ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet GÜL

GAP BÖLGESİNE AİT BİR TOPRAKTA SERA KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN MISIR GENOTİPLERİNİN FOSFOR VE ÇİNKO GÜBRELEMELERİNE TEPKİLERİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

ADANA, 2006

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GAP BÖLGESİNE AİT BİR TOPRAKTA SERA KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN MISIR GENOTİPLERİNİN FOSFOR VE ÇİNKO GÜBRELEMELERİNE TEPKİLERİ

Mehmet GÜL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

Bu tez ...../...../2006 Tarihinde Aşağıdaki Jüri üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

İmza:	İmza:	İmza:
Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ	Prof. Dr. Zülküf KAYA	Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu Tez Toprak Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: ZF2004 YL11

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı fikir ve sanat eserleri kanununda ki hükümlere tabidir.

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GAP BÖLGESİNE AİT BİR TOPRAKTA SERA KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN MISIR GENOTİPLERİNİN FOSFOR VE ÇİNKO GÜBRELEMELERİNE TEPKİLERİ

Mehmet GÜL

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ
Yıl : 2006, Sayfa: 50
Jüri : Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ
Prof. Dr. Zülküf KAYA
Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER

Bu çalışmada, sulama ile birlikte yoğun bir şekilde tarıma açılacak olan GAP topraklarının verimlilik potansiyelleri ve farklı mısır genotiplerinin fosfor ve çinko uygulamasına karşı tepkileri araştırılmıştır. Bu amaçla üç farklı mısır genotipine üç farklı dozda fosfor, beş farklı dozda çinko uygulanarak, bitkilerin kuru madde miktarları, fosfor ve çinko konsantrasyonları ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre fosfor içeriğindeki artışın bitkinin çinko beslenmesinin olumsuz etkilediği görülmüştür. Çinko dozundaki artış da benzer bir etki ile bitkinin fosfor beslenmesini olumsuz etkilemiştir.

Anahtar Kelimeler: Fosfor, Çinko, Fosfor ve çinko etkileşimi, Mısır.

ABSTRACT

MSc THESIS

REACTIONS OF CORN GENOTIPES AGAINST PHOSPHORUS AND ZINC FERTILIZATION UNDER THE GREENHOUSE CONDITIONS ON THE GAP SOIL

Mehmet GÜL

DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF CUKUROVA

Supervisor : Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ
Year : 2006, Pages: 50
Jury : Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ
Prof. Dr. Zülküf KAYA
Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER

In this study our aim was to evaluate fertility potential of GAP soils after starting the regional irrigation program and corn genotipes for phosphorus and zinc fertilizations. For this aim we used three different corn genotipes, five different phosphorus levels and three different zinc levels. Phosphorus and zinc levels of plants were determined. For our results, if the phosphorus level increase in the soil, plant's zinc uptake is effecting negative. Also if the zinc level is increase in the soil, phosphorus uptake of plants is effecting negative.

Key Words: Phosphorus, Zinc, Phosphorus and zinc interactions, Corn.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma süresince engin bilgilerini, tecrübelerini ve yardımlarını esirgemeyen ve her zaman destek veren danışmanım sayın Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ'ye, tezimin oluşum aşamasında yardımlarını esirgemeyen jüri üyelerim sayın Prof. Dr. Zülküf KAYA ve sayın Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER'e yardımlarından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmamın başlangıcından bitimine kadar her aşamada bana destek veren değerli büyüklerim sayın Arş. Gör. Dr. Kürşat KORKMAZ' a ve sayın Arş. Gör. Ebru KARNEZ' e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Öğrenim hayatım boyunca benden her türlü desteği esirgemeyen aileme, nişanlım sayın Zir. Müh. Zeynep ŞAŞMAZ' a ve saygıdeğer arkadaşım Zir. Yük. Müh. Özay Özgür GÖKMEN' e şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmada emeği geçen herkese sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER **SAYFA NO**

ÖZ I

ABSTRACT II

TEŞEKKÜR III

İÇİNDEKİLER V

ÇİZELGELER DİZİNİ VI

ŞEKİLLER DİZİNİ VIII

1. GİRİŞ 1

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3

2.1. Toprakta Fosfor 3

2.2. Bitkide Fosfor 5

2.3. Toprakta Çinko 7

2.4. Bitkide Çinko 9

2.5. Türkiye Topraklarının Çinko Durumları 11

2.6. Fosfor Çinko İlişkisi 11

3. MATERYAL VE METOD 14

3.1. Materyal 14

3.1.1. Deneme Yeri ve Yılı 14

3.1.2. Denemede Toprağının Özellikleri 14

3.1.3. Denemede Kullanılan Kimyasallar ve Mısır Çeşitleri . 14

3.2. Metod 15

3.2.1. Hasat 16

3.2.2. Toprak Örneklerinde Yapılan Rutin Analizler ve Uygulama Yöntemleri 16

3.2.3. Morfolojik Gözlemler 17

3.2.3. Bitki Analizleri 17

3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi 18

4. BULGULAR VE TARTIŞMA 19

4.1. Morfolojik Gözlemler 19

4.2. Toplam Kuru Madde Ağırlığı 19

4.3. Bitkinin Fosfor Konsantrasyonu 23
4.4. Bitkinin Çinko Konsantrasyonu 28
4.5. Bitkilerin Topraktan Kaldırdıkları Fosfor Miktarları 32
4.6. Bitkilerin Topraktan Kaldırdıkları Çinko Miktarları 35
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 39
KAYNAKLAR 41
ÖZGEÇMİŞ 50

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.... 14

Çizelge 4.1. Üç Farklı Mısır Bitkisine Topraktan Uygulanan Farklı Dozlarda Fosfor ve Çinkonun Toplam Kuru Madde Ağırlığı (g/saksı) Üzerine Etkisinin Varyans Analiz Sonuçları 20

Çizelge 4.2. Üç Farklı Mısır Bitkisine Topraktan Uygulanan Farklı Dozlarda Fosfor ve Çinkonun Toplam Kuru Madde Ağırlığı Üzerine Etkisi 21

Çizelge 4.3. Üç Farklı Mısır Bitkisine Topraktan Uygulanan Farklı Dozlarda Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Fosfor İçeriği Üzerine Etkisinin Varyans Analiz Sonuçları..... 24

Çizelge 4.4. Üç Farklı Mısır Bitkisine Topraktan Uygulanan Farklı Dozlarda Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Fosfor İçeriği Üzerine Etkisi..... 25

Çizelge 4.5. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Çinko İçeriği Üzerine Etkisinin Varyans Analiz Sonuçları 29

Çizelge 4.6. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Çinko İçeriği Üzerine Etkisi 29

Çizelge 4.7. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Topraktan Kaldırdığı Fosfor Miktarı Üzerine Etkisinin Varyans Analiz Sonuçları..... 34

Çizelge 4.8. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Topraktan Kaldırdığı Fosfor Miktarı Üzerine Etkisi..... 35

Çizelge 4.9. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Topraktan Kaldırdığı Fosfor Miktarı Üzerine Etkisinin Varyans Analiz Sonuçları..... 36

Çizelge 4.10. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Topraktan Kaldırdığı Çinko Miktarı Üzerine Etkisi..... 37

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 2.1. Dünya bitki dokusunda çinko eksikliğinin görüldüğü major alanlar..... 7
Şekil 4.1. Üç farklı mısır çeşidine uygulanan 5 farklı dozda fosfor ve 3 farklı dozda çinkonun bitkinin fosfor konsantrasyonu üzerine etkisi 27
Şekil 4.2. Bitkinin fosfor içeriği üzerine etkili olan fosfor ve çinko uygulamalarının ortalamalar tablosu 28
Şekil 4.3. Üç farklı mısır çeşidine uygulanan 5 farklı dozda fosfor ve 3 farklı dozda çinkonun bitkinin çinko konsantrasyonu üzerine etkisi 31
Şekil 4.4. Bitkinin çinko içeriği üzerine etkili olan fosfor ve çinko uygulamalarının ortalamalar tablosu 32

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun her geçen gün hızla artması ile besin gereksinimi de doğrusal olarak artmaktadır. Bu durum zirai üretime büyük bir yük getirmektedir. Bu konuda, birim alandan daha az girdi ile daha fazla ürün alabilmek için çevre ile barışık doğru bir gübreleme programı izlenmesi gerekmektedir (Ruiz ve ark., 2002).

Dünyada en çok üretimi yapılan kültür bitkileri tahıllar olup, tahıllar içerisinde mısır, üretim alanı olarak buğday ve arpadan sonra üçüncü sırayı almaktadır. Mısır (*Zea Mays*), tarla bitkileri içerisinde geliştirilmiş en önemli bitkilerdendir. Mısırın tarihçesi, Amerika'nın keşfinden sonraki yıllara dayanmaktadır. Bugün yaygın şekilde üretimi yapılan hibrit çeşitler yine ilk defa Amerika'da yapılan ıslah çalışmaları sonucunda bulunmuştur. Mısır bitkisinin ilk yabani formu günümüz insanı tarafından asla bulunamamıştır. Tüm dünya genelinde üretilen mısırın %27'si doğrudan insanların beslenmesi için ve sanayide hammadde olarak, %73'ü ise hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır.

Gelişmiş ülkelerde daha çok hayvan beslenmesinde kullanılan mısır, gelişmekte olan yada az gelişmiş ülkelerde hem hayvan yemi, hem de insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Bölgemizde mısır gerek birinci ürün, gerekse buğdaydan sonra ikinci ürün olarak yaygın biçimde kullanılan önemli bitki türlerinden birisidir. Ülkemizde ekim alanı ve üretim bakımından tahıllar içerisinde buğdaydan ve arpadan sonra üçüncü sırayı almaktadır. Ülkemizde 18 milyon hektar toplam ekim alanı içerisinde yaklaşık olarak 575 bin hektar alanda mısır tarımı yapılmaktadır. Toplam tane mısır üretimi 2.200.000 ton ve ortalama tane verimi 382 kg/da civarındadır (FAO., 2003). Çukurova Bölgesi'nde toplam ekim alanı 893.210 da, toplam üretim 638.051 ton olup, ortalama tane verimi 714 kg/da dır. Adana ilinde toplam mısır ekim alanı 586.580 da olup, tane mısır üretimi 425.194 ton ile buğdaydan sonra ikinci sırada yer almakta ve tane mısır verimi ortalama 725 kg/da'dır. İçel ilinde 288.430 da ekim alanı ve 202.105 ton tane üretimi, Hatay ilinde 18.280 da ekim alanı ve 10.752 ton tane üretimi mevcut olup, buğdaydan sonra ikinci sırada yer almaktadır (Anonymous, 1995).

Mısır, doğada en yüksek enerji stokuna sahip tek bitkidir. Mısırın bu potansiyele nasıl ulaştığı düşünülecek olursa; birinci neden mısır tanesinin yüksek oranda enerji depolamasından ve diğer bir neden ise kökleri, yaprakları, sapları ve diğer organları ile doğada bulunan etkili enerji faktörlerini kullanarak geniş bir üretim sağlama yeteneğinden kaynaklandığı görülmektedir (Kırtok, 1998).

Yeterli düzeyde bir bitkisel üretimi sağlamak yada bitkisel üretimi güvenli kılmak için, bitki besin elementlerini uygun ve yeterli miktarda toprağa uygulamanın önemi, günümüzde her zamankinden daha çok anlaşılmış durumdadır. Üreticiler, kültür bitkilerinin verim yönünden genetik sınırlarına daha çok yaklaşabilmek için geliştirilmiş bulunan kültürel önlemleri kullanmak kadar, bitki besin elementleri noksanlıklarını gidermek yada önlemek için de gübreleme yapmaktadırlar. Gübre kullanımındaki diğer bir amaç ise, verimliliği sürdürülebilir kılmaktır. Bununla birlikte, çevre unsurları da yapılacak gübreleme programında belirleyici faktörler olmaktadır.

Besin elementlerinin bitkinin ihtiyacı olduğu dönemlerde ve miktarlarda verilmesi bitkisel üretimin kaçınılmaz gereksinimlerindendir. Bu bağlamda, besin elementi düzeylerinin toprakta ve bitkide ölçülmesi verim açısından mutlak gereklidir (Genç ve ark., 2002). Gübre olarak verdiğimiz besin elementlerinin toprakta kalan ve bitkiye yarayışlı olan miktarları da aynı derecede önem arz eder. Verilen gübre miktarı, elementlerin kayıpları ve yarayışlı miktarları göz önüne alınarak hesaplanmalıdır. Toprağa verilen gübrenin topraktaki kayıp miktarı göz ardı edilemeyecek kadar çoktur

Bu çalışmada, sulama ile birlikte, yoğun bir şekilde tarıma açılacak olan GAP topraklarının verimlilik potansiyellerini ve farklı mısır genotiplerinin fosfor ve çinko uygulamalarına karşı tepkilerini araştırmak amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Toprakta Fosfor

Fosfor bitki gelişimi için mutlak gerekli elementlerden birisidir. Yoğun tarım yapılan topraklara organik ve inorganik kaynaklardan sürekli olarak fosfor ilave edilmesine rağmen, toprakların fosfor düzeyi ürün gelişimi açısından değerlendirildiğinde yetersiz seviyededir. Topraklarda fosfor, organik ve inorganik formlarda bulunmaktadır.

Topraklarda organik bağlı olarak bulunan fosfor, toplam fosforun % 50 sini oluşturur fakat mineral topraklarda toplam fosforun yarısından fazlası organik bağlı olabilir (Williams, 1959). Organik bağlı fosforun mineralizasyonu bu yüzden bitki besleme için önemlidir.

Fosfor toprakta bir çok formda bulunur. Bunlardan dikalsiyum fosfat çoğunlukla gübre fosfatından oluşur ve Ca^{+2} nin varlığında hızla trikalsiyum fosfata ve daha sonra da apatite dönüşür (Güzel ve ark., 2002). Bu nedenle topraklarda apatit oluşumu eğilimi vardır. Toprak çözeltisindeki fosfatla değişim halinde olan fosfatların yanı sıra oklüde olmuş fosfatlar şeklinde adlandırılan fosfatlar da bulunmaktadır. Bunlar başlıca Fe oksitler tarafından kaplanmış Fe fosfat ve Al fosfatlardır. Toprağın yaşlanması ile oklüde olmuş fosfatların fraksiyonları artar (Walker ve ark., 1976).

Fosfor, azot ve potasyum gibi topraklarda fazla miktarda bulunmayan elementlerdendir, 20 cm derinliğindeki yüzey toprağında toplam fosforun ortalama olarak %0.005 ile %0.15 arasında değiştiği bilinmektedir (Brinck, 1978). Düşük yağışlı alanların, kültüre alınmamış genç topraklarında toplam fosfor miktarı çoğunlukla fazladır. Ancak toprakların toplam fosfor miktarı ile bitkilere yarayışlı olan fosfor miktarı arasında çok az bir ilişki vardır. Topraklarda fosfor, çeşitli formlarda bulunur ve bu formlar arasında bir döngü vardır. Bitki köklerinin absorpsiyonu ile toprak çözeltisinde ortaya çıkan konsantrasyon azalması hem inorganik hem de organik toprak fosforunca tamponlanır. Çözeltide bulunan fosfat iyonları konsantrasyonlarının yenilenerek, belirli bir sevide tutulabilmesi için birincil

ve ikincil fosfat mineralleri çözünürler. Topraklara uygulanan suda çözülebilen gübre fosforu kolaylıkla çözünerek, fosfor konsantrasyonunun toprak çözeltisinde artmasını sağlar.

Topraklarda fosfor genelikle; toprak çözeltisinde bulunan, labil-P (değişebilir), ve labil olmayan P (bağlı bulunan, değişmeyen) olmak üzere 3 kısımda sınıflandırılmıştır. Çözelti fosforu bitkiler için doğrudan yarayışlıdır ve bu fraksiyon labil fraksiyon ile hızlı bir şekilde dengeye gelerek tamponlanmaktadır.

Fosfor eksikliği, özellikle kireçli alkaline topraklarda bitkisel üretimde verimi sınırlayan en önemli faktörlerden biridir. Özellikle pH 7 den sonra topraklarda fosfor, toprakta kalsiyum gibi katyonlarla birleşerek çözünmez tuzları oluşturur (Zhou ve ark., 2001). Tuz haline dönüşen fosfor bitkiler için yarayışsız hale dönüşmüş olur (Castro ve ark., 1995).

Toprakta fosforun büyük bir kısmı çözünmeyen bileşikler olduğundan toplam fosforun ancak %1 veya daha düşük kısmı alınabilir durumdadır (Brohi ve ark. 1994). Topraklarda fosforun hızlı bir dönüşümünün olduğu ve fosforun topraklarda kalsiyum fosfatlar, aluminyum oksitler ve yüzey altındaki ve derinliklerindeki demir bileşiklerince çökelerek yarayışsız hale geçtiği bildirilmiştir (Bertrand ve ark., 1999). Yapılan çalışmalarda, kurak ve yarı kurak iklim koşullarında, fosforun yüksek oranlarda Ca-fosfatlarca tutulduğu, özellikle yüksek pH, karbonat ve düşük organik madde içeriğinin fosforun çökelerek yarayışlılığının düşmesine neden olduğu bulunmuştur (Braschi ve ark., 2003).

Asidik karakterli kumlu topraklarda fosforun yıkanması büyük bir sorun iken, kireçli topraklarda çözünmüş formdaki fosfor, katı fazdaki kalsiyum fosfatların kontrolü altındadır ve bilindiği gibi fosfor toprakta çeşitli formalara dönüşerek bitkiler için yarayışsız hale gelebilmektedir (Samadi ve ark., 1999). Fosfor toprakta kalsiyum ile birleşerek çözünmez kalsiyum fosfatları oluşturur (Larsen, 1967; Afif ve ark., 1993). Bu bağlamda bitkinin kullanamadığı ve artık fosfor denilen fosfor miktarı giderek artmaktadır.

Düşük kireçli topraklara mikoriza uygulamaları ile bitkinin, toprağın organik kaynağından %17-31, topraktan fosfor alımını %53-65 oranında arttırdığı; dolayısıyla mikorizanın toprakta fosfor döngüsünde önemli rol oynadığı belirtilmiştir

(Feng ve ark., 2003). Mikorizal infeksiyonun topraklarda bulunan yarayışsız formdaki fosforun çözünürlüğünü ve alınabilirliğini kontrol bitkilerine göre 3,6 ve 10 kat kadar arttırdığı ve bitkiler arasında genotipik farklılıkların da fosforun yarayışlılığı ve alımı açısından önemli olduğu rapor edilmiştir (Shibata ve ark., 2003).

Mikorizanın bitki kök yüzey alanını artırarak, özellikle bitkilerin fosfor beslenmesini artırdıkları birçok araştırmacı tarafından desteklenmektedir (Horst ve ark., 2002; Mcgonigle ve ark., 2003; Feng ve ark., 2003; Ryan and Angus 2003; Ibrikci ve ark., 2004).

Bu denemede, GAP bölgesinde yoğun olarak tarım yapılan toprak serilerinden biri olan ve yarayışlı fosfor içeği düşük olan İkizce serisi toprağı ile çalışılmıştır. İkizce serisinin çinko konsantrasyonu 0.44 mg kg^{-1} dır. Bu değer, optimum element konsantrasyonları gözönüne alındığında yetersizdir (Alpaslan ve ark., 1998). Topraklarda fosfor, kalsiyum elementi ile birleşerek yarayışsız hale geçmekte böylece bitkilerde fosfor noksanlık belirtilerinin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Topraklar çinko açısından incelendiğinde ise, kireçli anakaya üzerinde oluşmuş alkali pH'ya sahip bölge topraklarının çinko konsantrasyonlarının optimum bitkisel üretim için düşük olduğu görülmüştür.

2.2. Bitkide Fosfor

Fosfor elementi bitkilerde % 0.1-0.5 konsantrasyonları arasında olup, azot ve potasyuma göre çok daha düşük miktardadır. Bitkilerce absorbe edilen fosforun çoğunun birincil orto fosfat (H_2PO_4), bir kısmının ise ikincil orto fosfat (HPO_4) formunda olduğu bilinmektedir. Bitkilerin fosfor beslenmesini toprak pH'sı birincil olarak etkilemektedir. pH' daki değişmeler ile, bitkilerin topraktan absorbe ettiği fosfor formları da değişmektedir (Barber, 1984). Bitkiler sadece inorganik formdaki fosfor ile beslenmezler, organik formdaki nükleik asit ve fitin (phytin), toprak organik maddesinin parçalanma yada ayrışma ürünleri ile ortama gelen formları ile de beslenirler. Aktif mikrobiyal populasyonun varlığı durumunda, dayanıksız

olmaları nedeni ile tarla koşullarında yüksek bitkiler için fosfor kaynağı oluşturması yönünden organik bileşiklerin önemi ve yararı sınırlıdır.

Fosforun bitki gelişimi ve yaşamındaki 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 taşınmasını sağlar. Bu yaşamsal metabolik rolden başka fosfor, nükleik asitlerin, nükleotidlerin, fosfoproteinlerin, fosfolipidlerin ve şeker fosfatların yapısında bulunmaktadır (Güzel ve ark., 2002; Kalfa, 1997).

Bir bitkinin erken gelişme dönemlerinde fosforun yeterli miktarda bulunması, üreme organlarının oluşmaya başlaması bakımından çok önemlidir. Fosfor fazla miktarda bitkinin tohum ve meyvesinde bulunur ve tohum oluşumu için mutlak gerekli bir elementtir. Topraktaki fosfor miktarı bitki köklerinin gelişimi açısından da çok önemlidir. Çözünebilen fosfat bileşikleri toprakta bir banda uygulandığında bitki kökleri bu toprak zonunda fazlasıyla yaygın bir gelişme gösterir. Ortamda yeterli düzeyde fosforun bulunması hububat bitkilerinde sapın daha kuvvetli olmasını sağlar. Uygun düzeylerde fosfor uygulamasıyla bazı meyvelerin, mera bitkilerinin, sebzelerin ve tane veriminin kalite yönünden arttığı ve hastalıklara karşı dayanıklılığının arttığı bilinmektedir. Küçük taneli hububatlarda kök çürüklüğü hastalıklarına karşı toleransın artması yönünden, özellikle fosforun olumlu yöndeki etkisi göz ardı edilmemelidir. Yine küçük taneli hububatlarda, fosfor yetersizliği sonucunda bitkinin zayıf kalması sonucunda don zararı riski, özellikle fosfor bakımından yoksul topraklarda ve uygun bulunmayan gelişme koşullarında fosfor uygulaması ile önemli düzeylerde azaltılabilir (Güzel ve ark., 2002).

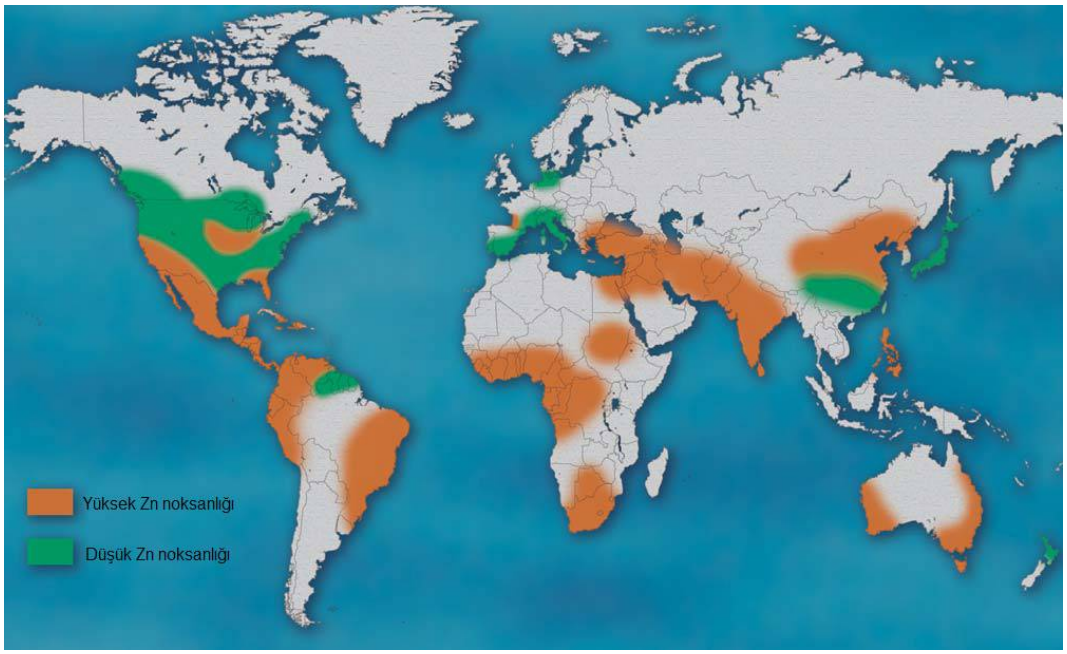
Fosfor, tohum ve meyvelerde fitin formunda bulunmaktadır. Tohumun çimlenmesi sırasında da fitin metabolize edilir ve diğer fosfor formlarına dönüştürülür (Ergle ve ark., 1959).

Fosfor noksanlığında bitkilerde kuru madde miktarı düşmekte, yaprak alanları düşmekte ve bitki gelişimi ile fotosentez olumsuz yönde etkilenmektedir (Rodriguez ve ark., 2000). Fosfor noksanlığında bitki gelişimi yavaşlamakta ve özellikle gövde gelişimi azalırken kök gelişimi artmaktadır. Bunun sebebi ise, bitkinin rizosfer bölgesinde ulaşamadağı fosfora kök gelişimini arttırarak ulaşmaya çalışmasıdır.

Genel bir kavram olarak fosfor noksanlığı görülen alanlarda fosforlu gübre uygulamaları ile bitkilerin kuru madde miktarları ve elde edilen verim miktarları artar (Korkmaz, 2005).

2.3. Toprakta Çinko

Çinko bitki, hayvan ve insanların çok düşük miktarlarda gereksinim duyduğu ve mutlaka alınması gereken bir mikro elementtir. Çinko noksanlığı dünyada ve Türkiye'de çok sık rastlanan bir mikro element sorunudur (Çakmak ve ark., 1998; Alloway, 2004). Dünyada tüm tarım alanlarının %30' unda (Sillanpaa, 1982), Türkiye'de ise %49.8'inde çinko noksanlığının bulunduğu yapılan araştırmalarla belirlenmiştir (Eyüboğlu ve ark., 1998). Toprakların ortalama çinko içeriği 25-100 ppm civarındadır (Goldshmit, 1954) ve çok sayıda farklı minerallerin yapısında bulunur. Çinkonun iyon çapı demir ve magnezyuma benzer. Bu nedenle çinko augit, hornblend ve biyotit gibi ferromagnezyum minerallerinde izomorf yer değiştirme yolu ile demir ve magnezyum iyonlarının yerine geçebilmektedir. Bu minerallerin çinko içeriği toprakların çinko içeriğinin büyük bölümünü oluşturur.



Şekil 2.1. Bitki dokusunda çinko eksikliğinin görüldüğü alanlar. (Alloway 2003)

Toprakta bulunan çinkonun çoğu, bitkiler için yarayışsız formdadır. Ortalama olarak topraklar 2-25 ppm arasında değişebilir ve organik çinko içerirler (demir ve mangan oksitlerle beraber alınamaz formdadır). Çinkonun 100 ppm den fazla olması çoğu üretimi yapılan bitki için toksik düzey anlamına gelir. Bitkilerin çinko ihtiyaçları farklıdır. Bazı bitkiler çok az çinko ile yaşamlarını sürdürürken, bazı bitkiler yüksek düzeyde çinkoya ihtiyaç duyarlar; örneğin mısır, soğan ve ıspanak gibi.

Çinko toprakta çeşitli formlarda bulunur. Bitkiler topraktaki çinkonun çözeltide çözünmüş halde bulunan formundan, adsorbe edilmiş formundan, ve değişebilir formundan yararlanabilirler. Toprakta çinkonun davranışı ve alınabilirliği bazı komponentler tarafından kontrol edilir (Rupa ve ark., 2002).

Çinko toprakta +2 formunda killerin yüzeylerine tutulmuş halde bulunur. Toprak organik maddesi çinkoyu şelat formunda tutar. Şelat, metallerin büyük organik moleküllerle bağlanmasına denir. Şelat formunda çinko, toprakta taşınmaz ve yıkanmadan etkilenmez.

Çinko toprak organik maddesi ile tepkimeye girerek hem çözünebilir hem de çözünmeyen bazı organik kompleksler oluşturur (Hodgson ve ark., 1966). Toprakta çözünmeyen çinko organik kompleksleri daha çok amino, organik ve fulvik asitlerden; çözünmeyen çinko organik komplekslerinin ise humik asitlerden kaynaklanmaktadır (Stevenson ve ark., 1972).

Topraktaki çinkonun alınabilirliğini etkileyen en önemli etmenler; toprak tekstürü, toprak pH'sı, fosforun varlığı ve miktarı ve iklim koşullarıdır.

Tekstür; kumlu, kumlu tınlı ve organik topraklar siltli ve killi topraklara göre daha çok çinko eksikliği gösterirler. Toprağın kompozisyonu çinko alınabilirliğini etkilenmektedir.

PH; çinko alınabilirliğini en çok toprak asitliği etkilemektedir. pH'nın değişimi ile tüm elementlerde olduğu gibi çinkonun da çözünürlüğü etkilenmektedir.

Fosfor; yüksek miktarlardaki fosfor, çinkonun alınımını olumsuz etkiler ve eksiklik yaratır. Fosfor gübrelemesi yapılırken çinko göz ardı edilmemeli, çiftlik

gübresi ile birlikte kompoze halde toprağa uygulanmasında çinkonun alımını olumlu etkilediği görülmüştür.

İklim; çinko eksikliği semptomları serin ve nemli geçen sezonlarda daha yaygın görülmektedir. Bu şartlar altında bitki topraktan daha az çinko absorbe etmektedir.

2.4. Bitkide Çinko

Çinko; insan, hayvan ve bitkilerde sağlıklı bir yaşam için olmazsa olmaz bir elementtir. Bitkide çinko;

- Karbonhidrat metabolizmasında, fotosentezde şekerlerin nişastaya dönüşmesinde rol oynar.
- Protein metabolizmasında benzer görevleri vardır.
- Auxin (büyüme regülatörü) metabolizmasında görevlidir.
- Polen metabolizmasında
- Biyolojik membranların yapısında
- Patojenlere karşı enfeksiyon metabolizmasında rol oynar.

Çinko eksikliğinde bitki gelişimi olumsuz etkilenmekte, ürün kaybı % 40'a kadar artmaktadır. Bitkisel üretimde girdilerin fiyatlarının artması gıda üretiminde azalmaya sebep olmaktadır (Çakmak ve ark., 1997). Çinko, tüm organizmalar için gerekli bir elementtir ve enzimler ile proteinlerin kritik komponentidir (Marschner, 1995), enzimler ile substrat bağları arasında bağlanma ve yönlendirmede rol oynamaktadır (Çakmak, 2000). Çinko, özellikle karbonik asit anhidraz ile süperoksit dismutaz enzimlerini aktifleştirir; bu enzimlerin kloroplasta lokalize olduğu belirlenmiştir (Jakobsan ve ark., 1975; Marschner, 1995). Ayrıca çinko bitkide doğrudan RNA sentezine katkıda bulunur ve çinko noksanlığında RNA sentezinin ve buna bağlı olarak protein üretiminin durduğu bildirilmiştir (Price, 1962). Çinkonun diğer bir fonksiyonu ise enzim aktivatörü olarak karbonhidrat metabolizmasında görev almasıdır. Çinko eksikliği genellikle genç yapraklarda, erken büyüme sezonunda görülür (Hacısalihoğlu, 2002).

Bilindiği gibi besin elementlerinin eksikliğinde bitkiler normal gelişimlerini sürdürememektedirler (Welch, 1995). Ancak, bazı bitkiler bu eksikliklere karşı daha dayanıklıdırlar. Aynı bitkinin çeşitleri arasında bile bu farkları gözlemlemek mümkündür. Günümüzde çoğu çalışma bu doğrultudadır (Rengel, 2001). Bitkiler eksikliği bulunan elemente yönelik hem kök sistemleri hem de bazı beslenme stratejisi mekanizmaları geliştirmişlerdir, çinko içinde bu geçerlidir (Hacısalihoğlu, 2003). Bitkilerin çinko ile beslenme düzeyini toprakta çinkonun bulunma formlarının da etkilediği bildirilmektedir (Obrador ve ark., 2003).

Çinko eksikliği, yaygın olarak yüksek pH ya sahip kireçli topraklarda ve fosforlu gübreler ile yoğun olarak gübrelenmiş topraklarda görülür (Marschner, 1994). Çinko eksikliğinde, gübreleme ile başarılı olunması, verilen çinkonun alınabilirliği, üst toprağın kuruluğu, alt toprağın kompozisyonu ve diğer elementlerle olan etkileşimler gibi etmenlerden etkilenmektedir (Graham ve Rengel, 1993). Birçok bitki türü örneğin; fasülye, mısır, buğday, pirinç ve domates çinko eksikliği stresine karşı düşük töleransa sahiplerdir ve ürün kaybına uğrarlar (Chapman, 1966).

Çinko eksikliği bitkilerde karekteristik olarak, genç yapraklarda klorosis şeklinde görülür ve yaprak boyutları küçülür ve bitki bodur kalır. Yaşlı yapraklarda ise genel bir klorosis, genel bir bodurluk ile solma ve bükülmeler görülür (Marschner,1995).

2.5. Türkiye Topraklarının Çinko Durumları

Tarım topraklarının büyük bir bölümünde pH 7 nin ve kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) miktarı ise ortalama % 20 nin üzerinde olması nedeniyle Türkiye toprakları yarayışlı çinko yönünden oldukça fakirdir (Çakmak ve ark., 1999). Türkiye genelinde yapılan çalışmalarda tarım topraklarının % 49.8 inde (14 milyon hektar alanda) çinko noksanlığının olduğu tepit edilmiştir. Türkiye genelinde çinko noksanlığı belirlenen toprakların pH değeri 7.0' nin üzerinde olması ve $CaCO_3$ miktarının % 5-25 ve üzeri olması topraktaki çinkonun bitkiye yarayışlı olmasını engellemektedir. Bu nedenle ülkemizdeki tarım topraklarının çinko ile gübrelenmesi kaçınılmaz bir zorunluluk haline gelmiştir. Topraktan çinko alamayan bitkilerden ve

ağaçlardan elde edilen ürünlerin hem veriminde hem de kalitelerinde düşme olur. Bu ürünler ile beslenen canlılar da eksik beslenmiş olur (Çakmak ve ark., 1999).

Verimdeki düşüş ekonomik olarak önemli bir kayıp olmasına rağmen beslenmedeki sorunda vahimdir. Çinko eksikliği olan insanlarda, gelişme geriliği, boy kısalması, deri hastalıkları, yaraların iyileşmesinde gecikme, saç dökülmesi, cinsel olgunlaşmada gerilik, karanlığa uyum güçlüğü, gece körlüğü, tat almada zayıflık, iştahsızlık, hastalıklara dayanmada zayıflık ve öğrenme kapasitesinde düşmeler görülebilir (Alloway, 2003).

Topraktaki çinkonun yarayışlılığı iklim ile de ilintilidir. Toprağın nemi de önemlidir. İlkbaharı soğuk ve az güneşli geçen yörelerde çinko noksanlığı görülür. Sonuç olarak Türkiye topraklarının büyük bir bölümünde çinko noksanlığı görüldüğünden topraklarımızda çinko gübrelemesinin ekonomiden insan sağlığına kadar sayılamayacak kadar yararı bulunmaktadır. Tarımsal üretimi sınırlandıran faktörler arasında eksik olan elementlerin en belirleyici faktörlerden birisi olduğu düşünülürse çinkonun yaygın olarak kullanılması gereği ortaya çıkar (Anonim, 2005).

2.6. Fosfor–Çinko İlişkisi

Bir bitkinin sağlıklı olarak beslenmesinde besin elementlerinin bitkideki miktarları kadar, bu besin elementlerinin diğer besin elementleriyle olan ilişkisi ve oranı da son derece önemlidir. Besin maddelerinin oransal dağılımındaki dengesizlik toprak çözeltisinde olabildiği gibi, bitki bünyesinde de olabilmektedir. Toprak çözeltisindeki olası bir dengesizlik ortamda fazla miktarda bulunan besin elementinin lehine gelişerek rekabetin söz konusu olduğu diğer besin elementi veya elementlerinin bitkiler tarafından alınamamasına neden olmaktadır. Böyle durumlarda ya bitki konsantrasyonu düşük olan besin elementlerinden kaynaklanan eksiklik belirtileri gösterebilir ya da miktarı yüksek olan besin elementinden kaynaklı toksik belirtileri ortaya çıkabilmektedir (Erdal ve Kocakaya, 2003).

Mısır bitkisi ile yapılan bir çalışmada; fosfor ve çinko gübrelemelerinin bitkinin kuru madde verimine etkileri araştırılmış, sonuç olarak toprağa uygulanan

gübre dozunun artışı ile bitki yapraklarındaki element konsantrasyonunun arttığı gözlenmiştir. Bu doğru orantı hem fosfor için hem de çinko için ayrı ayrı ölçülmüştür (Bukvic ve ark., 2003).

Benzer bir çalışmada ise, buğday bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde çinko konsantrasyonlarına bakılmış ve uygulanan gübre dozu ile orantılı olduğu görülmüştür. Yapılan analiz sonuçlarına göre, Zn uygulaması ile bitki Zn konsantrasyonu her gelişim döneminde de artmış, buna karşılık P konsantrasyonu azalmıştır. En yüksek Zn konsantrasyonu kardeşlenme dönemi örneklerinde belirlenirken, sapa kalkma dönemi örnekleri ve tane Zn içerikleri daha düşük bulunmuştur. En yüksek P miktarı tanede belirlenirken, en düşük değer, sapa kalkma dönemi örneklerinde belirlenmiştir. Çeşitlerin Zn ve P içerikleri açısından Zn uygulamasına gösterdikleri tepkiler dönemlere göre oldukça farklı olmuştur. Bu sonuca göre, farklı dönemlerdeki bitkinin toplam Zn içeriğine bakılarak Zn'ye dayanıklı veya hassas olduğuna karar verilemeyeceği görülmüştür (Erdal ve Kocakaya, 2003).

Gübreleme ile bitkiye uygulanan fosforlu gübrelerin miktarlarındaki artış, bitkinin çinko beslenmesini olumsuz yönde etkilemektedir (Rupa ve ark., 2002, Bukvic ve ark., 2003). Sera koşullarında yapılan çinko denemelerinde mısır bitkisinin artan çinko dozları karşı kuru madde miktarını arttırdığı görülmüştür. Ancak bu artışın çinko şelatları (EDTA ve EDDHA) ile sağlandığını göz ardı etmemek gerekir (Alvarez ve ark., 2003).

Fosfor-çinko etkileşiminde uygulanan fosfor miktarı arttıkça bitkinin çinko beslenmesi olumsuz etkilenmektedir. Bu olayın tam tersi de geçerlidir. Yani uygulanan çinko miktarı artar ise bitkinin fosfor beslenmesi de olumsuz etkilenmektedir. Fosforun toprak tarafından tutulması ve serbest bırakılması olayları hem su kalitesi açısından hem de gübre yönetimi açısından çok önemli iki kavramdır (Zhou ve Li., 2001, Zhu ve ark., 2001). Ayrıca fosfor toprakta stabil bir elementtir. Uygulandığı yer itibari ile fosforun hareketi 2-3 cm/70 gün dür. Yani fosfor uygulandığı yerden neredeyse hiç hareket etmez (Aulakh ve ark., 2003). Dolayısıyla gübrenin uygulama alanı ve derinliği de çok önemlidir. Mısırda fosfor uygulaması genellikle banda uygulama şeklindedir (Stecker ve ark., 2001).

Fosfor-çinko etkileşimi konusunda yapılan bir başka çalışmada, bitkinin yüksek dozlardaki fosfor ile beslenmesi sırasında çinko stresine girdiği görülmüştür. Bu durum gerek bitki dokularının analiz edilmesi ile, gerekse bitkinin gösterdiği tepkiler ile ölçülmüştür (Zhou ve Li., 2001). Yüksek kireçli ve yarı kurak bölge topraklarında, fosfor çinko etkileşimi üzerine yapılan bir çalışmada, fosfor eksikliği olan topraklarda uygulanan fosfor dozunun arttırılması ile bitki biyoması ve bitki dokularının fosfor konsantrasyonunun önemli ölçüde arttığı görülmüştür (Marschner, 1994). Düşük fosfor dozlarına çinko ilavesi ile bitki biyomasında bir gerileme gözlenmiş, bununla beraber yüksek fosfor dozlarına çinko ilavesi sonucunda da bitki biyomasının arttığı görülmüştür. Sonuç olarak çeşitler arasında farklı tepkilerin görülmesi, bitkilerin fosfor ve çinkoya karşı tepkilerinin genotipik etmenlerin kontrolü altında olduğunun bir göstergesi olduğu görülmüştür (Li ve ark., 2003).

Kireçli topraklarda fosforlu gübre kullanımının artması, bitkilerde çinko eksikliğine neden olmaktadır. Bu fosfor ve çinkonun birbirleri ile olan etkileşiminden kaynaklanmaktadır ve diğer faktörlerin değişkenliğinden de etkilenmektedir. Örneğin pH, nem, çinko ve fosfor kaynakları, organik madde, toprak ısısı tuzluluk gibi.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Yeri ve Yılı

Araştırma, 2004 yılı bahar döneminde Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü araştırma seralarında ve laboratuvarında yürütülmüştür.

3.1.2. Deneme Toprağının Özellikleri

Denemede kullanılan toprak, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Alanından alınmıştır. Deneme toprağı İkizce serisinin ertic Torrifluvent yüzey horizonundan alınmış olup, elenmiş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek her saksıya 2.250 kg toprak olacak şekilde hazırlanmıştır.

Denemede kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kil (%)	Kum (%)	Silt (%)	pH	Org.Madde (%)	Kireç (%)	Tuz (%)	Zn (ppm)	P (ppm)
50.51	12.60	36.89	7.38	1.01	30.58	0.09	0.44	6.9

Denemede kullanılan toprağın bünyesi kildir. pH'sı 7.4 olup bazik reaksiyonludur. Yüzde tuz içeriği 0.09 ile tuzsuz, kireç oranı % 30.6 gibi çok fazla olup, organik madde bakımından % 1.01 ile zayıf olarak değerlendirilmektedir. Fosfor içeriği, 6.9 ppm P ($NaHCO_3$ ekstraksiyonu) olarak ölçülmüştür.

3.1.3. Denemede Kullanılan Kimyasallar ve Mısır Çeşitleri

Araştırmada fosfor, çözünürlüğü yüksek olan kalsiyum dihidrojen fosfat ($CaH_4O_8P_2$-H_2O) formunda kullanılmıştır. Ayrıca azot, amonyum nitrat (NH_4NO_3), potasyum, potasyum sülfat (K_2SO_4), magnezyum, magnezyum sülfat ($MgSO_4$), demir, demir sülfat ($FeSO_4$), bakır, bakır sülfat ($CuSO_4$), mangan, mangan sülfat ($MnSO_4$), çinko ise çinko sülfat ($ZnSO_4$) formlarında kullanılmıştır.

Denemede kullanılan mısır çeşitleri; Pegasso, RX 770 ve Teater'dır. Pegasso çeşidi; tek melez, orta erkenci olup, olgunlaşma süresi 115 - 120 gün dür. Çukurova ve diğer bölgelerde ana ürün ve ikinci ürün ekimlerine uygundur. RX 770 çeşidi; 110-112 günde olgunlaşan hibrit bir çeşit olup, erkenciliği ile özellikle Akdeniz bölgesi için 2. ürün ekilişlerinde tavsiye edilmektedir. Teater çeşidi; 112-115 günde olgunlaşan bir çeşit olup, orta erkenci bir çeşittir ve ana ürün ile ikinci ürün ekimine de uygundur.

3.2. Metod

Deneme 15 Mart 2004'te kurulmuş olup, 10 Hazian 2004 tarihinde hasat edilmiştir. Deneme, bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 çeşit (Pegasso, RX 770 ve Teater), 5 farklı (0, 25, 50, 100, 200 mg P/kg) fosfor dozu ve 3 farklı (0, 5, 10 mg Zn/kg) çinko dozu olacak şekilde 3 yinelemeli olarak kurulmuştur. Her saksıya 2.250'şer kg olacak şekilde hava kuru toprak doldurulmuştur. Bitki olarak her saksıya 8 adet mısır tohumu olacak şekilde ekim yapılıp, daha sonra çimlenmeyi takiben 3 adete seyreltme yapılmıştır.

Ekim öncesi temel gübreleme olarak 250 mg/kg azot (NH_4SO_4), 50 mg/kg potasyum (K_2SO_4), 25 mg/kg magnezyum ($MgSO_4$), 10 mg/kg demir ($FeSO_4$), 2.5 mg/kg bakır ($CuSO_4$), 5 mg/kg mangan ($MnSO_4$) saf suda çözülerek her saksıya eşit miktarda uygulanmıştır. Fosfor ve çinko dozları da yine ekim öncesi çözelti halinde uygulanmışlardır.

3.2.1. Hasat

Bitkiler; çimlenmeden 8 hafta sonra, her saksıdaki bitki üst aksamı için, toprak yüzeyinden 1 cm yükseklikten hasat edilmiştir. Musluk suyu ve saf su ile yıkanan örnekler 65 ^{0}C'de kurutulmuş ve kuru ağırlıkları alınmıştır. Örnekler agat değirmende öğütülerek analize hazırlanmıştır.

3.2.2. Toprak Örneklerinde Yapılan Rutin Analizler Ve Uygulama Yöntemleri

Toprak örnekleri, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi kampus alanından ilgili seri olan İkizce serisinden, 0-30 cm etkili kök derinliğinden alınıp, kurutulup ve 2 mm' lik elekten geçirilerek, analize hazır hale getirilmiştir (Richard, 1954).

- **Toprak reaksiyonu (pH);**

Cam elektrodlu Beckman pH metresi ile doygunluk çamurunda ölçülmüştür (U. S. Salinity Laboratory Staff, 1954).

- **Kireç;**

$CaCO_3$ Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir (Çağlar,1949).

- **Tekstür (bünye);**

Bouyocous tarafından esas alınan hidrometre yöntemiyle yapılmıştır (Bouyocous, 1951).

- **Total tuz;**

Kondaktivite aleti ile saturasyon çamurunda elektiriksel geçirgenliğinin ölçülmesi ile tayin edilmiştir (Soil Survey Staff, 1951).

- **Yarayışlı fosfor;**

Yarayışlı fosfor analizinde kullanılan sodyum bikarbonat çözeltisi ilk defa Olsen ve ark., (1954) tarafından geliştirilmiş ve Kaya (1982) tarafından modifiye

edilmiştir. Bu yöntemde, askorbik asit ve çok düşük konsantrasyonda antimonil içeren asitlendirilmiş tek bir amonyum molibdat çözeltisi kullanılması ile yapılmıştır (Watanabe ve Olsen, 1965; Murphy ve Riley, 1962).

- **Organik madde;**

Modifiye edilmiş Lichterfelder'in yaş yakma yöntemine (Schlichting ve Blume, 1966) göre ölçülmüştür.

- **Çinko;**

Toprak örneklerinde alınabilir Zn analizi kireçli topraklar için geliştirilen DTPA-TEA ekstraksiyon çözeltisi ile yapılmıştır.

- **Potasyum;**

Potasyum, 4 g hava kuru toprak örneğinin, 1 N'lik 33 ml amonyum asetat çözeltisi ile 3 defa çalkalanarak elde edilen çözeltinin alevfotometrede okunması ile bulunulmuştur (Lindsay, 1978).

3.2.3. Morfolojik Gözlemler

Bitkiler, çimlenmeyi takiben hasata kadar gözlemlenmiştir. Değişik dozlardaki çinko ve fosfora bitkilerin gelişim süreçleri boyunca verdikleri tepkiler ve gösterdikleri semptomlar izlenmiştir.

3.2.4. Bitki Analizleri

Hasat sonunda elde olunan bitki örnekleri musluk suyu ve saf su ile yıkanıp, 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş (Walsh ve Beaton, 1973) ve öğütülerek kimyasal analize hazırlanmıştır. Örneklerde fosfor tayini mavi renk esasına dayanarak spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Bunun için öğütülmüş bitki örneğinden 0.200 g porselen krozenin içerisine tartılıp kül fırınında 550 °C de 5-5.5 saat yakılmıştır. Yanan örnekler daha sonra 0.3 N HCl çözeltisi ile çözülüp, saf su ile belirli hacme tamamlanmıştır. Bitkideki fosfor içeriği fosfor konsantrasyonuna bağlı

olarak oluşan molibdofosforik mavi renk; askorbik asit ve çok düşük konsantrasyonda antimonil içeren asitlendirilmiş tek bir amonyum molibdat çözeltisi kullanılması ile yapılmıştır (Murphy ve Riley, 1962). Renklendirme sonrası örnekler spektrofotometrede okunmuştur.

Bitkideki çinko içeriği ise daha önce kuru yakma yöntemi ile kül fırınında yakılarak 0.3 N HCl çözeltisi ile süzülen ve saf su ile belirli bir hacme tamamlanmış olan süzüklerin Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde okunması ile ölçülmüştür.

3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemeye ait toprak ve bitki analiz verileri, MSTAT-C bilgisayar paket programı kullanılarak bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre, varyans ve korelasyon analizleri ile değerlendirilerek yorumu yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4. 1. Morfolojik Gözlemler

Çalışma süresince yapılan morfolojik gözlemlerde P x Zn interaksiyonunun çinkonun düşük dozlarda uygulandığı bitkilerde daha şiddetli şekilde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. 0 mg kg^{-1} Zn dozunda, artan oranda uygulanan fosforun bitkide çinko noksanlığını arttırmaya yönelik bir etkisi olduğu görülmüştür. Buna karşılık 5 mg kg^{-1} çinko dozuyla uygulanan 25 mg kg^{-1} düşük fosfor dozunda bitkilerde çinko noksanlığı semptomlarına rastlanmamıştır. Fakat artarak uygulanan fosfor dozunda çinko noksanlığı görülmeye ve şiddetlenmeye başlamıştır.

Uygulanan 0 mg kg^{-1} çinko dozunda gözlemlenen çinko noksanlığı semptomları, 5 mg kg^{-1} çinko dozuna oranla daha şiddetli olurken 10 mg kg^{-1} çinko dozunda artan fosfor uygulaması çinko noksanlığını arttırıcı bir etki göstermemiş ve bitkiler sağlıklı bir şekilde gelişim göstermiştir.

Çinko noksanlığı, bitkilerin ilk gelişme dönemlerinde ortaya çıkmaya başlamış, bitkilerin uç kısmındaki (tepe) yaprakların damar aralarında küçük benekler halinde renk açılmaları görülmüş ve ileri safhada bu renk açılmaları kırmızımsı bronz bir renk haline dönüşmüştür. Sapların uç kısımdaki boğum aralarının da kısaldığı gözlemlenmiştir.

4. 2. Toplam Kuru Madde Ağırlığı

Araştırmada beş farklı dozda fosfor (0, 25, 50, 100 ve 200 mg kg^{-1}) uygulaması ve üç farklı çinko dozu (0, 5 ve 10 mg kg^{-1}) uygulamalarının üç farklı mısır çeşidinde bitki kuru madde verimleri üzerine etkisini gösteren ortalamalar Çizelge 4.2' de ve varyans analiz değerleri de Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Kuru madde verimi incelendiğinde, artan fosfor dozu ile birlikte kuru madde veriminin azaldığı ve bunun aksine, bitki dokularında fosfor konsantrasyonlarının arttığı görülmüştür. Bu durum, düşük Zn içeriği (Çizelge 4.2) nedeniyle, P'un

uygulanması ile birlikte toprakta bulunan Zn'dan da bitkilerin faydalanamamasından dolayı bitkilerin kuru madde verimlerinin düşmesi şeklinde açıklanabilir.

Deneme sonuçlarına göre; çeşitler (P<0.01), fosfor dozları (P<0.001), çeşit x fosfor etkileşimi (P<0.01), çinko dozları (P<0.001), fosfor x çinko etkileşimi (P<0.01) ve çeşit x fosfor x çinko etkileşimi (P<0.001) arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Çeşit x çinko etkileşimi incelendiğinde (Çizelge 4.2) çinko uygulamasının artması ile beraber çeşitlerin kuru maddelerinin de artmış olmasına rağmen aralarındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.1. Üç Farklı Mısır Bitkisine Topraktan Uygulanan Farklı Dozlarda Fosfor ve Çinkonun Toplam Kuru Madde Ağırlığı Üzerine Etkisinin Varyans Analiz Sonuçları

V. K.	S. D.	K. T.	K. O.	F Değeri	
A (Çeşit)	2	593.937	296.969	18.6832	**
Hata	6	95.370	15.895		
B (Fosfor)	4	74892.957	18723.239	1734.4678	***
AxB	8	291.614	36.452	3.3768	**
C (Çinko)	2	375.383	187.692	17.3872	***
AxC	4	80.335	20.084	1.8605	
BxC	8	284.828	35.603	3.2982	**
AxBxC	16	496.721	31.045	2.8759	***
Hata	84	906.764	10.795		
Toplam	134	78017.909			

* 0.05, ** 0.01 ve *** 0.001 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.2. Üç Farklı Mısır Bitkisine Topraktan Uygulanan Farklı Dozlarda Fosfor ve Çinkonun Toplam Kuru Madde Ağırlığı (g/saksı) Üzerine Etkisi

Çeşitler	P Dozu	Zn Dozu (mg/kg)			Ortalama
	(mg/kg)	0	5	10	
Pegasso	**0**	5.0 l	6.4 l	6.2 l	**5.9 j**
	25	26.2 k	31.1 jk	33.3 jk	**30.2 ı**
	50	48 ı	49.6 hı	46.2 ı	**47.9 f**
	100	58.65 fg	62.1 d-g	64.3 c-f	**61.7 d**
	200	64.9 c-f	69.6 b-d	73.0 ab	**69.2 b**
		40.6	**43.8**	**44.6**	**43.0 B**
RX 770	**0**	4.3 l	5.6 l	4.5 l	**4.8 j**
	25	32.9 jk	35.2 j	27.4 k	**31.8 hi**
	50	36.6 j	43.9 ı	48.4 ı	**43.0 g**
	100	62.2 d-g	64.7 c-f	67.4 b-e	**64.8 cd**
	200	61.1 e-g	70.5 bc	74.4 ab	**68.7 bc**
		39.4	**44.0**	**44.4**	**42.6 B**
Teater	**0**	6.7 l	7.4 l	8.6 l	**7.6 j**
	25	32.8 jk	33.8 jk	36.5 j	**34.3 h**
	50	56.0 gh	51.3 hı	50.6 hı	**52.6 e**
	100	60.7 e-g	67.8 b-e	71.1 bc	**66.5 bc**
	200	73.6 ab	72.8 ab	79.9 a	**75.4 a**
		45.9	**46.6**	**49.3**	**47.3 A**
Zn Ortalama		**42.0 B**	**44.8 A**	**46.1 A**	
P Ortalama	**0**	5.3 g	6.5 g	6.4 g	**6.1 e**
	25	30.6 f	33.3 f	32.4 f	**32.1 d**
	50	46.9 e	48.2 e	48.4 e	**47.8 c**
	100	60.5 d	64.9 c	67.6 bc	**64.3 b**
	200	66.5 c	71.0 b	75.8 a	**71.1 a**

Çizelge 4.2 incelendiğinde en düşük ortalama kuru madde verimi RX 770 çeşidinde (42.6 g saksı$^{-1}$) elde edilirken, Pegasso çeşidi (43.0 g saksı$^{-1}$) ile ikinci sırada olduğu ve en yüksek kuru madde verimi Teater çeşidinde (47.3 g saksı$^{-1}$) elde edilmiştir.

Fosfor uygulamalarının kuru madde verimi üzerine olan etkisi incelendiğinde, en düşük kuru madde verimi fosfor uygulaması yapılmayan kontrol dozunda (6.1 g saksı$^{-1}$) elde edirken, en yüksek kuru madde verimi 10.1 kat artış ile fosfor uygulamasının 200 mg kg^{-1} olduğu dozda 71.1 g saksı$^{-1}$ ile elde edilmiştir.

Çeşit x fosfor etkileşimi incelendiğinde, en düşük kuru madde verimi RX 770 çeşidinde kontrol dozunda elde edilirken, en yüksek kuru madde verimi Teater çeşidinde 200 mg kg^{-1} fosfor dozunda (75.4 g $saksı^{-1}$) elde edilmiş ve diğer etkileşimler bu iki değer arasında dağılım göstermiştir.

Çinko uygulamalarının kuru madde üzerine etkisi, en düşük kuru madde verimi çinko uygulanmayan saksılarda elde edilirken (42.0 g $saksı^{-1}$), en yüksek değer 10 mg zn kg^{-1} dozunda (46.1 g $saksı^{-1}$) elde edilmiştir.

Fosfor x çinko etkileşimi incelendiğinde (Çizelge 4.2), en düşük kuru madde verimi fosforun ve çinkonun uygulanmadığı kontrol dozunda elde edilirken (5.3 g $saksı^{-1}$), en yüksek kuru madde verimi fosforun ve çinkonun en yüksek olduğu dozda elde edilmiştir (75.8 g $saksı^{-1}$). Diğer kuru madde verimleri, bu ortalamalar arasında değişim göstermektedir. Değerler incelendiğinde, uygulanan fosforun ve çinkonun artması ile birlikte bitkide bu iki elementin interaksiyon yaratacağı ve dolayısı ile bitki kuru maddesinin artışını olumsuz etkileyerek ağırlıkta düşüşe sebeb olacağını beklerken, bitkilerden alınan kuru madde miktarlarının doğrusal olarak arttığı, artan fosfor ve çinko dozlarının kuru maddeyi olumlu etkilediği görülmektedir. Bunun nedenini, denemenin sera koşullarında yapılmasına dolayısı ile sınırlı hacimde toprakta saksılar ile çalışılmasına bağlamamız mümkündür.

Deneme sonuçları incelendiğinde, çeşitler arasında fosforun kullanımı açısından farklılıklar belirlenirken yapılan uygulamalar sonucunda özellikle fosfor ve çinko uygulamalarının mısır bitkisinin gelişimi açısından önemli olduğu ve kuru madde verimini önemli oranda arttırdığı görülmektedir (Güzel ve ark., 2002). Fosfor uygulamalarının düşük olduğu koşullarda bitki gelişimin düşük olduğu ve bitkilerin fosfor noksanlık semptonları gösterdiği belirlenmiştir (Wadsworth, 2003). Konu ile ilgili yapılan birçok çalışmada araştırıcılar fosforun ve çinkonun bitki gelişimi açısından mutlak gerekli elementler olduğunu, fosfor ve çinko noksanlığı koşullarında bitki gelişiminin olumsuz yönde etkilendiğini belirtmişlerdir (Alvarez ve ark., 2003; Bukvic ve ark., 2003). Konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda ise farklı fosfor koşullarında yetiştirilen mısır genotiplerinin gövde ağırlıkları ile beslenme statüleri açısından farklılıklar gösterdiği rapor edilmiştir (Dessougi ve ark., 2003; Hammond ve ark., 2004). Ayrıca fosfor noksanlığının bitkinin yaprak alanında

düşüşlere neden olduğu ve metabolik faliyetlerin azalmasına neden olduğu bildirilmiştir (Colomb ve ark., 2000; Plenet, 2000; Iqbal ve ark. 2003).

Fosfor bitki dokularında birtakım yollarla çinkonun bitki metabolizmasında kullanımını engellemektedir. Bitki dokularında fosfor çok yüksek konsantrasyonlarda olduğu zaman çinko ile kompleksleşerek onun hareketliliğini sınırlayabilmektedir (Çakmak ve Marschner, 1987). Bu çalışmada uygulanan fosforun belirli bir dozdan itibaren bitkilerin çinko beslenmesini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Aynı fosfor dozunda uygulanan çinko miktarının arttırılması ile kuru madde miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Bilindiği gibi çinko bitkide enzimlerin yapısında yer almaktadır ve noksanlığı durumunda bitkilerde metabolik faliyetlerde gerileme, cılızlaşma ve cüce kalma gibi belirtiler görülmektedir.

4.3. Bitkinin Fosfor Konsantrasyonu

Fosfor ve çinko uygulamalarının mısır çeşitlerinin bitki dokularındaki fosfor konsnatrasyonları üzerine etkisini gösteren ortalamalar Çizelge 4.4' de ve varyans analiz değerleri de Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Deneme sonuçları incelendiğinde, çeşitler ($P<0.05$). fosfor dozları ($P<0.001$), çinko dozları ($P<0.001$), fosfor x çinko etkileşimi ($P<0.01$) arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Çeşit x fosfor, çeşit x çinko ve çeşit x fosfor x çinko etkileşimleri incelendiğinde (Çizelge 4.4) fosfor ve çinko uygulamaları ile beraber çeşitlerin fosfor konsantrasyonunda artış olmasına rağmen aralarındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çeşitlerin fosfor içerikleri de farklılıklar göstermiştir. En düşük fosfor konsantrasyonu % 0.13 ile Teater çeşitinde elde edilirken, Pegasso çeşidinde % 0.14 ve en yüksek fosfor konsantrasyonu RX 770 çeşitinde % 0.15 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Fosfor uygulamaları bitkilerin fosfor konsantrasyonlarını, istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde etkilemiştir. Fosfor uygulaması ile bitkilerin fosfor

konsantrasyonu artmaktadır. Bitki dokularındaki en düşük fosfor konsantrasyonu, fosfor uygulaması yapılmayan kontrol dozunda (% 0.08 mg kg^{-1}) elde edilirken, en yüksek fosfor konsantrasyonu % 153 'lük artış göstererek 200 mg kg^{-1} dozunda (% 0.210) olarak ölçülmüştür. Alves ve ark. (2001) ve Liu ve ark. (2004), fosforun artan dozlarda uygulanmasıyla bitkinin fosfor konsantrasyonunun doğrusal olarak arttığını rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.3. Üç Farklı Mısır Bitkisine Topraktan Uygulanan Farklı Dozlarda Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Fosfor İçeriği Üzerine Etkisinin Varyans Analiz Sonuçları

V. K.	S. D.	K. T.	K. O.	F Değeri	
A (Çeşit)	2	0.008	0.004	10.2059	*
Hata	6	0.002	0.000		
B (Fosfor)	4	0.223	0.056	128.6008	***
AxB	8	0.006	0.001	1.7278	
C (Çinko)	2	0.013	0.007	15.1030	***
AxC	4	0.001	0.000	0.3369	
BxC	8	0.016	0.002	4.5281	***
AxBxC	16	0.011	0.001	1.5698	
Hata	84	0.011	0.000		
Toplam	134	0.315			

* 0.05. ** 0.01 ve *** 0.001 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.4. Üç Farklı Mısır Bitkisine Topraktan Uygulanan Farklı Dozlarda Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Fosfor Konsantrasyonu (%) Üzerine Etkisi

Çeşitler	P dozu	Zn dozu (mg kg^{-1})			Ortalama
	(mg kg^{-1})	0	5	10	
	0	0.08	0.09	0.08	**0.08**
	25	0.12	0.13	0.13	**0.13**
	50	0.14	0.13	0.16	**0.14**
	100	0.15	0.16	0.14	**0.15**
Pegasso	**200**	0.16	0.23	0.26	**0.22**
		0.13	**0.15**	**0.15**	**0.14 B**
	0	0.08	0.08	0.11	**0.09**
	25	0.15	0.15	0.16	**0.15**
	50	0.16	0.16	0.16	**0.16**
	100	0.13	0.15	0.18	**0.15**
RX 770	**200**	0.16	0.25	0.23	**0.22**
		0.14	**0.16**	**0.17**	**0.15 A**
	0	0.08	0.08	0.07	**0.08**
	25	0.12	0.14	0.13	**0.13**
	50	0.11	0.12	0.11	**0.12**
	100	0.14	0.15	0.17	**0.15**
TEATER	**200**	0.18	0.20	0.22	**0.20**
		0.12	**0.14**	**0.14**	**0.13 C**
Zn Ortalama		**0.13 B**	**0.15 A**	**0.15 A**	
	0	0.08 f	0.08 f	0.09 f	**0.08 D**
	25	0.13 e	0.14 e	0.14 de	**0.14 C**
	50	0.13 e	0.14 e	0.14 de	**0.14 C**
	100	0.14 de	0.15 cd	0.16 bc	**0.15 B**
P Ortalama	**200**	0.17 b	0.23 a	0.23 a	**0.21 A**

Çizelge 4.4 çinko uygulamaları açısından incelendiğinde bitki dokularında fosfor konsantrasyonları artış göstermiştir. En düşük fosfor konsantrasyonu 0.130 ile çinko uygulaması yapılmayan kontrol dozunda elde edilirken, 5 mg kg^{-1} dozunda % 13.5 artış ile 0.148 ve en yüksek fosfor konsantrasyonu % 17.7 artış ile 0.153 olmuştur.

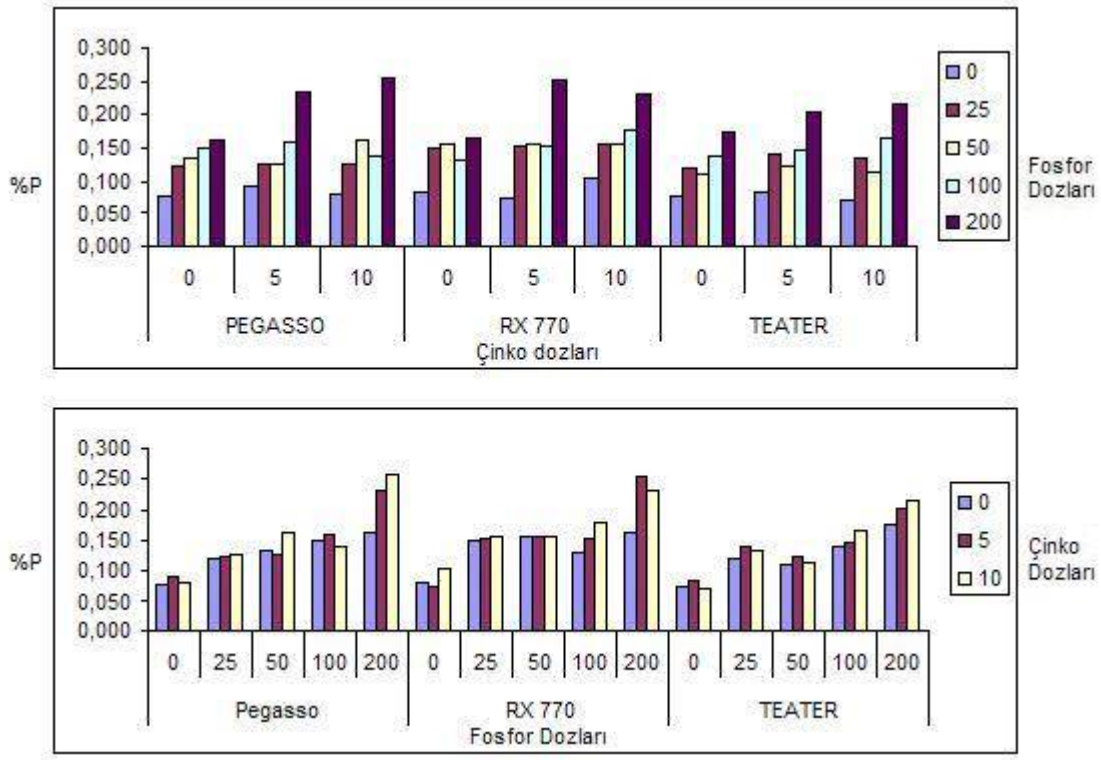
Fosfor x çinko interaksiyonunda bitkinin en düşük fosfor konsantrasyonu çinkonun ve fosforun 0 olduğu kontrol dozunda % 0.079 mg kg^{-1} P olarak ölçülürken, en yüksek fosfor konsantrasyonu çinkonun ve fosforun en yüksek olduğu

10 mg kg^{-1} Zn ve 200 mg kg^{-1} P dozunda 0.23 mg kg^{-1} olarak ölçülmüştür. Fosfor ve çinko dozlarındaki değişimler bitkinin fosfor konsantrasyonunu da etkilemektedir (Rupa ve ark., 2003).

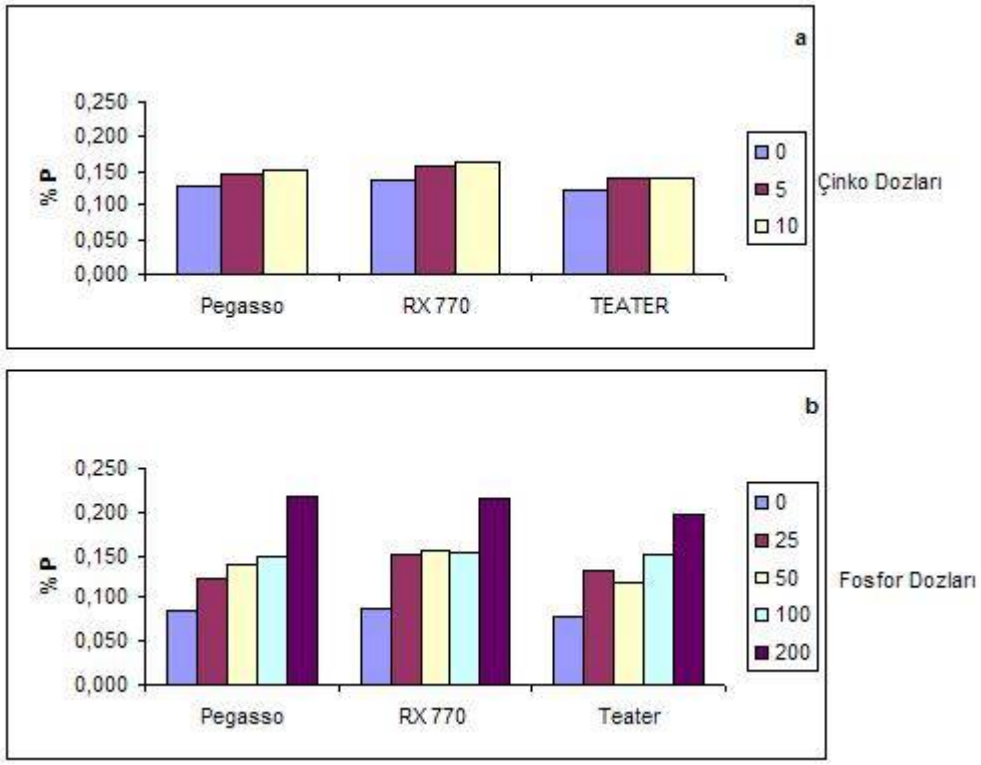
Çeşitler arasında fosfor içeriği açısından farklılıklar belirlenirken artan dozlarda fosfor uygulamaları ile birlikte bitki dokularında fosfor konsantrasyonu da yükselmiştir. Konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda fosfor uygulamalarının bitkideki fosfor konsantrasyonunu arttırdığı belirtilmiştir (Korkmaz, 2005).

Çinko uygulamalarının istatistiksel olarak önemli ölçüde bitki dokularındaki fosfor konsantrasyonunu arttırıdığı tespit edilmiştir (Arya ve Singh 2002). Minimum yasası gereği, çinko eksikliği olan toprağa bitkinin ihtiyacı olan çinko uygulandığında, bitki daha düzenli beslenmektedir (Bukvic ve ark., 2003). Daha önce toprakta var olmasına rağmen alamadığı fosforuda çinko beslenme statüsü iyileştiği için daha iyi alabilmektedir (Li ve ark., 2003).

Fosforun bitki gelişimi için mutlak gerekli olduğu, noksanlığı durumunda bitki veriminin olumsuz etkilendiği ve gübre ile verilen fosforun bitki gelişimi ile beslenme statüsünü olumlu yönde etkilediği birçok araştırıcı (Alves ve ark., 2001; Bhadoria ve ark., 2004; Liu ve ark., 2004) tarafından bildirilmiştir. Fosfor noksanlığı durumunda bitkinin yaprak yüzeyinde bir daralma görülmekte ve bitki fotosentez kapasitesinde düşme olmaktadır (Rodriguez ve ark., 2000). Bitkilerin fosfor istekleri gelişme dönemine de bağlıdır. Bitkiler belli bir olgunluğa ulaşınca bitki bünyesindeki fosforun çoğu vegatatif organlardan generatif organlara (tohum ve meyve) doğru taşınır. Özellikle bitki gelişiminin erken aşamalarında fosfora olan ihtiyaçları çok daha yüksektir (Kırtok. 1998).



Şekil 4.1 Üç farklı mısır çeşidine uygulanan 5 farklı dozda fosfor ve 3 farklı dozda çinkonun bitkinin fosfor konsantrasyonu üzerine etkisi



Şekil 4.2. Bitkinin fosfor içeriği üzerine etkili olan fosfor ve çinko uygulamalarının ortalamalar tablosu, a: fosfor içeriğine çinko uygulamalarının etkisi, b: fosfor içeriğine fosfor uygulamalarının etkisi.

4.4. Bitkinin Çinko Konsantrasyonu

Fosfor ve çinko uygulamalarının mısır çeşitlerinin bitki dokularındaki çinko konsantrasyonları üzerine etkisini gösteren ortalamalar Çizelge 4.6' da ve varyans analiz değerleri de Çizelge 4.5' te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Çinko İçeriği Üzerine Etkisinin Varyans Analiz Sonuçları

V. K.	S. D.	K. T.	K. O.	F Değeri	
A (Çeşit)	2	14.343	7.172	0.0682	
Hata	6	630.799	105.133		
B (Fosfor)	4	14271.191	3567.798	132.9397	***
AxB	8	257.843	32.230	1.2009	
C (Çinko)	2	7844.176	3922.088	146.1409	***
AxC	4	8.636	2.159	0.0804	
BxC	8	1204.048	150.506	5.6080	***
AxBxC	16	221.061	13.816	0.5148	
Hata	84	2254.368	26.838		
Toplam	134	26706.467			

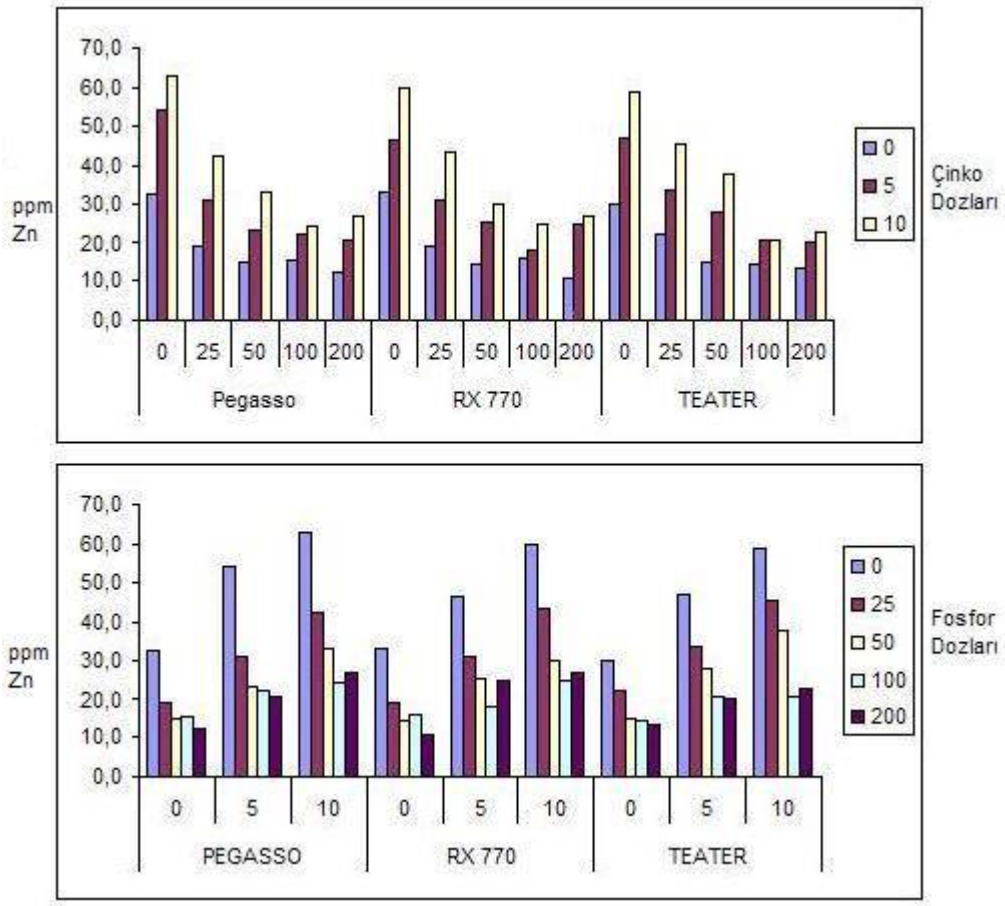
* 0.05 ** 0.01 ve *** 0.001 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.6. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Çinko İçeriği Üzerine Etkisi (ppm çinko/saksı)

Çeşitler	P Dozu	Zn Dozu (mg kg^{-1})			Ortalama
	(mg kg^{-1})	0	5	10	
Pegasso	**0**	32.5	54.2	63.0	**49.9**
	25	18.7	30.9	42.5	**30.7**
	50	14.8	23.4	33.4	**23.9**
	100	15.3	22.5	24.5	**20.7**
	200	12.5	20.7	27.3	**20.2**
		18.7	**30.3**	**38.1**	**29.1**
RX 770	**0**	33.0	46.5	59.6	**46.4**
	25	19.1	31.2	43.2	**31.2**
	50	14.4	25.6	29.9	**23.3**
	100	15.9	17.7	24.9	**19.5**
	200	10.8	25.1	27.2	**21.0**
		18.6	**29.2**	**37.0**	**28.3**
TEATER	**0**	30.3	46.8	58.9	**45.4**
	25	22.5	33.7	45.3	**33.8**
	50	14.8	28.3	37.8	**26.9**
	100	14.2	20.2	20.3	**18.2**
	200	13.4	20.1	23.0	**18.8**
		19.0	**29.8**	**37.1**	**28.6**
Zn Ortalama		**18.8 C**	**29.8 B**	**37.4 A**	
P Ortalama	**0**	31.9 cd	49.2 b	60.5 a	**47.2 A**
	25	20.1 eg	31.9 cd	43.7 b	**31.9 B**
	50	14.7 gh	25.8 de	33.7 c	**24.7 C**
	100	15.1 f-h	20.2 e-g	23.2 e	**19.5 D**
	200	12.2 h	21.9 ef	25.8 de	**20.0 D**

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, bitkinin çinko içeriğine uygulanan fosforun etkisi istatistiksel olarak $P<0.001$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Artan fosfor dozunun bitkinin çinko konsantrasyonunu önemli oranda azalttığı bulunmuştur. Fosfor uygulaması yapılmayan kontrol dozunda, çinko konsantrasyonu ortalama 47.2 mg kg^{-1} iken, 25 mg kg^{-1} dozunda % 32.4 azalarak 31.9 mg kg^{-1}, 50 mg kg^{-1} dozunda % 47.7 azalarak 24.7 mg kg^{-1}, 100 mg kg^{-1} dozunda % 58.7 azalarak 19.5 mg kg^{-1} ve 200 mg kg^{-1} fosfor dozunda ise % 57.6 olarak ölçülmüştür.

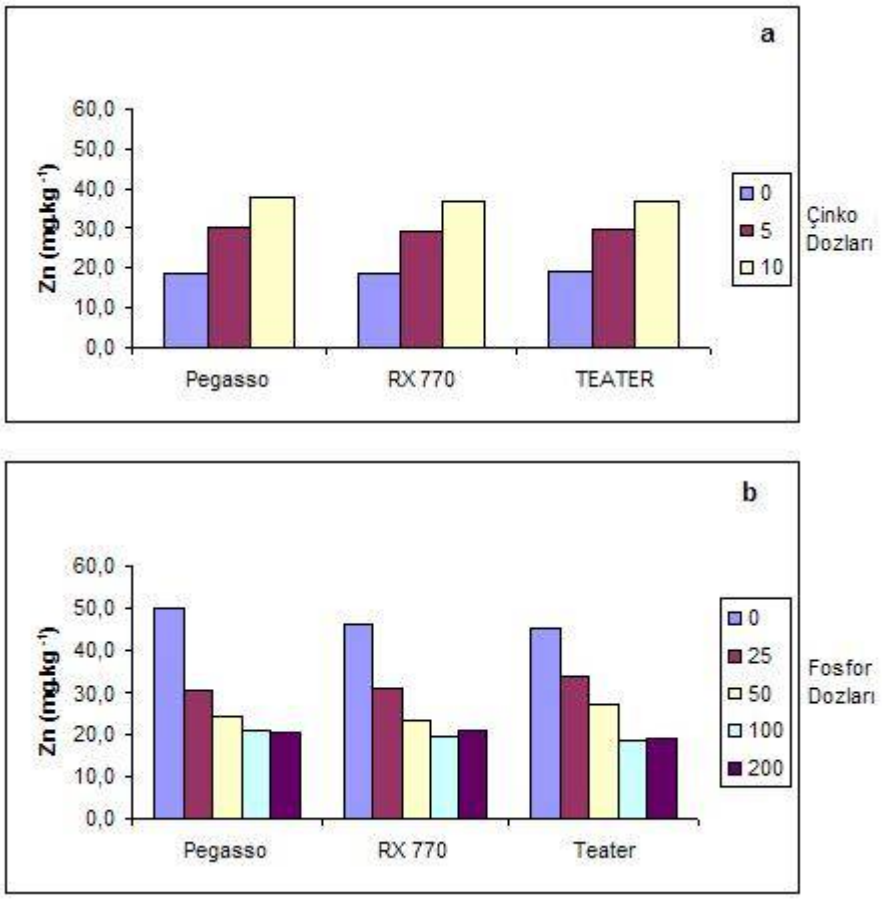
Uygulanan çinko dozlarının bitkinin çinko konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak $P<0.001$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Çinko dozunun arttırılması ile birlikte bitkilerin çinko konsantrasyonunun önemli oranda arttığı görülmüştür. Çizelge 4.6 incelendiğinde, en düşük çinko konsantrasyonu (18.8 mg kg^{-1}) çinko uygulaması yapılmayan kontrol dozunda elde edilirken, 5 mg kg^{-1} çinko dozunda 29.8 mg kg^{-1} ve en yüksek çinko konsantrasyonu 10 mg kg^{-1} çinko uygulaması yapılan dozda bulunmuş olup kontrole göre % 98.9 oranında bir artış ile 37.4 mg kg^{-1}'a yükselmiştir.



Şekil 4.3 Üç farklı mısır çeşidine uygulanan 5 farklı dozda fosfor ve 3 farklı dozda çinkonun bitkinin çinko konsantrasyonu üzerine etkisi

Fosfor x çinko interaksiyonunda (Çizelge 4.6) en düşük çinko konsantrasyonu çinko uygulamasının yapılmadığı 200 mg kg^{-1} fosfor dozunda 12.2 mg kg^{-1} olarak bulunurken, en yüksek çinko konsantrasyonu fosforun uygulanmadığı ve çinkonun 10 mg kg^{-1} uygulandığı dozda 60.5 mg kg^{-1} olarak elde edilmiştir. Uygulamalara ve çeşitlere bağlı olarak çinko konsantrasyonları bu değerler arasında dağılım göstermiştir. Deneme sonuçlarına göre, aynı çinko dozunda, artan fosfor dozları ile bitkinin çinko konsantrasyonu olumsuz etkilenmekte ve doğrusal olarak azalmaktadır. Fosfor ve çinko dozlarının birlikte arttırılması durumunda bitkinin çinko konsantrasyonunda azalma görülmektedir. Deneme sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde çeşitlerin tamamında fosfor dozu arttırıldıkça bitkinin çinko konsantrasyonunun azaldığı ve fosforun çinko üzerine olan negatif etkisi

belirlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda fosfor uygulamalarının çinko alımını olumsuz yönde etkilediği ve azalttığı belirtilmiştir (Bukvic ve ark., 2003). Gübreleme ile bitkiye uygulanan fosforlu gübrelerin miktarlarındaki artış sonucu, bitkinin çinko beslenmesi olumsuz yönde etkilemektedir (Rupa ve ark., 2002).



Şekil 4.4 Bitkinin çinko içeriği üzerine etkili olan fosfor ve çinko uygulamalarının ortalamalar tablosu, a: çinko dozlarının bitkinin çinko içeriğine etkisi, b: fosfor dozlarının bitkinin çinko içeriği üzerine etkisi.

4.5. Bitkilerin Topraktan Kaldırdıkları Fosfor Miktarları

Bitkilerin topraktan kaldırdıkları fosfor miktarları, bitki dokularındaki fosfor konsantrasyonu ve kuru madde ağırlıkları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Mısır bitkisi ile yapılan bu çalışmada kuru madde verimleri ve bitkilerin fosfor kullanımları arasında önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Öktem ve Ülger (1998) ve Yun ve

ark., (2001) adlı araştırıcılar da mısır bitkisinin çeşitleri arasında fosfor kullanımı açısından farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir. Mısır çeşitlerinin topraktan kaldırdıkları fosfor miktarları ile ilgili ortalama değerler (mg P saksı$^{-1}$) ile Duncan çoklu karşılaştırılma değerleri Çizelge 4.7 de verilmiştir.

Deneme sonuçları incelendiğinde, bitkilerin topraktan kaldırdıkları fosfor miktarları, fosfor dozları ($P<0.001$), çinko dozları ($P<0.001$) ve fosfor x çinko interaksiyonu tarafından ($P<0.001$) istatistiksel olarak önemli düzeylerde etkilenmiştir (Çizelge 4.7).

Fosfor uygulaması yapılmayan kontrol dozunda çeşitlerin fosfor alımları ortalaması 5.0 mg P saksı$^{-1}$ iken, 25 mg kg^{-1} dozunda 8.7 kat olarak 43.8 mg P saksı$^{-1}$, 50 mg kg^{-1} dozunda 13 kat olarak 65.6 mg P saksı$^{-1}$, 100 mg kg^{-1} dozunda 19.5 kat olarak 97.6 mg P saksı$^{-1}$ ve dozun 200 mg kg^{-1}'e çıkarılması ile 30 kat olarak bitki tarafından kaldırılan fosfor 150.5 mg P saksı$^{-1}$' ya yükselmiştir.

Artan fosfor dozuna bağlı olarak bitki dokularında fosforun konsantrasyonunun artması ile birlikte, bitkilerin topraktan kaldırdıkları fosfor miktarı da doğrusal olarak bir artış göstermektedir (Shane ve ark. 2003). Kaldırılan fosforunda artması, kuru madde ve bitki dokularında fosfor konsantrasyonu artışı gibi dağılım göstererek, bitki gelişimini olumlu yönde etkilemektedir.

Deneme sonuçlarına göre çinko uygulaması ile bitkinin topraktan kaldırdığı fosfor miktarı etkilenmektedir. Kontrol dozunda bitkinin kaldırdığı fosfor miktarı 60.3 mg P saksı$^{-1}$ iken, 5 mg kg^{-1} dozunda 75.8 mg P saksı$^{-1}$ ve çinkonun en yüksek olduğu 10 mg kg^{-1} dozunda ise bitkiler topraktan 81.1 mg P saksı$^{-1}$ fosfor kaldırmışlardır.

Çizelge 4.7. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Topraktan Kaldırdığı Fosfor Miktarı Üzerine Etkisinin Varyans Analiz Sonuçları

V. K.	S. D.	K. T.	K. O.	F Değeri	
A (Çeşit)	2	316.313	158.156	0.7147	
Hata	6	1.327.722	221.287		
B (Fosfor)	4	331.336.396	82.834.099	3.676.722	***
AxB	8	1.545.915	193.239	0.8567	
C (Çinko)	2	10.964.708	5.482.354	243.343	***
AxC	4	441.517	110.379	0.4899	
BxC	8	14.382.487	1.797.811	79.799	***
AxBxC	16	5.587.256	349.204	15.500	
Hata	84	18.924.640	225.293		
Toplam	134	26.706.467			

* 0.05. ** 0.01 ve *** 0.001 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.8. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Topraktan Kaldırdığı Fosfor Miktarı Üzerine Etkisi (mg fosfor/saksı)

Çeşitler	P Dozu	Zn Dozu (mg kg^{-1})			Ortalama
	(mg kg^{-1})	0	5	10	
Pegasso	**0**	4.0	5.9	5.1	**5.0**
	25	32.0	38.9	42.3	**37.7**
	50	64.7	62.9	74.7	**67.4**
	100	87.3	99.5	89.1	**92.0**
	200	105.0	161.3	187.4	**151.3**
		58.6	**73.7**	**79.7**	**70.7**
RX 770	**0**	3.5	4.2	4.5	**4.1**
	25	49.2	53.1	42.3	**48.2**
	50	57.3	68.4	75.5	**67.1**
	100	81.5	97.8	120.3	**99.9**
	200	99.9	180.3	171.2	**150.5**
		58.3	**80.8**	**82.8**	**73.9**
Teater	**0**	5.1	6.2	6.3	**5.8**
	25	39.6	47.8	48.5	**45.3**
	50	61.8	63.8	57.5	**61.0**
	100	84.5	99.6	118.5	**100.9**
	200	129.0	147.8	172.7	**149.8**
		64.0	**73.0**	**80.7**	**72.6**
Zn Ortalama		**60.3 b**	**75.8 a**	**81.1 a**	
P Ortalama	**0**	4.2 h	5.4 h	5.3 h	**5.0 e**
	25	40.3 g	46.6 fg	44.4 fg	**43.7 d**
	50	61.2 ef	65.0 e	69.2 de	**65.2 c**
	100	84.4 cd	99.0 bc	109.3 b	**97.6 b**
	200	111.3 b	163.2 a	177.1 a	**150.5 a**

Uygulanan fosfor ve çinkonun birbirleri ile olan etkileşimlerinin bitkinin topraktan kaldırdığı fosfor miktarını ($P<0.001$) etkilediği görülmüştür. Çinkonun ve fosforun 0 olduğu kontrol dozunda 4.2 mg P $saksı^{-1}$ iken, fosforun ve çinkonun en yüksek olduğu 10 mg kg^{-1} dozu ve 200 mg kg^{-1} fosfor dozunda 177.1 mg P $saksı^{-1}$ olarak bulunmuştur.

4.6. Bitkilerin Topraktan Kaldırdıkları Çinko Miktarları

Uygulamalara bağlı olarak mısır çeşitlerinin topraktan kaldırdıkları çinko miktarları ile ilgili ortalama değerler (mg P $saksı^{-1}$) ile Duncan çoklu karşılaştırılma testi Çizelge 4.9 de verilmiştir.

Deneme sonuçları incelendiğinde. bitkilerin topraktan kaldırdıkları çinko miktarları üzerine fosfor dozları ($P<0.001$), çinko dozları ($P<0.001$) ve fosfor x çinko etkileşimi arasında ($P<0.001$) istatistiksel olarak önemin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Fosfor uygulaması yapılmayan kontrol dozunda çeşitlerin fosfor alımları ortalaması 0.30 mg Zn saksı$^{-1}$ iken, 25 mg kg^{-1} dozunda 3.4 kat olarak 1.03 mg Zn saksı$^{-1}$, 50 mg kg^{-1} dozunda 4 kat olarak 1.19 mg Zn saksı$^{-1}$, 100 mg kg^{-1} dozunda 4.2 kat olarak 1.26 mg Zn saksı$^{-1}$ ve dozun 200 mg kg^{-1}'e çıkarılması ile 4.8 kat olarak bitki tarafından kaldırılan çinko 1.44 mg Zn saksı$^{-1}$' ya yükselmiştir.

Çinko uygulamalarının bitkinin çinko alımına etkisi Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çinko uygulaması yapılmayan kontrol dozunda çeşitlerin çinko alımları ortalaması 0.30 mg Zn saksı$^{-1}$ iken, 5 mg kg^{-1} çinko dozunda 1.09 mg Zn saksı$^{-1}$ ve dozun 10 mg kg^{-1}'e çıkarılması ile 1.44 mg Zn saksı$^{-1}$, ya yükselmiştir.

Genotip etkileri incelendiğinde ise, tüm çeşitlerin topraktan kaldırdıkları çinko miktarları uygulanan gübre dozunun artışı ile doğrusal olarak arttığı görülmüştür. Bitkiler genotipik bazı farklılıklar gösterselerde bu değerler istatistiksel olarak önemsizdir.

Çizelge 4.9. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Topraktan Kaldırdığı Fosfor Miktarı Üzerine Etkisinin Varyans Analiz Sonuçları

V. K.	S. D.	K. T.	K. O.	F Değeri	
A (Çeşit)	2	0.354	0.177	0.2942	
Hata	6	0.820	0.137		
B (Fosfor)	4	21.281	5.320	1.017.823	***
AxB	8	0.648	0.081	15.501	
C (Çinko)	2	12.876	6.438	1.231.608	***
AxC	4	0.032	0.008	0.1553	
BxC	8	2.202	0.275	52.654	***
AxBxC	16	0.852	0.053	10.184	
Hata	84	4.391	0.052		
Toplam	134	43.456			

* 0.05, ** 0.01 ve *** 0.001 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.10. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Topraktan Kaldırdığı Çinko Miktarı Üzerine Etkisi (mg çinko/saksı)

Çeşitler	P Dozu	Zn Dozu (mg kg^{-1})			Ortalama
	(mg kg^{-1})	0	5	10	
Pegasso	**0**	0.17	0.35	0.40	**0.31**
	25	0.49	0.96	1.41	**0.96**
	50	0.71	1.16	1.57	**1.15**
	100	0.90	1.40	1.56	**1.29**
	200	0.82	1.43	1.98	**1.41**
		0.62	**1.06**	**1.38**	**1.02**
RX 770	**0**	0.14	0.26	0.27	**0.23**
	25	0.63	1.10	1.19	**0.97**
	50	0.53	1.13	1.45	**1.04**
	100	0.99	1.15	1.68	**1.27**
	200	0.66	1.76	2.03	**1.48**
		0.59	**1.08**	**1.32**	**1.00**
Teater	**0**	0.20	0.35	0.52	**0.36**
	25	0.74	1.14	1.64	**1.17**
	50	0.83	1.45	1.92	**1.40**
	100	0.85	1.38	1.44	**1.22**
	200	0.99	1.47	1.84	**1.43**
		0.72	**1.16**	**1.47**	**1.12**
Zn Ortalama		**0.64 c**	**1.10 b**	**1.39 a**	
P Ortalama	**0**	0.17 ı	0.32 ı	0.40 hı	**0.30 d**
	25	0.62 gh	1.07 ef	1.41 b-d	**1.03 c**
	50	0.69 gh	1.24 de	1.65 b	**1.19 bc**
	100	0.91 fg	1.31 c-e	1.56 bc	**1.26 b**
	200	0.82 fg	1.55 bc	1.95 a	**1.44 a**

Mısır çeşitlerinin topraktan kaldırdığı çinko değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.9) istatistiksel olarak önemli bulunmasa da, kontrol dozunda çeşitler ortalaması 0.130 mg Zn saksı$^{-1}$ ile en düşük ortalamayı verirken, çinkonun en yüksek olduğu 10 mg kg^{-1} dozunda bitki tarafından kaldırılan çinko 0.153 mg Zn saksı$^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Artan dozda uygulanan çinkonun bitkinin topraktan kaldırdığı çinko miktarına olumlu bir etkisi olduğu görülmektedir. Daha önce bu konuda yapılan çalışmalarında Alloway (2003)'de çinkonun toprakta konsantrasyonunun artması ile bitkinin topraktan kaldırdığı çinko miktarının arttığını rapor etmiştir.

Çizelge 4.9'a göre fosfor x çinko etkileşiminin bitkinin topraktan kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkili olduğu görülmektedir. En düşük çinko konsantrasyonu çinkonun ve fosforun sıfır olduğu kontrol dozunda bitkiler tarafından kaldırılan çinko

0.079 mg Zn saksı$^{-1}$ olarak elde edilirken, en yüksek çinko konsantrasyonu, çinkonun ve fosforun en yüksek olduğu (10 mg kg^{-1} Zn ve 200 mg kg^{-1} P) durumda bitkiler tarafından kaldırılan çinko 0.210 mg Zn saksı$^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bitkiler tarafından kaldırılan diğer değerler bu iki değer arasında değişmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kullanılan İkizce serisi toprakları killi tekstüre sahiptir. Toprakların, gübre olarak uygulanan fosforun büyük bir kısmını yapısındaki killerin fosforu yüzeylerinde tutması sebebi ile adsorbe ettiği bilinmektedir.

Kireçli topraklarda fosfor, kalsiyum tarafından bağlanarak yarayışsız hale dönüşmektedir. Bu çalışmada kullanılan İkizce serisi toprakları fosfor bakımından incelendiğinde, toprakta mevcut bulunan fosforun tamamına yakın bölümünü kalsiyuma bağlı fosforların oluşturduğu görülmektedir.

Deneme sonuçlarına göre, sera koşullarında ve yetersiz fosfor beslenmesi ile yetiştirilen bitkilere fosfor uygulaması ile bitkilerin yeşil aksam, dolayısı ile kuru madde miktarlarında artışlar olduğu görülmüştür. Ancak uyguladığımız fosfor dozu arttıkça, toprakta zaten az miktarlarda bulunan çinkonun da yarayışlılığı olumsuz yönde etkilenmekte ve bitkinin çinko ile beslenmesi azalmaktadır. Bunun sonucunda hem kuru madde hemde verim değerlerinde düşüşler görülmektedir.

Artan fosfor dozları bitkinin kuru madde miktarında artış sağlarken, yine artan çinko dozlarıda benzer bir etki ile kuru madde de artış sağlamışlardır. Uygulanan fosfor miktarı artınca bitkinin fosfor beslenmesi de olumlu etkilenmiş, çinkonun artması ile de benzer etkiler elde olunmuştur. Bitkinin çinko içeriği üzerine fosfor uygulaması ve çinko uygulaması etkili çıkarken, çeşitlerinde bu olayda etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada gübre olarak toprağa uyguladığımız fosfor ve çinkonun bitki gelişimi ve birbirleri üzerine olan etkileri araştırılmış; artan dozlarda uygulanan fosforun belirli bir noktaya kadar kuru madde miktarını arttırdığı, fazla uygulanması ile ise zaten topraklarda az olan çinkodan bitkinin yararlanamamasını sağladığı görülmüştür. Aynı zamanda uygulanan çinkonun arttırılması ile kuru madde miktarında artış sağlanmış ancak fazla miktarlarda uygulanan çinkonun bitkinin fosfor beslenmesini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada kullanılan üç farklı mısır çeşidinin genotipik farklılıklardan dolayı aynı beslenme koşullarında farklı kuru madde miktarlarına ulaştıkları görülmüştür. Bu sonuçlara göre gübreleme programı yaparken sadece topraklarımızın element konsantrasyonları

değil, yetiştirilecek ürünün de genotipik özellikleride göz önüne alnmalıdır. Çünkü bazı çeşitler düşük element konsantrasyonlarında bile geliştirdikleri kök yapıları ve çeşitli salgılar ile optimum beslenebilmektedirler.

Yapılan gübreleme programlarında fosfor dozlarının hesabının dikkatli yapılması gerekmektedir. Çünkü kireçli bir toprakta fosfor dozundaki her bir birim artış bitkinin çinko beslenmesini olumsuz yönde etkileyecektir. Fosfor eksikliği, özellikle kireçli alkaline topraklarda bitkisel üretimde verimi sınırlayan en önemli faktörlerden biridir. Özellikle pH 7 den sonra topraklarda fosfor, toprakta kalsiyum gibi katyonlarla birleşerek çözünmez tuzları oluşturur. Tuz haline dönüşen fosfor bitkiler için yarayışsız hale dönüşmüş olur.

Bu çalışma ile ilgili daha detaylı tarla denemelerinin bölgenin iklim ve toprak koşulları ile, kullanılan çeşitlere uygun olarak yapılması uygulanabilirlik açısından mutlaka gerekmektedir.

KAYNAKLAR

AFIF, E., MATAR, A., AND TORRENT, J., 1993. Availability of phospate applied to calcareous soils of West Asia and Nort Africa. Soil Sci. Am. J. 57: 756-760.

ALVAREZ, J. M., RICO, M. I., 2003. Effects of zinc complexes on the distribution of zinc in calcareous soil and zinc uptake by maize Journal of Agricultural and Food Chemistry 51 (19): 5760-5767.

ALVES, V. M. C., PARENTONI, S. N., VASCONCELLOS, C. A., BAHIA FILHO, A. F. C., PITTA, G. V. E., SCHAFFERT, R. E., 2001. Mechanisms of Phosphorus Efficiency in Maize. Plant Nutrition-Food Security and Sustainability of Agro-Ecosystems. 566-567.

ALLOWAY, B.J., 2004. Zinc in soils and crop nutrition.

ALPASLAN, M., GÜNEŞ, A., İNAL, A., 1998. Deneme Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1501, Ders Kitabı: 455 s:437.

ANONYMOUS., 1995. Tarımsal Yapı ve Üretim T.C. Başbakanlık Devlet İstatislik Enstitüsü, Ankara.

ARYA, K. C., SINGH, S. N., 2002. Effect of Different Levels of Phosphorus and Zinc on Yield and Nutrients Uptake of Maize with and Without Irrigation. Plant and Soil 243 (1): 1-10.

AULAKH, S. M., BACHITTER S. K, BADDESHA, H. S., GULSHAN, S., BAHL,. GILL, M. P. S., 2003 Crop Yield and Phosphorus Fertilizer Transformations After 25 Years of Applications to a Subtropical soil Under Groundnut-based cropping systems. Field Crops Research 83 283-296

BARBER S. 1984. Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach. New York, NY, USA: John Wiley.

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.

BHADORIA, S. P., STEINGROBE, B., CLAASSEN, N., LIEBERSBACH, H., 2002. Phosphorus Efficiency of Wheat and Sugar Beet Seedlings Grown in

Soils with Mainly Calcium, or Iron and Aliminium Phosphate. Plant and Soil 246: 41-52.

BOUYOCOUS, G. J., 1951. Recalibration of the Hydrometer Method for MakingMechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal, No: 43, USA.

BRASCHI, H., CIAVATTA, C., GIOVANNINI, C. and GESSA, C., 2003. Combined Effect of Water and Organic Matter on Phosphorus Availability in Calcareous Soils. Nutrient Cyling in Agroecosystems 67:67-74.

BRINCK, J.N.,1978. World resources of phosphorus. In phosphorus in the Enviromental; its chemistry and biochemistry. Ciba Foundation Sym. 57:23-63.

BROHI, A. R., AYDENİZ, A., KARAMAN, M. R., ERŞAHİN,S., 1994. Bitki Besleme. Gaziosmanpaşa Ünv. Ziraat Fak. Yay.:4 s:105-106 Tokat.

BUKVIC, G., ANTUNOVIC, M., POPOVIC, S., RASTIJA. M., 2003. Effect of P and Zn fertilisation on biomass yield and its uptake by maize lines (*Zea mays L.*), Plant Soil and Environment 49 (11): 505-510. CAKMAK, I. And MARSCHNER, H. (1998c) Enhanced superoxide radical production in roots of zinc deficient plants. Journal

CAKMAK, I., KALAYCI, M., EKİZ, H., BRAUN, H. J., KILINC, Y., YILMAZ, A., 1999. Zinc Deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey : A-NATO-science for stability project. Field Crops Research 60 175-188.

CAKMAK, I., MARSCHNER, H., 1987. Mecanism of phosphorus induced zinc deficiency in cotton III. Changes and physiological availabity zinc in plants. Pyhsiol. Plantarum 70: 13-20.

CAKMAK, I., OZTURK, L., EKER, S., TORUN, B., KALFA, H., YILMAZ, A. 1997b Concentration of Zn and activity of Cu/Zn-SOD in leaves of rye and wheat cultivars differing in sensitivity to Zn deficiency. Journal of Plant Physiology 151: 91–95.

CAKMAK, I., 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. New Phytologist 146: 185–205.

CASTRO, B., AND J. TORRENT. 1995. Phosphate availability in calcareous Vertisols and Inceptisols in relation to fertilizer type and soil properties. Fert. Res. 40:109–119.

CHANG, S.C., AND M.L. JACKSON. 1957. Fractionation of soil phosphorus. Soil Sci. 84:133–144.

CHAPMAN, H.D., 1996. Zinc. In: Chapman HD, ed. Diagnostic criteria for plants and soils. California, CA, USA: Division of Agricultural Science, University of California, 484–499.

COLOMB, B., KINIRY, R. J., DEBAEKE, P., 2000**.** Effect of Soil Phosphorus on Leaf Development and Senescence Dynamics of Field-Grown Maize. Agron J. 2: 428-435.

ÇAĞLAR, K. Ö., 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Yayınları, 10, 230, Ankara

DAROUB, S.H., GERAKIS A., RITCHIE, J.T, FRIESEN, D.K. RYAN, J., 2003. Development of a soil-plant phosphorus simulation model for calcareous and weathered tropical soils. Agricultural Systems 76 (2003) 1157-1181

DESSOUGI, H. E., DREELE, A. Z., CLAASSEN, N., 2003. Growth and Phosphorus Uptake of Maize Cultivated Alone, in Mixed Culture with Other Crops or After Incorporation of Their Residues. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 166 (2): 254-261.

DODOR, D. E. And TABATABAI, M. A., 2003. Effect of Cropping Systems on Phosphatases in Soils. J. Plant Nutr. Soil Sci. 166:7-13.

EKMEKÇİOĞULLARI A.Ş. çinko kitapcığı, 2005. Çorum.

ERDAL, İ., KOCAKAYA, Z., 2003. Bazı Buğday Çeşitlerinin Farklı Gelişim Dönemlerindeki Çinko-Fosfor Etkileşimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 7,1. 9-14.

ERGLE, D.R. and GUINN, G., 1959. Phosphorus compounds of cotton embryos and their changes during germination. Plant Pysiol 34:476-482.

EYÜBOĞLU, F., KURUCU, N., VE TALAZ, S., 1998. Türkiye Topraklarının Bitkiye Yarayışlı Bazı Mikroelementler (Fe, Cu, Zn, Mn) Bakımından

Genel Durumu, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü . Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müd. S:72, Ankara.

FAGERIA V. D., 2001. Nutrient interactions in crop plants. Department of Agronomy, Rajasthan Agricultural University, Agricultural Research Station, Durgapura, Jaipur-302018, India

FENG G., SONG, Y. C., LI, X. L., CHRISTIE, P., 2003 ;Contribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungi to Utilization of Organic Sources of Phosphorus by Red Clover in A Calcareous Soil. Applied Soil Ecology 22 (2): 139-148.

Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO., 2003) FAOSTAT Online. http://apps.fao.org/query.

GOLDSCHIMIDT, V.M., 1954. Geochemistry. Oxford University Press, (Clarendon) London and New York.

GRAHAM, R.D., RENGEL Z. 1993. Genotypic variation in Zn uptake and utilization by plants. In: Robson D, ed. Zinc in soils and plants.Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 107–114.

GENC, Y., MCDONALD, G. K., GRAHAM, R. D.,2002. A soil-based method to screen for zinc efficiency in seedlings and its ability to predict yield responses to zinc deficiency in mature plants. Australian Journal of Agriculturel Research 53 (4): 409-421.

GÜZEL, N., GÜLÜT, Y. K., BÜYÜK, G., 2002. Toprak verimliliği ve gübreler, Bitki besin elementleri yöntemine giriş. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No: 246 Ders Kitapları Yayın No: A-80.

HACISALIHOGLU, G., 2002. Physiological and biochemical mechanisms underlying zinc efficiency in monocot and dicot crop plants. PhD thesis. Cornell University, Ithaca, New York, USA.

HACISALIHOĞLU, G., KOCHIAN, L.V., 2003. How do some plants tolerate low levels of soil zinc? Mechanisms of zinc efficiency in crop plants. New Phytologist 159 (2): 341-350.

HAMMOND, J. P., BROADLEY, M. R., and WHITE, P.W., 2004 Genetic Responses to Phosphorus Deficiency. Annals of Botany 94: 323–332.

HODGSON, J.F., LINDSAY, W.F., TRIERWEILER, J.F., 1966. Micronutrient cation complexing in soil solution II. Soil Sci.Soc.Amer.Proc. 30:723.

HORST, W. J., KAMH, M., JIBRIN, J. M., CHUDE, V. O., 2002. Agronomic Measures for Increasing P Availability to Crops. Plant and Soil 237: 211-223.

IBRIKCI, H., RYAN, J., YILDIRAN, U., GUZEL, N., ULGER, A. C., BUYUK, G., KARNEZ, E. and KORKMAZ, K., 2004. Phosphorous Fertilizer Efficiency and Mycorrhizal Infection in Corn Genotypes. Renewable Agriculture and Food Systems, vol. 19, no. 2, pp. 92-99(8).

IQBAL, M. R. and CHAUHAN, I. Q. H., 2003. Relationship Between Different Growth and Yield Parameters in Maize Under Varying Levels of Phosphorus. Journal of Biological Sciences 3 (10) : 921-925.

JAKOBSON, B.S., FONG,F., EATH, R.L., 1975. Carbonic anhydrase of spinach. Studies on its location, inhibition and physiological function. Plant Physiol. 55: 468-474.

KALFA, H., 1997. Artan orandan uygulanan fosforun buğday yapraklarında çinkonun yarayışlılığına etkisi. Yüksek lisans tezi.

KAYA, Z., 1982. Çukurova Bölgesinde Yaygın Bazı Toprak Serilerinde Fosforun Statüsü ve Toprak Bitki Sistematiğindeki Dinamiği. Doçentlik Tezi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana.

KIRTOK, Y., 1998. Mısır Üretimi ve Kullanımı ; Adana

KORKMAZ, K., 2005. Kireçli toprakların fosfor durumlarının belirlenmesi ve fosfor uygulamasının mısır verimine etkisi, Adana. (Yayımlanmamış doktora tezi)

LARSEN, S. 1967 Soil Phosphorus. Adv. Agron 19:151-210

LI, H. Y., ZHU, Y. G., 2003. Smith SE, Smith FA., Phosphorus-zinc interactions in two barley cultivars differing in phosphorus and zinc efficiencies. Journal of Plant Nutrition. 26 (5): 1085-1099

LINDSAY, W. L., AND NORWELL, W.A., 1978. Devellopment of DTPA soil test Zinc, Iron, Manganese and Copper, Soil Sci. Soc. Am. J. 42:421-428.

LIU, Y., MI, G., CHEN, F., ZHANG, J. and ZHANG, F. 2004. Rhizophere Effect and Root Growth of Maize (*Zea Mays L.)* Genotypes with Contrasting P Efficiency at Low P Availability. Plant Science 167:217-223.

MARSCHNER, H. AND A. SCHROPP (1977) Vergleichende Untesuchungen über die Empfindlichkeit von 6 Unterlagensorten.

MARSCHNER, H., 1994. Rhizosphere pH effects on phosphorus nutrition, in: C. Johansen, K.K. Lee, K.K. Sharma, G.V. Subbarao, E.A. Kueneman (Eds.), Proceedings of an FAO/ICRISAT Expert Consultancy Workshop on Genetic manipulation of crop plants to enhance integrated nutrient management in cropping systems –1. Phosphorus, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, India, pp. 107–115.

MARSCHNER, H. 1995 Mineral nutrition of higher plants. 2. Ed., Acad. Press, Amsterdam.

MARSCHNER, H. (1993) Zinc Uptake from Soils, Chap 5 in Robson, A.D. (ed) Zinc in Soils and Plants, Kluwer Academic

MCGONIGLE, T. P., YANO, K., SHINHAMA, T., 2003. Mycorrhizal Phosphorus Enhancement of Plants in Undisturbed Soil Differ from Phosphorus Uptake Stimulation by Arbuscular Mycorrhizae over Non-Mycorrihizal Controls. Biol. Fertil. Soils 37:268-273.

MURPHY, J. and J.P. RILEY, 1962. A Modified Single Solution Method for The Determination of Phosphate in Natural Waters. Anal. Chem. Acta 27:31-36.

OBRADOR, A, NOVİLLO J, ALVAREZ J.M., 2003. Mobility and availability to plants of two zinc sources applied to a calcareous soil. Soil Science Society of America Journal 67 (2): 564-572.

OLSEN, S.R., C.V. COLE, F.S. WATANBE, AND L.A. DEAN. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate, USDA Cir. No. 939.

ÖKTEM, A., ÜLGER, A. C. 1998. Harran Ovası Koşullarında 10 Mısır (*Zea Mays L.*) Genotipinin Fosfor Kullanımının Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2 (4): 71-80.

PLENET, D., ETCHEBEST, A., MOLLIER, A. and PELLERIN, S. 2000. Growth Analysis of Maize Field Crops Under Phosphorus Deficiency. Plant and Soil 223:117-130.

PRICE, H.A.,1962. RNA-synthesis zinc deficiency and the kinetics of growth. Plant Physiol 37. XXI

RICHARD, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils.Agriculture Handbook, No: 60, U.S. Department of Agriculture. U.S. Grovement Priting Office, Washington D.C.

RENGEL, Z., 2001. Genotypic differences in micronutrient use efficiency in crops, Communucations in Soil Science and Plant Analysis 32 (7-8): 1163-1186.

RODRIGUEZ, 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

RUIZ BELLO, A., CAJUSTE L. J., 2002. Controlling fertilizer applications through plant analysis Communications in Soil Science and Plant Analysis 33 (15-18): 2793-2802.

RUPA, T.R., SRINIVASA, R. CH., A. SUBBA RAO., 2003. Muneshwar Singh., Bioressource Technology 87.279-288.

RYAN, M.H., ANGUS, F. J., 2003. Arbuscular Mycorrhizae in Wheat and Field Pea Crops A Low P Soil: Increased Zn-Uptake but No Increase in P-Uptake or Yield. Plant and Soil 250: 225-239.

SAMADI, A., GILKES, R.J., 1999. Phosphorus transformations and their relationships with Calcereous Soil Properties of southern Western Australia. Soil Sci. Soc. Am. J. 63:815-.822.

SHANE, M.W., DE VOS, M., DE ROOCK, S., CAWTHRAY, G. R. & LAMBERS, H., 2003 Effect 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.

SHIBATA, R., YANO, K., 2003 Phosphorus Acquisition From Non-Labile Sources in Peanut and Pigeonpea with Mycorrhizal Interaction. Applied Soil Ecology 24: 133-141

SHLICHTING, E., AND BLUME, H., 1977. Bodenkundliches Prakticum. Paul Verlag, Berlin, (1966).

SILLANPAA, M., 1982. Micronutrients and the Nutrient status of Soils; A Global Study. FAO Soils Bulletin, No : 48 Rome.

STECKER, J. A., BROWN, J.R., AND KİTCHEN, N.R., 2001. Residual Phosphorus Distribution and Sorption in Starter Fertilizer Bands Applied in No-Till Culture. Soil Sci. Soc. Am. J. 65:1173-1183.

STEVENSON, F.J. and ARDAKANI, M.S., 1972. Organic matter reactions involling micronutrients in soils. J.J. Mortvedt et al. (ed.) of micronutrient in agriculture p.79 soil sci.soc. Amer. Inc. Madison USA.

TUNESI, S., V. POGGI, AND C. GESSA. 1999. Phosphate adsorption and precipitation in calcareous soils: the role of calcium ions in solution and carbonate minerals. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 53:219–227.

U.S. Salinity Laboratory Staff., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils, USDA No:6.

U.S. Soil Survey Staff., 1951. Bureau of plant industry, soil and agricultural engineering. "Soil Survey" U.S. Department of Agriculture, U.S. Goverment Printing Office.

WALKER, N.A., SYERS, J.K., 1976. The rate phosphorus during pedogenesis. Geoderma 15:1-19.

WALSH, L.M., AND BEATON, J.D., 1973. Soil testing and plant analysis. Soil Sci. Soc. of Am. Inc.Madison, Wisconsin, USA.

WATANABE, F.S. AND OLSEN, S.R., 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and $NaHCO_3$ extracts from soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 29:677-678.

WADSWORTH, G.A., 2003. Forage Maize Fertiliser Requirements. The Potash Development Association 17: 4.

WELCH RM. 1995. Micronutrient nutrition of plants. Critical Reviews of Plant Sciences 14: 49–87.

WILLIAMS, E.G., 1959. Influence of parent material and drainage conditions on soil phosphorus relationships. Agrochimice 3-279.

WISSUWA, M., A, N., 2002. Genotypic Differences in The Presence of Hairs on Roots and Gynophores of Peanuts (*Arachis Hypogaea L.*) and their Significance for Phosphorus Uptake. Journal of Experimental Botany 52 (361): 1703-1710.

YOUNGDAHL, L.J., SVEL,W.C. LIEBHARD, and M.R. TELL, 1977. Changes in the Zn distribution in corn roots tissue with a phosphorus variable. Crop Sci. 17, 66-69.

YUN, S. J., KAEPPLER, S.M., 2001. Induction of Maize Acid Phosphatase Activities Under Phosphorus Starvation. Plant and Soil 237 :109-115.

ZHU, Y.G., SMITH, S. E., SMITH, F. A., 2001. Zinc (Zn)-phosphorus (P) interactions in two cultivars of spring wheat (Triticum aestivum L.) differing in P uptake efficiency. Annals of Botany. 88 (5): 941-945.

ZHOU, M., AND LI, Y., 2001. Phosphorus-Sorption Characteristic of Calcareous Soils and Limestone from the Southern Everglades and Adjacent Farmlands. Soil Sci. Soc. Am. J. 65:1404-1412.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Adana'da doğdum. İlk, orta ve lise eğitimimi Adana'da tamamladım. 1998 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde lisans öğrenimine başladım. 2002 yılında lisans öğrenimimi tamamladıktan sonra aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim dalında yüksek lisans öğrenimime başladım. Halen Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim dalında yüksek lisans öğrenimime devam etmekteyim.