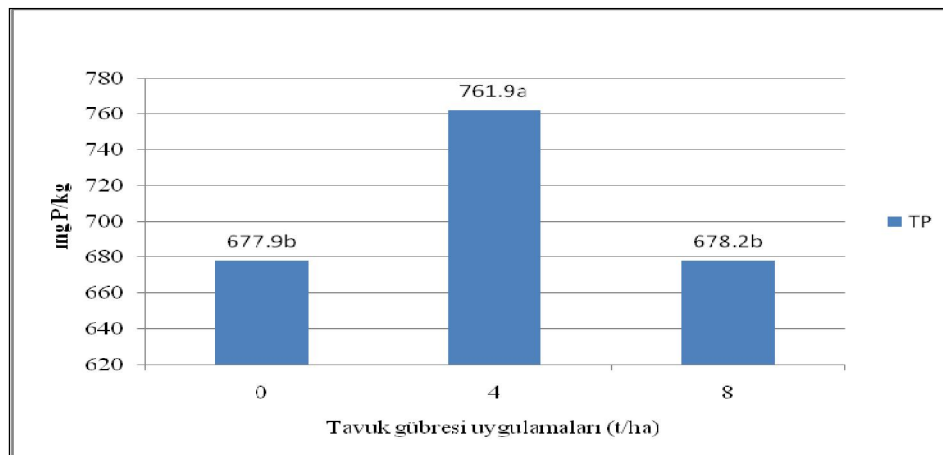
\*, \*\*, ÖD, sırası ile istatistiksel olarak 0.05, 0.01, önem değerlerini ve önemli değil göstermektedir.



Şekil 4.1. Tavuk gübresi uygulamalarının yarıyışlı fosfor üzerine etkileri



Şekil 4.2. Ahır gübresi uygulamalarının yarıyışlı fosfor üzerine etkileri



Şekil 4.3. Tavuk gübresi uygulamalarının toplam fosfor üzerine etkileri



#### 4.2. Ahır Gübresi, Tavuk Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının pH ve EC Üzerine Etkileri

Kükürt uygulamalarını ile toprak pH'sı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kükürt uygulanmayan toprağın pH' sı 7.94 iken S' ün artan dozda uygulanmasıyla toprak pH' sı en fazla 1.5 t/ha lık dozda pH' nın 7.84' e düşmesini sağlamıştır (çizelge 4.3, 4.4). Aynı şekilde S uygulamaları S' ün zamanla sülfat formana dönüşüp tuzları çözmesiyle EC miktarı arasındaki ilişki önemli düzeyde bulunmuştur. En fazla EC miktarı (1169.4  $\mu\text{S/cm}$ ) ile 1.5 t/ha lık uygulamada görülmüştür (çizelge 4.4). Tavuk gübresi, AG ve Sarasında üçlü interaksiyon görülmemiştir. Aynı şekilde ikili interaksiyonlar arasında da ilişki önemli değildir. Aynı şekilde 50 gün sonucunda farklı dozda uygulanan TG, AG ve S uygulamaları ile pH ve EC deki değişim aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir ( şekil 4.1, 4.2 ).

Ahır gübresi, TG uygulamaları ile toprak pH ' sı arasında ilişki anlamak için birçok araştırma yapılmıştır. Aynı şekilde El-Fayoumy ve El-Gamal (1998), yapmış olduğu bir çalışmayla 5 farklı dozda S uygulaması sonucu zamanla toprak pH ' sının azaldığını rapor etmiştir.

Dikinya ve Mufwanzala (2010), artan miktarda uygulanan farklı dozda uygulanan TG' nin (5, 10, 20 ve 40% ) topraktaki pH ve EC' yi değiştirmedğini rapor etmiştir.

Çizelge 4.3. Kükürt, ahır ve tavuk gübreleri ile pH ve EC arasındaki ilişki

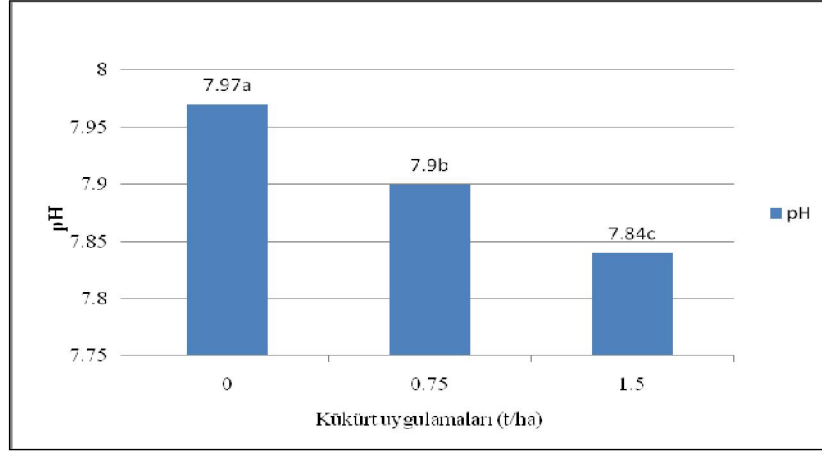
F Testi	pH	EC ( $\mu$ S/cm)
TG	ÖD	ÖD
AG	ÖD	ÖD
S	**	**
TG*AG	ÖD	ÖD
TG*S	ÖD	ÖD
TG*AG*S	ÖD	ÖD

\*, \*\*, ÖD, sırası ile istatistiksel olarak 0.05, 0.01, önem değerlerini ve önemli değil göstermektedir.

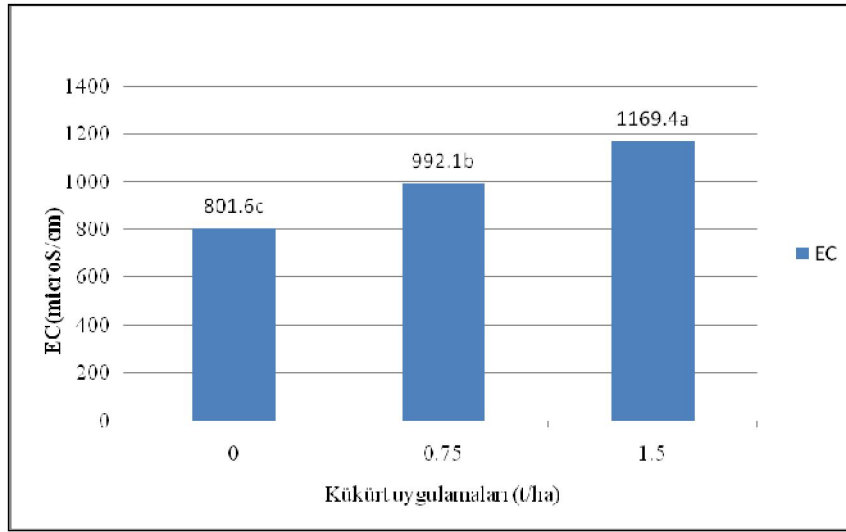
Çizelge 4.4. Kükürt, tavuk ve ahır gübresinin pH ve EC üzerine etkileri

TG (t/ha)	pH	EC ( $\mu$ S/cm)	AG (t/ha)	pH	EC ( $\mu$ S/cm)	S (t/ha)	pH	EC ( $\mu$ S/cm)
0	7.90a	1024.5a	0	7.91a	964.6a	0	7.97a	801.6c
4	7.91a	945.8a	20	7.91a	973.8a	0.75	7.90b	992.1b
8	7.90a	992.8a	40	7.89a	1024.a	1.50	7.84c	1169.4a
F Testi	ÖD	ÖD	F Testi	ÖD	ÖD	F Testi	**	**

\*, \*\*, ÖD, sırası ile istatistiksel olarak 0.05, 0.01, önem değerlerini ve önemli değil göstermektedir



Şekil 4.4. Kükürt uygulamalarının pH üzerine etkileri



Şekil 4.5. Kükürt uygulamalarının EC üzerine etkileri

#### 4.3. Ahır Gübresi, Tavuk Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Gövdede ve

##### Kökteki Fosfor Üzerine Etkileri

Tavuk gübresi, AG ve S uygulamaları arasında üçlü interaksiyon vardır. Üç uygulama birlikte uygulandığı zaman gövdedeki P ve kökteki P arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur. Tavuk gübresi uygulamalarının gövdedeki P üzerine etkisi önemli olmamasına rağmen, kökteki P üzerine etkisi önemli bulunmuştur (çizelge 4.5 ). En fazla artış 1928 mg/kg ile 4t/ha lık tavuk gübresi dozunda görülmüştür (çizelge 4.6). Kükürt uygulamalarının gövdede ve kökte P üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyinde bulunmuştur (çizelge 4.5, 4.6). Ahır

gübresi uygulamalarının gövdede ve kökteki P üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyinde bulunmuştur (çizelge 4.5, 4.6). Ahır gübresindeki en fazla artış 3452 mg/kg ile 40 t/ha lık AG dozunda görülmüştür (çizelge 4.6). Tavuk gübresi ve \* AG, TG \* S uygulamaları sonucunda gövdede ve kökteki P arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur (çizelge 4.5). Ortalama olarak gövdede bulunan P kökteki P miktarına göre daha fazla çıkmıştır. Bunun nedeni, P elementinin toprakta hareketi sınırlı olmasına rağmen, bitki içerisinde hareketli olmasından kaynaklandığını birçok araştırmacı rapor etmiştir. Tavuk gübresi, AG ve S uygulamaların gövdede ve kökteki P ile ilişkisi aşağıda gösterilmiştir (şekil 4.3, 4.4, 4.5 ).

Çizelge 4.5. Kükürt, ahır ve tavuk gübreleri ile gövdedeki P ve kökteki P arasındaki ilişki

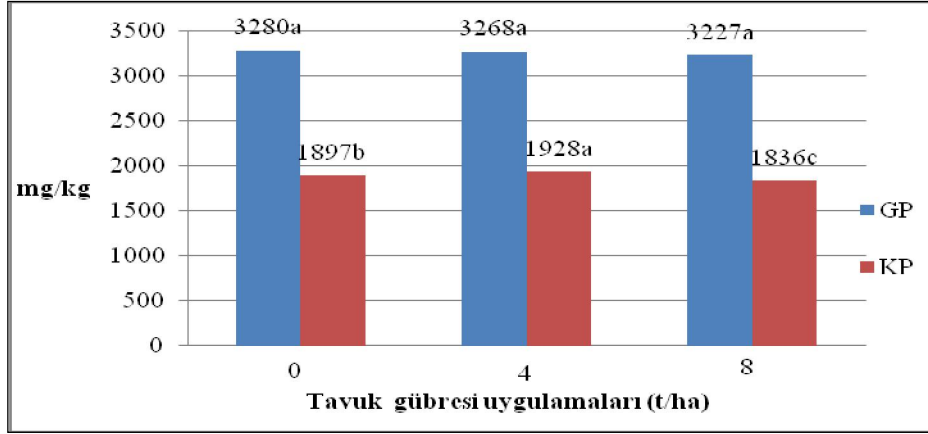
F Testi	Gövdede Fosfor	Kökte Fosfor
TG	ÖD	**
AG	**	**
S	*	**
TG*AG	ÖD	**
TG*S	ÖD	**
TG*AG*S	ÖD	**

\*, \*\*, ÖD, sırası ile istatistiksel olarak 0.05, 0.01, önem değerlerini ve önemli değil göstermektedir.

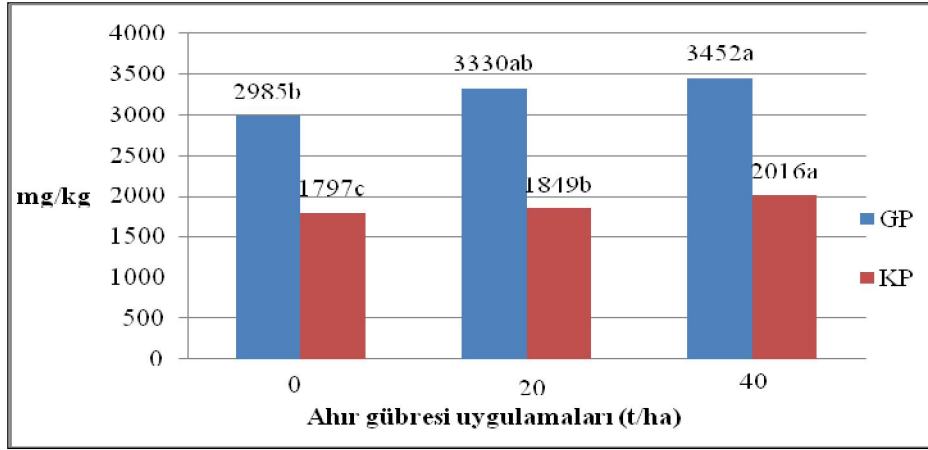
Çizelge 4.6. Kükürt, ahır ve tavuk gübresinin gövde ve kökteki fosfor üzerine etkileri

TG (t/ha)	Gövdede P ------(mg/kg)-----	Kökte P	AG (t/ha)	Gövdede P ------(mg/kg)-----	Kökte P	S (t/ha)	Gövdede P ------(mg/kg)-----	Kökte P
0	3280a	1897b	0	2985b	1797c	0	3041a	1860c
4	3268a	1928a	20	3330ab	1849b	0.75	3323a	1904a
8	3227a	1836c	40	3452a	2016a	1.50	3403a	1899b
F Testi	ÖD	**	F Testi	**	**	F Testi	ÖD	**

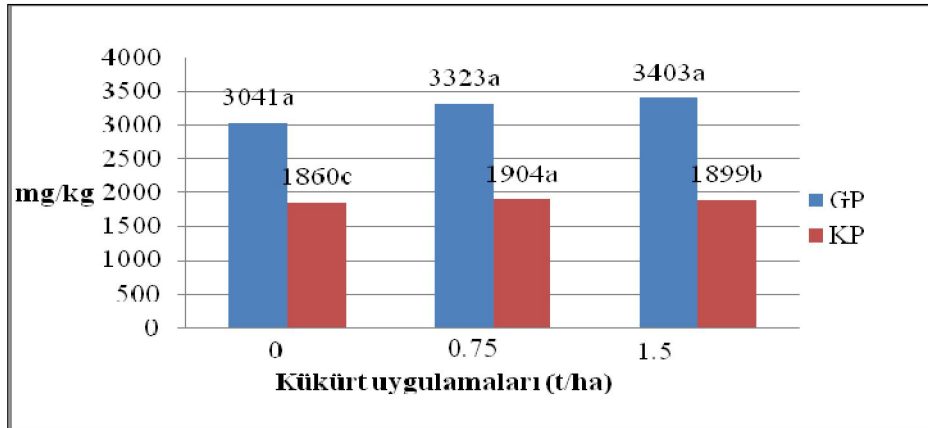
\*, \*\*, ÖD, sırası ile istatistiksel olarak 0.05, 0.01, önem değerlerini ve önemli değil göstermektedir.



Şekil 4.6. Tavuk gübresi uygulamalarının gövde ve kökteki fosfor üzerine etkileri



Şekil 4.7. Ahr gübresi uygulamalarının gövde ve kökteki fosfor üzerine etkileri



Şekil 4.8. Kükürt uygulamalarının gövde ve kökteki fosfor üzerine etkileri

#### 4.4. Ahır Gübresi, Tavuk Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Bitki Boyu, Yaş Ağırlık Üzerine Etkileri

Ahır gübresi, AG ve S arasında üçlü interaksiyon bulunmamıştır (çizelge 4.7, 4.8 ). Kükürt uygulamalarının hem bitki boyu hem de yaş ağırlık üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyinde bulunmuştur (çizelge 4.7, 4.8 ). Ahır gübresi uygulamalarının bitki boyu, yaş ağırlık üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyinde bulunmuştur (çizelge 4.7, 4.8 ). Ahır gübresi uygulamalarında, bitki boyu 27 cm ile 28.9 cm arasında ve yaş ağırlık, 2.6 gr ile 3.5 gr arasında değişmekle birlikte en fazla etki 20 t/ha lık uygulamalarda görülmüştür (çizelge 4.8). Tavuk gübresi ile S ve AG ile TG arasında ikili interaksiyon yoktur (çizelge 4.7, 4.8 ).

Çizelge 4.7. Kükürt, ahır ve tavuk gübrelere ile bitki boyu, yaş ve kuru ağırlıkları arasındaki ilişki

F Testi	Bitki Boyu	Yaş Ağırlık	Kuru Ağırlık
TG	ÖD	ÖD	ÖD
AG	**	**	**
S	**	**	*
TG*AG	ÖD	ÖD	ÖD
TG*S	ÖD	ÖD	ÖD
TG*AG*S	ÖD	ÖD	ÖD

\*, \*\*, ÖD, sırası ile istatistiksel olarak 0.05, 0.01, önem değerlerini ve önemli değil göstermektedir.

Çizelge 4.8. Kükürt, ahır ve tavuk gübresi ile bitki boyu, yaş ağırlık ve kuru ağırlık üzerine etkileri

Tavuk Gübresi (t/ha)	Bitki Boyu (cm)	Yaş Ağırlık (gr)	Kuru Ağırlık
0	28.1a	3.196a	1.519 a
4	28.6a	3.273a	1.526 a
8	27.8a	3.081a	1.464 a
F Testi	ÖD	ÖD	ÖD
Ahır Gübresi (t/ha)	Bitki Boyu (cm)	Yaş Ağırlık (gr)	Kuru Ağırlık
0	27.0b	2.624b	1.297b
20	28.9a	3.512a	1.622a
40	28.7a	3.414a	1.59a
F Testi	**	**	**
Kükürt (t/ha)	Bitki Boyu (cm)	Yaş Ağırlık (gr)	Kuru Ağırlık
0	27.2b	2.917b	1.412a
0.75	28.8a	3.288a	1.525a
1.50	28.6a	3.345a	1.573a
0	**	**	ÖD

\*, \*\*, ÖD, sırası ile istatistiksel olarak 0.05, 0.01, önem değerlerini ve önemli değil göstermektedir.

#### 4.5. Ahır Gübresi, Tavuk Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Gövdedeki

##### Ca, Mg, Fe, Zn, K Üzerine Etkileri

Tavuk gübresi, AG ve S birlikte uygulandığı zaman Fe, Mg, K, Zn üzerine etkisi önemli değildir. (çizelge 4.9, 4.10). Kükürt uygulamalarının Fe, Mg, K üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz olup Zn üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyinde bulunmuştur (çizelge 4.9, 4.10). Artan dozda AG uygulamaları Fe, Mg üzerine etkileri önemli olmayıp, K ve Zn üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyinde bulunmuştur (çizelge 4.9, 4.10). Tavuk gübresi ve AG birlikte uygulandığı zaman Fe, Mg, K, Zn üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli değildir (çizelge 4.9, 4.10). Tavuk gübresi ve S birlikte uygulandığı zaman Fe, Mg, K, Zn üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli değildir (çizelge 4.9, 4.10).

Singh ve Chaudhari, (1997) yapmış olduğu bir çalışmada, elementel S yeterli dozdan, yüksek doza doğru çiçeklenme döneminde yer fıstığı yapraklarının N, P, K, S, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonlarını arttırmış, Ca düzeylerini ise düşürmüştür. S uygulamasındaki artışa bağlı olarak yer fıstığında bütün makro ve mikro besin elementlerinin alımı artırdığını rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.9. Kükürt, ahır ve tavuk gübreleri ile gövdedeki Ca, Mg, Fe, K, Zn arasındaki ilişki

F Testi	K	Mg	Ca	Fe	Zn
TG	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
AG	ÖD	*	ÖD	ÖD	**
S	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	**
TG*AG	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
TG*S	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
TG*AG*S	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

\*, \*\*, ÖD, sırası ile istatistiksel olarak 0.05, 0.01, önem değerlerini ve önemli değili göstermektedir.

Çizelge 4.10. Kükürt, ahır gübresi ve tavuk gübresinin gövdedeki Ca, Fe, K, Mg, Zn üzerine etkileri

TG (t/ha)	Ca	Fe	K	Mg	Zn
----- (mg/kg)-----					
0	4562a	285a	29882a	923a	20.8a
4	4417a	97.2a	30812a	870a	22.2a
8	4712a	95.9a	28122a	832a	22.6a
F Testi	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
AG (t/ha)	Ca	Fe	K	Mg	Zn
----- (mg/kg)-----					
0	4474a	275a	28033a	823a	18.9b
20	4617a	94.6a	30877a	900a	22.6ab
40	4358a	108a	29907a	903a	24.1a
F Testi	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	**
S (t/ha)	Ca	Fe	K	Mg	Zn
----- (mg/kg)-----					
0	4443a	92.7 a	28237a	864a	18.4b
0.75	4511a	97.8a	30513a	882a	21.9ab
1.50	4496a	287a	30067a	881a	25.3a
F Testi	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	**

\*, \*\*, ÖD, sırası ile istatistiksel olarak 0.05, 0.01, önem değerlerini ve önemli değili göstermektedir.



#### 4.6. Ahır Gübresi, Tavuk Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Kökteki

##### Ca, Mg, Fe, Zn, K Üzerine Etkileri

Ahır gübresi, TG ve S birlikte uygulandığı zaman kökteki Fe, Mg, K, Zn üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur (çizelge 4.11, 4.12 ). Kükürt uygulamalarının Fe, Mg, K, Zn üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyinde bulunmuştur (çizelge 4.11, 4.12 ). Tavuk gübresi ile S, TG ile ahır AG arasında Fe, Mg, K, Zn üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyinde bulunmuştur (çizelge 4.11, 4.12 ).

Çizelge 4.11. Kükürt, ahır ve tavuk gübreleri ile kökteki bazı elementler arasındaki ilişki

F Testi	K	Mg	Ca	Fe	Zn
TG	**	**	**	**	**
AG	**	**	**	**	**
S	**	**	**	**	**
TG*AG	**	**	**	**	**
TG*S	**	**	**	**	**
TG*AG*S	**	**	**	**	**

\*, \*\*, ÖD, sırası ile istatistiksel olarak 0.05, 0.01, önem değerlerini ve önemli değili göstermektedir.

Çizelge 4.12.Kükürt, ahır ve tavuk gübresi uygulamalarının kökteki Ca, Fe, K, Mg, Zn üzerine etkileri

TG (t/ha)	Ca	Fe	K	Mg	Zn
	----- (mg/kg)-----				
0	8914b	337c	6747b	827b	38.1b
4	7960a	369b	7294a	859a	49.6a
8	7053c	547a	5919c	793c	30.5c
F Testi	**	**	**	**	**

AG (t/ha)	Ca	Fe	K	Mg	Zn
	----- (mg/kg)-----				
0	6930c	404b	6287c	776c	43.7a
20	8374b	370c	6951a	822b	35.4c
40	9202a	480a	6271b	882a	39.0b
F Testi	**	**	**	**	**

S (t/ha)	Ca	Fe	K	Mg	Zn
	----- (mg/kg)-----				
0	8173b	496a	6411c	815c	38.2b
0.75	7747a	409b	6830a	837a	43.9a
1.50	8486a	354c	7718b	827b	36.0c
F Testi	**	**	**	**	**

\*, \*\*, ÖD, sırası ile istatistiksel olarak 0.05, 0.01, önem değerlerini ve önemli değil göstermektedir.

**5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER**

Topraklarda artan dozlarda uygulanan tavuk gübresi ve ahır gübresi uygulamaları toprakta yarayışlı fosfor oranını artırmıştır. Tavuk gübresi uygulamaları yarayışlı fosfor miktarını 37.9 mg/kg ‘dan 59.2 mg/kg seviyelerine çıkarmıştır. Aynı şekilde artan ahır gübresi miktarı yarayışlı fosfor miktarını 66.5 mg/ kg seviyelerine çıkarmıştır. Bunun yanında, tavuk gübresi uygulamalarının etkisiyle toplam fosfor miktarı da 627.9 mg/kg seviyesinden 761.9 mg/kg seviyelerine yükselmiştir. Ekim öncesinde, toprakta bulunan YP/TP oranı % 3.5 iken, tavuk gübresi uygulaması sonucunda topraktaki YP/TP oranı % 8.7’ye ve ahır gübresi uygulamasıyla bu oran %9.3’e yükselmiştir. Kükürt uygulamalarının YP ve TP miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır. Ayrıca TG uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Genel olarak artan dozda uygulanan AG, TG ve S uygulamaları kökteki P üzerine olumlu etki yapmışlardır.

## KAYNAKLAR

- ABEL, S., TICCONI, A. C. and DELATORRE, A., C. 2002. Phosphate Sensing in High Plants. *Physiologia Plantarum* 115:1-8.
- 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.
- ALAM, M. M., and LADHA, J. K., 2004. Optimizing Phosphorus Fertilization in An Intensive Vegetable-Rice Cropping System. *Biol Fertil Soils* 40: 277–283. 82(1): 1-24.
- AZEEZ, J.O., AVERBEKE, W. Van., OKOROGBONA A.O.M., 2010. Differential Responses in Yield of Pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and Nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the Application of Three Animal Manures. *Bioresource Technology* (101):2499–2505
- BARBER S. 1984. *Soil Nutrient Bioavailability: A Mechanistic Approach*. New York, NY, USA: John Wiley.
- BARLEY, K. P., 1970. The Configuration of The Root System in Relation to Nutrient Uptake. *Adv. Agron.*22: 159-201.
- BERTRAND, I., HINSINGER, P., JAILLARD, B., ARVIEU, J. C. 1999. Dynamics of Phosphorus in The Rhizosphere of Maize and Rape Grown on Synthetic, Phosphated Calcite and Goethite. *Plant and Soil* 211 (1): 111-119 1999.
- BLAIR, G., 1993. Nutrient Efficiency-What Do We Really Mean? P. J. Randall et all. (eds) *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*, 205-213.
- BRADY, N. C. and WEIL, R. R., 1999. *The Nature and Properties of Soils* by Prentice-Hall, Inc, 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.
- BRINCK, J. N., 1978. World Resources of Phosphorus. In: *Phosphorus in The Environment: Its Chemistry and Biochemistry*. Ciba Foundation Sym. 57: 23-63
- BROHI, A. R., AYDENIZ, A., KARAMAN, M. R., ERSAHIN, S., 1994. Bitki Besleme. *Gaziosmanpaşa Üni. Ziraat Fak. Yay:4 s:105-106 Tokat*.
- BOUYOUCOS, G. J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soil. *Agronomy Journal* 43:434-438
- COLOMB, B., KINIRY, R. J., DEBAEKE, P., 2000. Effect of Soil Phosphorus on Leaf Development and Senescence Dynamics of Field-Grown Maize. *Argon J.* 2:428-435.
- DAROUB, S. H., GERAKIS, A., ITCHIE, J. T., FRIESEN, K. D., RYAN, J., 2003. Development of A Soil-Plant Phosphorus Simulation Model for

- Calcareous and Weathered Tropical soils. *Agricultural Systems* 76 (3): 1157-1181.
- DODOR, D. E. and TABATABAI, M. A., 2003. Effect of Cropping Systems on Phosphatases in Soils. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166:7-13.
- DİKİNYA, O., MUFWANZALA N., 2010. Chicken Manure-Enhanced Soil Fertility and Productivity: Effects of Application Rates. *Journal of Soil Science and Environmental Management* Vol. 1(3), pp. 46-54,
- ELGALA, A.M., EID, M.A., AL-SHANDOODY, H.G, 1998. The Effect of Organic Matter, Sulphur and Fe Application on Availability of Certain Nutrients in The Soils of El-Phahera Area, Sultanat of Oman. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, G:2, 607-623.
- EYÜPOĞLU, F. 1999. Türkiye topraklarının verimlilik durumu. *Toprak ve Gübre Arşt. Enst. Genel Yayınları* No: 220, Ankara. 221 sayfa
- ERASLAN F., 1998. Değişik Organik Materyallerin ( Humik Asit, AG, Gül Posası, Elma Posası) SDÜ Çiftlik Topraklarının Bazı Kimyasal Özelliklerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Isparta
- ERKOC, İ., 2009. Sera Domates Yetiştiriciliğinde Kükürt ve Leonardit Uygulamalarının Fosfor Yarayırlılığına Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana
- FIRAT, B., 1983. Süperfosfat, Diamonyum Fosfat, Ham Fosfat ve Çiftlik Gübresinin Topraktaki Yarayırlı Potasyuma Olan Etkisi. *D.Ü. Urfa Zir. Fak. Yıllığı* Cilt 2, Sayı 2, 3-8.
- FOHSE, D., CLAASSEN, N., JUNGK, A., 1991. Phosphorus Efficiency of Plants. *Plant and Soil* 132: 261-272.
- FRANSON, A., AARLE, I.M., OLSSON, P.A., TYLER, G., 2003. *Plantago Lanceolata* L. And *Rumex Acetosella* L. Differ in Their Utilization of Soil Phosphorus Fractions. *Plant and Soil* 248: 285-295.
- GAHOONIA, T.S., NIELSEN, E.N. and OLE, B.L., 1999. Phosphorus (P) Acquisition of Cereal Cultivars in the Field at Three Levels of P Fertilization. *Plant and Soil* 211: 269-281.
- GAHOONIA, T. S., NIELSEN, N. E., JOSHI, A. P., JAHOR, A., 2001. A Root Hairless Barley Mutant for Elucidating Genetic of Root Hairs and Phosphorus Uptake. *Plant and Soil* 235: 211-219.
- GALLET, A., FLISH, R., RYSER, J., FROSSARD, E. and SINAJ, S., 2003. Effect of Phosphate Fertilization on Crop Yield and Soil Phosphorus Status. *J. Plant Nutr. Sci.* 166: 568-578.
- GALLET, A., FLISH, R., RYSER, J., NOSBERGER, J., FROSSARD, E. and SINAJ, S., 2003. Uptake of Residual Phosphate and Freshly Diammonium Phosphate by *Lolium Perenne* and *Trifolium Repens*. *J. Plant Nutr. Sci.* 166: 557-567
- GARDNER, W. K., BARBER, D. A., PARBERRY, D. G., 1983. The Acquisition of Phosphorus by *Lupinus Albus* L. III. The Probable Mechanism by which Phosphorus Movement in The Soil/Root Interface is Enhanced. *Plant and Soil* 70,107-114.
- GARG, S., BAHLA, G.S., 2008. Phosphorus Availability to Maize as Influenced by Organic Manures and Fertilizer P Associated Phosphatase Activity in Soils. *Bioresource Technology* 99(13):5773-5777.

- GUZEL, N., ORTAS, I. and IBRIKCI, H., 1991. Harran Ovası Toprak Serilerin de Yararlı Mikro element Düzeyleri ve Çinko Uygulamasına Karşı Bitkinin Yanıtı. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi (1): 15-30.
- GUZEL, N., GULUT, Y. K., BUYUK, G., 2002. Toprak Verimliliği ve Gübreler Ç.Ü.Ziraat Fak. Genel Yayınları No:246 Ders Kitapları Yayın No: A-80 s: 654 Adana.
- HALAJNA, A., HAGHNIÄ, G.H., FOTOVAT, A., KHORASANI, R., 2008. Phosphorus Fractions in Calcareous Soils Amended with P Fertilizer and Cattle Manure. *Geoderma* (150):209–213.
- 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.
- HARWOOD, J. E., VAN STEENDEREN and KUHN, A. L., 1969. A Rapid Method For Orthophosphate Analysis at High Concentrations in Water. *Water Res.*3: 417-423.
- HAVLIN, J. L., J.D. BEATON, S.L. TISDALE and W.I. NELSON. 1999. *Soil Fertility and Fertilizer* 6 th. edition. Prentice Hall, New Jersey, USA
- HE, Y., LIAO, H. and YAN, X. 2003. Localized Supply of Phosphorus Induces Root Morphological and Architectural Changes of Rice in Split and Stratified Soil Cultures. *Plant and Soil* 248:247-256.
- HELAL, M. H. and DRESSLER, A., 1989. *Z. Pflanzenernahr. Bodek* 152: 175-180
- HOLFORD, I. C. R., 1997. Soil Phosphorus-its Measurement and its Uptake by Plants. *Aust. J. Soil Res.* 35 (2), 227-239.
- JACKSON, M. L., 1962. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall Inc. 183s.
- KACAR, B., KATKAT, V. ve ÖZTÜRK, S. 2002. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 198 Vipaş A:Ş. Yayın No: 74
- KALFA, H., 1997. Artan Orandan Uygulanan Fosforun Buğday Yapraklarında Çinkonun Yarayırlılığına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi.
- KARABATAK, İ., 2006. Organik Madde Uygulamalarının Kireçli Topraklarda Mineral Fosfor Fraksiyonlarına Etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Hatay.
- KORKMAZ, K., IBRIKCI, H., KARNEZ, E., BUYUK, G., ULGER A.C., YAGBANLAR, T., OGUZ, H., KONUSKAN, O., 2004. Wheat Responses to Phosphorus Fertilizer Application on Calcareous Soil Under Greenhouse Conditions. *Proceedings of The International Soil Congress (CD-Book)*. Erzurum, Turkey.
- LAMBERS, H., CRAMER, M. D., SHANE, M. W., WOUTERLOOD, M., Poot, P. and VENEKLASS, E. J., 2003. Structure and Functioning of Cluster Roots and Plant responses to Phosphate Deficiency. *Plant and Soil* 248: 9-19.
- LEYTEM, A. B., WESTERMANN, D. T., 2003. Phosphate Sorption by Pacific Northwest Calcareous Soils. *Soil Science* 168 (5): 368-375.
- LINDSAY, W.L., and NORWELL, W.A., 1978. Development of DTPA Soil Test Zinc, Iron, Manganese and Copper, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42:421-428.
- LI, M. S., ZHANG, S. F. and TANG, C., 2004. Acid Phosphatase Role in Chickpea/Maize Intercropping. *Annals of Botany* 94: 297-303.
- LU P, O., CONNOR, G. A., 1999. Factors Affecting Phosphorus Reactions in Soils:Potential Sewage Sludge Effects. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 58: 66-71.

- MACHADO, T. T. C., FURLANI, C. M. A., 2004. Kinetics of Phosphorus Uptake and Root Morphology of Local and Improved Varieties of Maize. *Sci. Agric.* V:61 N:1 p: 69-76.
- MARSCHNER, H., 1997. Mineral nutrition of higher plants, 2nd edition Acad. Pres. London. 889 sayfa.
- MCGECHAN, M. B., LEWIS, D.R., 2002. Sorption of Phosphorus by Soil, Part 1: Principles, Equations and Models. *Biosystems Engineering*
- MENGEL, K., KIRKBY, E.A., 1987. Principles of Plant Nutrition 4.ed. Int. potash Inst. Bern, Switzerland pp. 665
- NEUMANN, G., MASSONEAU, A., LANGLADE, N., DINKELAKE HENGELER C., ROMHELD V., MARTINOIA E. 2000. Physiological Aspect of Cluster Root Function and Development in Phosphorus-Deficient White Lupin (*Lupinus albus* L.). *annals of Botany*, Band 85: 909-919.
- OHNO, T., GRIFFIN, T.S., LIEBMAN, M., PORTER, G.A., 2005. Chemical Characterization of Soil Phosphorus and Organic Matter in Different Cropping System in Maine, USA. *Agric. Ecosyst. Environ.* 105, 625–634.
- PALXTON, W. C., 2004. Plant responses to Stress: Biochemical Adaptations to Phosphate Deficiency. *Encyclopedia of Plant and Crop Science* p: 976-980.
- PEEK, C. S., ROBSON, A. D., KUO, J., 2003. The Formation, Morphology and Anatomy of Cluster Root of *Lupinus albus* L. As Dependent on Soil Type and Phosphorus Supply. *Plant and Soil* 248: 237-246.
- PIERZYŃSKI, G.M. 1989. Phosphorus Chemistry and Mineralogy in Excessively Fertilized Soil. Ph.D. Dissertation. The Ohio State University.
- RAFI MM, EPSTEIN E 1999. Silicon adsorption by wheat. *Plant and Soil* 2001: 223-230.
- RAGOTHAMA, K. G., 1999. Phosphate Acquisition. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 50:665-693.
- RAUSCH, C., BUCHER, M., 2002. Molecular Mechanism of Phosphate Transport in Plants. *Planta* 216: 23-37.
- RON VAZ M., D., EDWARDS, A. C., SHAND, C. A., CRESSER, M., S., 1993. Phosphorus Fractions in Soil Solution: Influence of Soil Acidity and Fertilizer Addition. *Plant and Soil*, 148: 175-183.
- RHOADES, J.D., 1996. Salinity: Electrical Conductivity and Total Dissolved Solids. In: D.L. Sparks et. al., (Ed.), *Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods*. SSSA Book Series No: 5. Am. Soc. of Agronomy and Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin USA. pp. 417-436.
- RICHARDSON, A. E. 1994. Soil Microorganisms and Phosphorus Availability. *Soil Biota* 17: 50-62.
- RODRÍGUEZ, D., ANDRADE, F. H., GOUDRIAAN, J., 2000. Does Assimilate Supply Limit Leaf Expansion in Wheat Grown in The Field Under Low Phosphorus Availability. *Field Crops Research* 67: 227-238
- SCHACHTMAN, P. D., REID, J. R., and AYLING, S. M., 1998. Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. *Plant Physiol.* 116:447-453.
- SCHULZE, J., TEFAYE, M., LITJENS, R. H. M. G., BUCCIARELLI, B., TREPP, G., MILLER, S., SAMAC, D., ALLAN D. and VANCE, C. P., 2002. Malate Plays A Central Role in Plant Nutrition. *Plant and Soil* 247: 133-139
- SEELING, B and ZASOSKI, R., J., 1993. Microbial effects in maintaining organic

- and inorganic solution phosphorus concentrations in a grassland topsoil. *Plant Soil*, 148: 277-284.
- SHANE, M. W., DE VOS, M., DE ROOCK, S., CAWTHRAY, G. R. & LAMBERS, H. 2003. Effects of External Phosphorus Supply on Internal Phosphorus Concentrations and The Initiation, Growth and Exudation of Cluster Roots in *Hakea Prostrata* R. Br. *Plant and Soil* 248: 209-219.
- SHEN, J., RENGEL, Z., TANG, C., and ZHANG, F., 2003. Role of Phosphorus Nutrition in Development of Cluster Roots and Release of Carboxylates in Soil-Grown *Lupinus Albus*. *Plant and Soil* 248: 199-206.
- SHIBATA, R., YANO, K., 2003. Phosphorus Acquisition From Non-Labile Sources in Peanut and Pigeonpea with Mycorrhizal Interaction. *Applied Soil Ecology* 24:133-141.
- SHIN, H., SHIN, H. S., DEWBRE, G. R., and HARRISON, M., 2004. Phosphate Transport in *Arabidopsis*: Pht 1;1 and Pht 1;4 Play A Major Role in Phosphate Acquisition from Both Low and High Phosphate Environments. *The Plant Journal* 39: 629-642.
- SINGH, A.L., CHAUDHARI, V. 1997. Sulphur and Micronutrient Nutrition of Groundnut in a Calcareous Soil. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 179 (2); 107-114.
- SMITH, F. W., 2001. Sulphur and phosphorus transport systems in plants. *Plant and Soil* 232: 109-118.
- STEVENSON, F.H. 1986. *Cycles of Soil: Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, Micro Nutrients*. John Wiley and Sons. New York, NY.
- STONE, U. C. ZINN, K. E., YANEZ, M. R., LI, A., VANCE, C. P., ALLAN, D. L., 2003. Nylon Filter Arrays Reveal Differential Gene Expression in Proteoid Roots of White Lupin in Response to Phosphorus Deficiency. *Plant Physiology* 131 (3): 1064.
- SUMNER, M.E. and MILLER, W.P., 1996. Cation Exchange Capacity and Exchange Coefficients. In: D.L. Sparks et. al., (ed.), *Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods*. SSSA Book Series No: 5. Am. Soc. of Agronomy and Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin SA. pp.1201-1230.
- TAKADE, M., NAKAMOTA, T., MIYAZAWA, K., MURAYAMA, T., OKADA, H., 2010. Phosphorus Availability and Soil Biological Activity in an Andosol Under Compost Application and Winter Cover Cropping. *Applied Soil Ecology* 42 (2009) 86-95
- THOMAS, G.W., 1996. Soil pH and Soil Acidity. In: D.L. Sparks et. al., (Ed.), *Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods*. SSSA Book Series No: 5. Am. Soc. of Agronomy and Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher. Madison, Wisconsin USA. pp.475-490.
- TOPCUOĞLU, B., YALÇIN, S.R., 1997. Kireçli Toprağa Elementel Kükürt Uygulamasının Örtü Altında Yetiştirilen Domates Bitkisinin Verimi ile Bazı Kalite Özellikleri ve Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi. *Akd. Üniv. Ziraat. Fak. Derg.* 10;196-210.
- 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.



- VANCE, P.C., UHDE-STONE, C., and ALLAN, D., 2003. Phosphorus Acquisition and Use: Critical Adaptations by Plants for Securing A Nonrenewable Resource. *New Phytologist* , 157:423-447.
- WASAKI, J., YAMAMURA, T., SHINANO, T., OSAKI, M., 2003. Secreted Acid Phosphatase is Expressed in Cluster Roots of Lupin in responses to Phosphorus deficiency. *Plant and Soil* 248: 129-136.
- WATT, M., EVANS, J. R., 2003. Phosphorus Acquisition from Soil by White Lupin (*Lupinus Albus L.*) and Soybean (*Glycine max L.*), Species with Contrasting Root Development. *Plant and soil* 248 (1-2): 271-283.
- ZABUNOGLU, S., 1967. Çarşamba Ovası Topraklarının Fosfor Durumu ve Bölge Topraklarının Fosfor İhtiyaçlarının Tayininde Kullanılacak Metotlar Üzerinde Bir Araştırma. A. Ü. Ziraat Fakültesi, Radyofizyoloji ve Toprak Verimliliği Kürsüsü (Rota), Ankara.
- ZHANG, T.Q., MACKENZIE, A.F., 1997. Changes of Phosphorus Fractions under Continuous Corn Production in a Temperate Clay Soil. *Plant and Soil*, 192:133-139.
- ZHU, Y., SMITH, F. A., SMITH, S. E., 2003. Phosphorus Efficiencies and Responses of Barley (*Hordeum vulgare L.*) to Arbuscular Mycorrhizal Fungi Grown in Highly Calcareous Soil. *Mycorrhiza* 13: 93-100.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1988 yılında Diyarbakır'ın Çüngüş İlçesinde doğdu. İlköğretim ve Lise eğitimini Çüngüş'te tamamladı. 2005 yılında başladığı Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği programından 2009 yılında mezun oldu. 2007-2008 yılları arasında öğrenci değişim programı aracılığıyla 6 Ay süre ile Almanya da Hochschule Neubrandenburg da lisans eğitiminin bir kısmını tamamladı. 2009 öğretim yılı Eylül ayında Harran Üniversitesi Toprak Bölümü'nde Yüksek lisans öğrenimine başladı. 2009 yılı Aralık ayında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2010 yılında 3 Ay süre ile YÖK bursuyla Viyana Ziraat Üniversitesinde misafir araştırmacı olarak yüksek lisans tez konusu ile ilgili araştırmalarda bulundu. Halen Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır.

## ÖZET

Fosfor bitkiler için çok gerekli bir elementtir. Fosfor topraklarda fazla miktarda bulunmasına rağmen, bitkiler bu fosfordan yeterli ölçüde faydalanamamaktadır.

Fosfor yarayışlılığını artırmak amacıyla bir sera denemesi kurulmuştur. Bu amaçla, Harran Üniversitesi Eyyübiye kampüsündeki deneme alanında ikizce serisi topraklarından 0-20 cm derinlikte bozulmuş toprak örneği alınarak deneme kurulmuştur. Çalışma sera koşullarında saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Organik toprak düzenleyicilerden işlenmiş TG 0, 4 ve 8 t/ha, AG 0, 20 ve 40 t/ha, elementel S 0, 0.75 ve 1.5 t/ha olarak uygulandı. Saksılara besin çözeltisi olarak Hoagland solüsyonu verilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; artan dozda uygulanan TG ve AG, topraktaki YP miktarını artırmıştır. Tavuk gübresi uygulamaları TP üzerine olumlu bir etki yapmıştır. Uygulanan S toprak pH'sı oranını azaltmıştır. Ahır gübresi ve TG uygulamalarının pH üzerine bir etkisi olmamıştır.

## **SUMMARY**

Phosphorus is an essential element for plants. It usually in high concentrations in soil. However, Plants can not benefit this total phosphorus.

A greenhouse study was conducted to asses the effect of different soil amendment application on total phosphorus availability. For this purpose, the study was carried out under the greenhouse conditions as a pot experiment. Soil was collected from the 0-20 cm depth of ikizce series in Harran Plain soils at the Harran University research area in Eyyübiye Campüs. Treatments were 0, 4 and 8 t/ha for chicken manure, 0, 20 and 40 t/ha for cattle manure and 0, 0.75 and 1.5 t/ha for Sulfur. The study was carried out under the greenhouse conditions as a pot experiment.

Applications of chicken manure and cattle manure have increased available phosphorus in soil. Chicken manure has increased TP. Application of Sulphur decreased pH, but chicken manure and cattle manure did not any effect on pH.