

**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:

Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ
DANIŞMAN

İmza:

Prof. Dr. Zülküf KAYA
ÜYE

İmza:

Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER
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 GENOTYPES 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 genotypes for phosphorus and zinc fertilizations. For this aim we used three different corn genotypes, 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 teőekkürlerimi sunarım.

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

Öęrenim hayatım boyunca benden her türlü desteği esirgemeyen aileme, nişanlım sayın Zir. Müh. Zeynep ŐAŐMAZ' a ve saygıdeğer arkadaşım Zir. Yük. Müh. Özey Özgür GÖKMEN' e Őükranlarımı sunarım.

Bu çalışmada emeęi geçen herkese sonsuz teőekkürler.

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 Toprakta 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 Toprakta Uygulanan Farklı Dozlarda Fosfor ve Çinkonun Toplam Kuru Madde Ağırlığı Üzerine Etkisi	21
Çizelge 4.3. Üç Farklı Mısır Bitkisine Toprakta Uygulanan Farklı Dozlarda Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Fosfor İçeriği Üzerine Etkisinin Varyans Analiz Sonuçları.....	24
Çizelge 4.4. Üç Farklı Mısır Bitkisine Toprakta 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 Toprakta Kaldırdığı Fosfor Miktarı Üzerine Etkisinin Varyans Analiz Sonuçları.....	34
Çizelge 4.8. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Toprakta Kaldırdığı Fosfor Miktarı Üzerine Etkisi.....	35
Çizelge 4.9. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Toprakta Kaldırdığı Fosfor Miktarı Üzerine Etkisinin Varyans Analiz Sonuçları.....	36
Çizelge 4.10. Farklı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Fosfor ve Çinkonun Bitkinin Toprakta 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 gereksinimlerindedir. 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 yararlı olan miktarları da aynı derecede önem arz eder. Verilen gübre miktarı, elementlerin kayıpları ve yararlı 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 yararlı 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 seviye tutulabilmesi için birincil

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

Topraklarda fosfor genellikle; toprak çözeltilisinde bulunan, labil-P (değişebilir), ve labil olmayan P (bağlı bulunan, değişmeyen) olmak üzere 3 kısımda sınıflandırılmıştır. Çözelti fosforu bitkiler için doğrudan yararlıdır 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 yararlı 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, alüminyum oksitler ve yüzey altındaki ve derinliklerindeki demir bileşiklerince çökerek yararlı 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 çökerek yararlılığının düşmesine neden olduğu bulunmuştur (Braschi ve ark., 2003).

Asidik karakterli kumlu topraklarda fosforun yıkanması büyük bir sorun iken, kireçli topraklarda çözülmüş formdaki fosfor, katı fazdaki kalsiyum fosfatların kontrolü altındadır ve bilindiği gibi fosfor toprakta çeşitli formlara dönüşerek bitkiler için yararlı 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 içeriği düşük olan İkizce serisi toprağı ile çalışılmıştır. İkizce serisinin çinko konsantrasyonu 0.44 mg kg^{-1} dir. 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 popülasyonun 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).

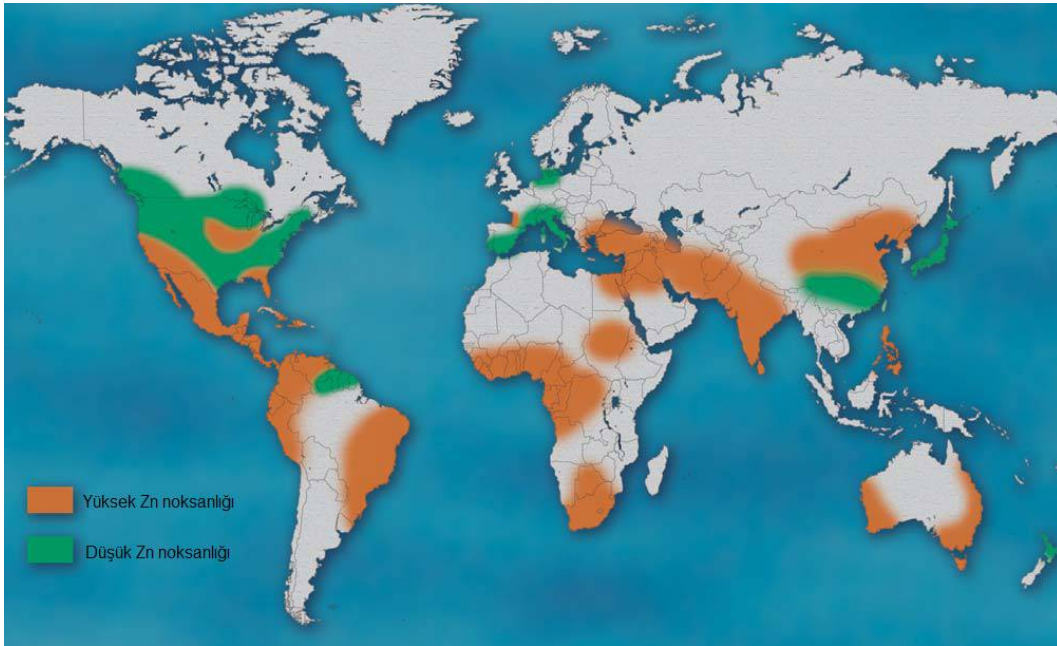
Fosfor, tohum ve meyvelerde fitin formunda bulunmaktadır. Tohumun çimlenmesi sırasında da fitin metabolize edilir ve diğer fosfor formlarına dönüştürülür (Ergle ve ark., 1959).

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 ulaşamadığı 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 yararlı formdadır. Ortalama olarak topraklar 2-25 ppm arasında değişebilir ve organik çinko içerirler (demir ve mangan oksitlerle beraber alınmaz 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 çözülmüş 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 gübrelenmesi 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 (Hacısalıhoğlu, 2002).

Bilindiği gibi besin elementlerinin eksikliğinde bitkiler normal gelişimlerini sürdürememektedirler (Welch, 1995). Ancak, bazı bitkiler bu eksikliklere karşı daha dayanıklıdır. 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 (Hacısalıhoğlu, 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 gübrenilmiş 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; fasulye, mısır, buğday, pirinç ve domates çinko eksikliği stresine karşı düşük toleransa sahiplerdir ve ürün kaybına uğrarlar (Chapman, 1966).

Çinko eksikliği bitkilerde karakteristik 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 tespit 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 gübrenmesi 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 yayılsılığı iklim ile de ilintilidir. Toprağın nemi de önemlidir. İlbaharı 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. Mısırdaki 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 artırılması 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 ısı tuzluluk gibi.