

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Osman ÖZDEMİR

**DEĞİŞİK MERCİMEK VE NOHUT GENOTİPLERİNİN SERA
KOŞULLARINDA FOSFOR EKSİKLİĞİNE TOLERANS
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ADANA-2017

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DEĞİŞİK MERCİMEK VE NOHUT GENOTİPLERİNİN SERA
KOŞULLARINDA FOSFOR EKSİKLİĞİNE TOLERANS
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Osman ÖZDEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

Bu Tez / /2017 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/
Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Yrd. Doç. Dr. Kemal Yalçın GÜLÜT
DANIŞMAN

.....
Doç. Dr. Halil ERDEM
ÜYE

.....
Prof. Dr. Selim EKER
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında
hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: ZF2009YL34**

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEĞİŞİK MERCİMEK VE NOHUT GENOTİPLERİNİN SERA
KOŞULLARINDA FOSFOR EKSİKLİĞİNE TOLERANS
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Osman ÖZDEMİR

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Kemal Yalçın GÜLÜT
Yıl: 2017, Sayfa: 53
Jüri : Yrd. Doç. Dr. Kemal Yalçın GÜLÜT
: Doç. Dr. Halil ERDEM
: Prof. Dr. Selim EKER

Bu çalışma, sera koşullarında değişik mercimek (*Lens culinaris* Medik.) ve nohut (*Cicer arietinum* L.) genotiplerinin fosfor etkinlik düzeylerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Fosfor etkinlik düzeylerinin belirlenmesinde fosfor içeriği düşük Eskişehir Sultanönü'ne ait olan bir toprak kullanılmıştır. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan 9 adet nohut ve 9 adet mercimek genotipinin fosfor erkinliklerini saptamak üzere kurulan sera denemesinde bitkiler üç farklı fosfor dozunda (15, 45 ve 90 mg P kg⁻¹ toprak) 55 gün süreyle yetiştirilmiştir. Hasattan önce yeşil aksamda fosfor eksikliği belirtileri derecelendirilmiştir. Hasat sonunda bitkilerin yeşil aksam ve kök kuru madde verimleri belirlenmiştir. Sonuçlar, mercimek ve nohut genotiplerinin fosfor eksikliği belirtileri ile P etkinlikleri arasında bir ilişkinin olmadığını göstermiştir. Benzer şekilde, genotiplerin yeşil aksam fosfor konsantrasyonları ile etkinlikleri arasında herhangi bir ilişki tespit edilmemiştir. Buna karşın, yeşil aksam kuru madde verimi ve yeşil aksamın fosfor içeriği ile etkinlik değerleri arasındaki ilişkilerin önemli ve pozitif yönde olduğu bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre, ortalama etkinlik düzeylerine bakıldığında, Yerli Kırmızı mercimek genotipi ile Çağatay isimli nohut genotipinin etkinlik düzeylerinin (sırasıyla % 45.3 ve % 70.0) diğer genotiplere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, ilerleyen dönemde söz konusu etkinliklerin verimle de ilişkilendirilmesi ve literatürde bahsedilen diğer fosfor etkinliği mekanizmaları açısından da araştırılması yararlı sonuçların elde edilmesini sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Fosfor Eksikliği, Mercimek, Nohut, Fosfor Etkinliği

ABSTRACT

MSc THESIS

PHOSPHORUS DEFICIENCY TOLERANCE OF DIFFERENT LENTIL AND CHICKPEA GENOTYPES UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Osman ÖZDEMİR

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

Supervisor : Asst. Prof. Dr. Kemal Yalçın GÜLÜT
Year: 2017, Pages: 53
Jury : Asst. Prof. Dr. Kemal Yalçın GÜLÜT
: Assoc. Prof. Dr. Halil ERDEM
: Prof. Dr. Selim EKER

The present study was conducted to determine phosphorus efficiency levels of different lentil (*Lens culinaris* Medik.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under greenhouse conditions. Eskişehir Sultanönü soil with low phosphorus contents was used in greenhouse experiments. Commonly used 9 chickpea and 9 lentil genotypes were used as the plant material of the study. Plants were grown under three different phosphorus doses (15, 45 and 90 mg P kg⁻¹ soil) for 55 days. Before the harvest, phosphorus deficiency symptoms in shoot were graded. Plant shoot and dry root weights were determined after the harvest. Present findings revealed that there were not any significant relationships between phosphorus deficiency symptoms and phosphorus efficiency of chickpea and lentil genotypes. Similarly, there were not any significant relations also between shoot phosphorus concentrations and phosphorus efficiency. On the other hand, phosphorus efficiency values had significant positive correlations with shoot dry matter productions and shoot phosphorus contents.

According to the results obtained, considering the mean efficiency values it was observed that Yerli Kırmızı lentil genotype and Çağatay chickpea genotype had higher efficiency values (45.3 % and 70.0 % respectively) than the other genotypes. Further research was recommended to correlate these efficiency values with yields and other phosphorus efficiency mechanisms mentioned in literature should be investigated for better outcomes.

Key words: Phosphorus Deficiency, Lentil, Chickpea, Phosphorus Efficiency

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Artan nüfusun gıda gereksinimini karşılamak için bitkisel ve hayvansal üretimin artırılmasının gerekliliği iyi bilinmektedir. Özellikle de protein açığının giderilmesinde yemeklik tane baklagillerinden mercimek ve nohutun özel bir öneme sahip olduğu kabul edilmektedir. Bununla birlikte, çoğu zaman yetersiz ve / veya dengesiz gübreleme ve olumsuz toprak koşulları bitkisel verimi önemli ölçüde düşürmektedir. Topraklardaki besin elementlerinin bitkiye yararlı düzeylerinin yetersizliği son yıllarda yetiştiricilikte karşımıza çıkan en önemli sorunlardan biridir. Söz konusu sorunların yaşandığı besin elementlerinden birisi de fosfor (P)'dur. Gübre olarak uygulanan fosforun büyük ölçüde toprakta yararlısız forma dönüşmesi fosforlu gübreye olan ihtiyacı arttırmaktadır. Fosfor kaynaklarının sınırlı olması ve fosforun toprakta yararlılık düzeyinin düşük olması durumu fosforu etkin şekilde kullanan bitki tür ve genotiplerinin araştırılmasıyla ilgili çalışmaların daha fazla yapılmasına neden olmuştur.

Bu çalışmada, değişik nohut ve mercimek genotiplerinin fosfor etkinlik düzeyleri sera koşullarında araştırılmıştır. Genotiplerin fosfor etkinlik düzeylerinin belirlenmesinde fosfor içeriği düşük ($1.2 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$) Eskişehir Sultanönü bölgesinden getirilen bir toprak kullanılmıştır. Ülkemiz tarımsal üretiminde yaygın olarak kullanılan 9 adet nohut ve 9 adet mercimek genotipinin fosfor erkinliklerini saptamak üzere 3 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan sera denemesinde bitkiler üç farklı fosfor dozunda ($15, 45$ ve 90 mg P kg^{-1} toprak) yetiştirilmiştir. Ekimden önce temel gübreleme olarak tüm saksılara 100 mg kg^{-1} azot (N) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ formunda, 50 mg kg^{-1} potasyum (K) K_2SO_4 formunda, 2.5 mg kg^{-1} çinko (Zn), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ve 2.5 mg kg^{-1} demir (Fe) Fe-EDTA formunda uygulanmış, yetiştirme dönemi içerisinde ise toplam 100 mg kg^{-1} N $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ formunda bölünerek iki seferde uygulanmıştır. Fosfor kaynağı olarak $\text{CaH}_4\text{O}_8\text{P}_2$ kullanılmıştır. Bitkiler hasat edilmeden önce yeşil aksamda fosfor eksikliği belirtilerinin derecelendirilmesi yapılmıştır. Hasat sonrasında bitkilerin

yeşil aksam ve kök kuru madde üretimleri belirlenmiştir. Yeşil aksam örneklerinde fosfor konsantrasyonu ölçülmüş ve P konsantrasyon ile kuru madde değerleri çarpılarak P içeriği hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, mercimek ve nohut genotiplerinin fosfor eksikliği simptomları ile etkinlikleri arasında bir ilişkinin olmadığını ortaya koyarken, genotiplerin yeşil aksam fosfor konsantrasyonları ile etkinlikleri arasında da herhangi bir ilişki tespit edilmemiştir. Bununla birlikte, yeşil aksamın fosfor içeriği ile etkinlik değerleri arasındaki ilişkinin önemli ve pozitif yönde olduğu anlaşılmıştır.

Çalışma sonucuna göre, hem mercimek ve hem de nohut genotiplerinin sera koşullarında elde edilen fosfor etkinlik düzeylerinin birbirlerinden farklı olduğu bulunmuştur. Mercimek genotiplerinin en düşük fosfor dozuna göre bulunan etkinlik değerlerinin % 15,2-27,4 arasında, orta fosfor dozuna göre bulunan etkinlik değerlerinin ise % 41,7-75,4 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Fosforun 15 ve 45 mg kg⁻¹ dozlarına göre hesaplanan etkinlik değerlerinin ortalaması olarak değerlendirildiğinde Yerli Kırmızı isimli mercimek genotipinin fosfor etkinlik düzeyinin diğer tüm mercimek genotiplerinden daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Nohut genotiplerinin en düşük fosfor dozuna göre bulunan etkinlik değerlerinin % 39,3-54,9 arasında, orta fosfor dozuna göre bulunan etkinlik değerlerinin ise % 69,3-90,6 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Fosforun 15 ve 45 mg kg⁻¹ dozlarına göre hesaplanan etkinlik değerlerinin ortalaması olarak değerlendirildiğinde Çağatay isimli nohut genotipinin fosfor etkinlik düzeyinin diğer tüm nohut genotiplerinden daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen etkinlik düzeylerinin literatürde bahsedilen diğer fosfor etkinliği mekanizmaları (P-retranslokasyon kapasitesi, P-absorpsiyonu ve köklerde asit fosfataze (APA) aktivitesi) açısından da araştırılması yararlı sonuçların elde edilmesini sağlayabilir. Özellikle bitkilerin farklı fosfor kullanım etkinliklerine sahip olmaları göz önünde bulundurulduğunda, aşırı miktarda kullanılan fosforlu gübrelerin azaltılmasını sağlayacağı için doğru gübreleme programlarının ve etkin bitki genotiplerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu

nedenlerden dolayı, fosfor etkinliği yüksek bitki tür ve çeşitlerinin tarımsal üretim alanlarında yer alması, hem ekonomik hem de çevresel anlamda önemli faydalar sağlayacaktır.





TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Kemal Yalçın GÜLÜT'e çok teşekkür ederim.

Tezim süresince bana destek veren çalışma arkadaşlarım Mehmet Nuri DÖLEK, Pınar DÖLEK ve Burcu ŐENTÜRK'e teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR	XIV
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Toprakta Fosfor	5
2.2. Bitkide Fosfor.....	7
2.3. Farklı Bitki Türlerinin Fosfor Etkinliği ve Bitkilerin Fosfor Gübrelemesine Olan Tepkileri	9
3. MATERYAL VE METOD	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Bitki	13
3.1.2. Toprak Materyali	13
3.2. Metod.....	14
3.2.1. Sera Denemelerinin Kurulması ve Yürütülmesi.....	14
3.2.2. Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması	15
3.2.3. Bitki Örneklerinde Fosfor Analizi.....	15
3.2.4. İstatistik Analizleri	16
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	17
4.1. Araştırma Bulguları	17
4.1.1. Semptom Derecesi, Yeşil Aksam ve Kök Kuru Madde Üretimi.....	17

4.1.2. Yeşil Aksam Fosfor Konsantrasyonu ve Fosfor İçeriği:	25
4.2. Tartışma.....	29
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	37
KAYNAKLAR.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	53



Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan mercimek ve nohut genotiplerinin isimleri.....	13
Çizelge 4.1. Sera koşullarında değişik fosfor dozlarında ($P_{15}=15$ mg P kg^{-1} , $P_{45}=45$ mg P kg^{-1} , $P_{90}=90$ mg P kg^{-1}) yetiştirilen mercimek genotiplerinin simptom derecesi, yeşil aksam kuru madde verimi ve P etkinliği	17
Çizelge 4.2. Sera koşullarında değişik fosfor dozlarında ($P_{15}=15$ mg P kg^{-1} , $P_{45}=45$ mg P kg^{-1} , $P_{90}=90$ mg P kg^{-1}) yetiştirilen nohut genotiplerinin simptom derecesi, yeşil aksam kuru madde verimi ve P etkinliği	19
Çizelge 4.3. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15$ mg P kg^{-1} , $P_{45}=45$ mg P kg^{-1} , $P_{90}=90$ mg P kg^{-1}) altında yetiştirilen mercimek genotiplerinin kök kuru madde verimi.	22
Çizelge 4.4. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15$ mg P kg^{-1} , $P_{45}=45$ mg P kg^{-1} , $P_{90}=90$ mg P kg^{-1}) altında yetiştirilen nohut genotiplerinin kök kuru madde verimi.	23
Çizelge 4.5. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15$ mg P kg^{-1} , $P_{45}=45$ mg P kg^{-1} , $P_{90}=90$ mg P kg^{-1}) altında yetiştirilen mercimek genotiplerinin Kök /Yeşil Aksam kuru madde oranı.....	24
Çizelge 4.6. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15$ mg P kg^{-1} , $P_{45}=45$ mg P kg^{-1} , $P_{90}=90$ mg P kg^{-1}) altında yetiştirilen nohut genotiplerinin Kök /Yeşil Aksam kuru madde oranı.....	24
Çizelge 4.7. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15$ mg P kg^{-1} , $P_{45}=45$ mg P kg^{-1} , $P_{90}=90$ mg P kg^{-1}) altında yetiştirilen mercimek genotiplerinin yeşil aksam P konsantrasyonu.....	25

- Çizelge 4.8. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{45}=45 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{90}=90 \text{ mg P kg}^{-1}$) altında yetiştirilen mercimek genotiplerinin yeşil aksam P içeriği26
- Çizelge 4.9. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{45}=45 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{90}=90 \text{ mg P kg}^{-1}$) altında yetiştirilen nohut genotiplerinin yeşil aksam P konsantrasyonu.....27
- Çizelge 4.10. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{45}=45 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{90}=90 \text{ mg P kg}^{-1}$) altında yetiştirilen nohut genotiplerinin yeşil aksam P içeriği28
- Çizelge 4.11. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{45}=45 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{90}=90 \text{ mg P kg}^{-1}$) altında yetiştirilen mercimek genotiplerinin değişik parametreleri arasındaki korelasyon29
- Çizelge 4.12. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{45}=45 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{90}=90 \text{ mg P kg}^{-1}$) altında yetiştirilen nohut genotiplerinin değişik parametreleri arasındaki korelasyon.....29

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 4.1. Mercimek Genotiplerinin 15-45-90 mg P kg⁻¹ toprak dozlarındaki
(soldan sağa doğru) görünümü18

Şekil 4.2. Nohut Genotiplerinin 15-45-90 mg P kg⁻¹ toprak dozlarındaki
(soldan sağa doğru) görünümü20





SİMGELER VE KISALTMALAR

APA	: Asit fosfataze
ATP	: Adenozin trifosfat
da	: Dekar
g	: Gram
kg	: Kilo gram
mg	: Mili gram
ml	: Mili litre
°C	: Derece santigrat
P	: Fosfor
pH	: Asitlik-alkalilik faktörü
Pi	: İnorganik fosfor



1. GİRİŞ

Nüfus artışına bağlı olarak ortaya çıkan yetersiz ve dengesiz beslenmenin önüne geçmek için bitkisel ve hayvansal üretimin artırılmasının gerekliliği herkesçe kabul gören bir gerçektir. Artan nüfusun beslenmesinde ve özellikle de protein açığının kapatılmasında yemeklik tane baklagillerinden mercimek ve nohut özel bir öneme sahiptir. Ancak, çoğu zaman dengesiz gübreleme ve olumsuz toprak koşulları bitkisel verimi düşürmektedir. Topraklardaki besin elementlerinin bitkiye yarayışlı düzeylerinin yetersizliği son yıllarda yetiştiricilikte karşımıza çıkan en önemli sorunlardan biridir. Söz konusu besin elementlerinden birisi de fosfor (P)'dur.

Kacar ve ark. (1996) tarafından yapılan çalışmalara göre, ülkemiz toprakları toplam fosfor açısından yeterli ve bazı yerlerde ise aşırı derecede yüksek bulunmuştur. Söz konusu toplam fosforun normal ya da yüksekliğine rağmen, bitkilere yarayışlı fosfor miktarının düşük olmasından dolayı fosfor eksikliği sorunuyla karşı karşıya kalınmakta ve bu durum bitkisel verimde ciddi kayıplara yol açmaktadır. Türkiye genelinde yapılan bir çalışmada, topraklarımızın yarayışlı fosfor düzeyleri Toprak ve Gübre Araştırma Enstitü tarafından araştırılmış ve Olsen yöntemine (Olsen ve ark., 1954) göre yapılan analizler sonucunda yarayışlı fosfor kapsamının çok az ($< 3 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$) ve az ($3-6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$) olduğu alanların toplamının % 58 düzeyinde olduğu bildirilmiştir (Eyüpoğlu, 1999).

Tarım alanlarında toprak analizleri yapılmadan yapılan kontrolsüz ve aşırı fosfor kullanımına bağlı olarak yer yer gübrelemeye gerek duyulmayacak düzeyde fosfor birikiminin de olduğu bildirilmiştir (Kalaycı, 1999). Gübre olarak toprağa uygulanan fosforun % 10-20'si bitkiler tarafından kullanılabilmekte ve geriye kalan kısmı ise alınabilirliği düşük-zor olan formlarda fikse edilmektedir (Mc Laughlin ve ark., 1990; Manske ve ark., 2000).

Ülkemiz tarım topraklarının büyük bölümünün kurak ve yarı kurak alanlarda bulunması ve yüksek pH, kil ve kireç içeriği ile birlikte düşük organik

maddeye sahip olmasından dolayı bir çok besin elementinde olduğu gibi fosforun da yarayırlılığı sınırlanmaktadır. Söz konusu olumsuz toprak koşullarından dolayı, uygulanan fosforlu gübrelerin toprakta hızlı bir şekilde fiksasyona / transformasyona uğradığı bulunmuştur (Hibberd ve ark., 1991; George, 1993; Holford, 1997). Fosforun yüksek pH'da Ca-P şeklinde, düşük pH'da ise Fe-P ve Al-P şeklinde fiksasyona uğraması bitkiye yarayırlılığını azaltmaktadır. Bu durum, yetiştiricilikte daha fazla P'lu gübre kullanımına yol açmakta ve bir yandan çevreye zarar verirken diğer yandan da ekonomik kayıpları beraberinde getirmektedir.

Topraktaki toplam fosforun % 30-80'inin organik formda bulunduğu (Dalal, 1977; Marschner, 1995) ve söz konusu oranın rizosfer toprağında % 80-90 arasında olduğu bildirilmiştir (Helal ve Deressler, 1989). Bitkiler için potansiyel fosfor kaynağı olan organik fosfordan bitkilerin yararlanması için organik fosforun hidrolize olması ve inorganik fosfor kaynaklarının ortaya çıkması gerekmektedir. Organik fosforun hidrolize edilmesinde bitki köklerinden salgılanan asit fosfataz enzimi (APA) önemli rol oynamaktadır.

Gelinen noktada, yarayırlı fosfor kapsamı düşük olan topraklarda iyi yetişebilecek bitki tür ve çeşitlerinin sečilmesi ön plana çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar bitkilerin değişik morfolojik ve fizyolojik adaptasyon mekanizmaları geliştirerek zor çözünen fosfordan yararlanabildiğini ortaya koymaktadır. Söz konusu yarayırlı fosforun düşük olduğu alanlarda, bitkilerin kök morfolojisinde değişimler (Anghinoni ve Borber, 1980; Föhse ve Junk, 1983; Lyncy ve Beebe, 1995; Gahonnia ve ark., 1999) mikorizal infeksiyon (Weber ve ark., 1993; Tarafdar ve Marschner, 1994), köklerin organik asit salgılaması (Johnson ve ark., 1996; Raghothama, 1999; Gahoonia ve ark., 2000), rizosfer pH'sında düşüşler (Hoffland ve ar., 1992), asit fosfataz salgısında artışlar (Helal ve Dressler, 1989; Tadono ve Sakai, 1991; Hunter ve McManus, 1999) ve fosfor absorpsiyonunda artışlar (Jungk ve Claasen, 1986) olduğu bulunmuştur. Buradan hareketle, yetişme ortamından alınan birim fosforun gerek kök gelişiminde ve gerekse toprak üstü aksamaların

gelişiminde etkin şekilde kullanımı, bir diğer deyişle fosforca etkin genotiplerin seçimi, son yıllarda üzerinde yoğun şekilde durulan araştırma konuları içinde olmuştur. Fosfor etkinliği ile ilgili olarak hem türler hem de aynı türe ait genotipler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur (Pugnaire ve Chapin, 1992 George, 1993; Güneş, 2000; Özturk ve ark., 2005)

Ülkemizde mercimek ve nohutla ilgili araştırmalar genellikle yetiştirme teknikleri, gübreleme, bakteri aşılama, sulama, ıslah ve biyoteknoloji konularında olup özellikle de verim ve kalite üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır (Altınbaş, 2002; Bayrak ve ark., 2005; Çokkızgın ve ark., 2005; Tepe, 2005; Yağmur ve Kaydan, 2005; Kaydan ve Yağmur, 2006; Biçer ve Şakar, 2007; Öztaş ve ark., 2007; Togay ve ark., 2008).

Bu tez çalışması çerçevesinde, ilk kez aynı anda 9 adet mercimek ve 9 adet nohut genotipinin yarayışlı fosfor kapsamı düşük olan toprakta P etkinlik düzeyleri belirlenecek ve alınabilirliği düşük fosfordan iyi yararlanabilecek mercimek ve nohut genotiplerinin sera koşullarında değişik fosfor dozlarında yetiştirilerek seçimi sağlanacaktır.

Mercimek (*Lens culinaris* Medik.) günümüzde Akdeniz havzası ve Asya ülkelerinde geleneksel olarak yetiştirilmektedir. Bileşiminde yüksek oranda protein bulunması, vitamin ve Fe bakımından zengin olması, yapısında tripsin inhibitörleri, hemaglutininler ve tanin gibi toksik maddelerin düşük düzeyde bulunması (Muehlbauer ve Tullu., 1997) nedeniyle insan beslenmesinde son derece önemlidir. Kültüre alınan en eski baklagillerden olan mercimeğin ana vatanı Yakın Doğudur. Kanada, Hindistan, Avustralya, Türkiye, Amerika ve Nepal en çok mercimek yetiştiriciliği yapılan ülkelerdir (Singh and Singh, 2016). Dünyada baklagiller tarımının tarihi 7000 yıl kadar öncesine dayanmaktadır. Türkiye tahılların olduğu gibi baklagillerin de ilk kültüre alındığı yerdir (Bayaner ve Uzunlu 1999). FAO (2004)'e göre Türkiye dünyanın üçüncü büyük ihracatçı ülkesidir.

Nohut (*Cicer arietinum* L.) ise Uzak ve Yakın Doğu, Akdeniz, Afrika, Güney ve Orta Amerika ülkelerinde binlerce yıldır bilinmekte ve insan ve hayvan

beslenmesinde önemli bir yere sahip olan yemeklik tane baklagil bitkisidir (Gençkan, 1958). Kuru tanelerinin yüksek oranda protein (% 15-32) ve karbonhidrat (% 50-74) içermesi yanında fosfor, kalsiyum ve demir gibi mineraller ve A, B ve Niacin vitaminlerince zengin olmasından dolayı insan beslenmesinde önemini arttırmaktadır (Smithson ve ark., 1985).

Türkiye’de baklagil üretimi ülke geneline yayılmış olmakla birlikte Güney Doğu Anadolu, Orta Anadolu ile Marmara Bölgesi’nin güneyi en yaygın olduğu bölgelerdir. Bakalagil ekim alanları olarak değerlendirildiğinde, DİE verilerine göre, 2001 yılında mercimek ve nohut alanlarının toplamının toplam ekim alanları içinde büyük bir paya (% 70) sahiptir.

Ülkemizde, artan ekim alanlarıyla birlikte, daha yüksek verim uğruna, bitki ihtiyacının çok üzerinde ve kontrolsüz / toprak analizlerine dayanmayan fosforlu gübre uygulamalarının yapıldığı çok iyi bilinmektedir. Diğer yandan da bitkilerce alınabilirliği düşük olan fosfor alanlarının fazlalığı (% 58) düşünülürse, gelinen noktada, düşük fosfor ile yüksek verim oluşturabilen, fosfor etkinliği yüksek mercimek ve nohut genotiplerinin seçimi hem çevreci hem de ekonomik bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Toprakta Fosfor

Fosfor (P) bitki gelişimi için mutlak gerekli olan elementlerden birisidir. Bu nedenle, yoğun tarım yapılan topraklarda organik ve inorganik fosfor kaynaklarından sürekli olarak fosfor ilave edilmesine rağmen, tarım topraklarının fosfor düzeyi ürün gelişimi açısından değerlendirildiğinde genellikle kritik seviyededir (Sharpley, 1994; Smith, 2001; Dodor ve Tabatabai., 2003; Zhu ve ark., 2003).

Fosfor (P) toprakta, organik ve inorganik formlarda bulunmakta ve toplam fosforun yaklaşık % 20-70'ini organik fosfor oluşturmaktadır (Dalal, 1977; Ron Vaz ve ark., 1993). Toprakların toplam fosfor içeriği ana materyalin yapısına ve iklim koşullarına göre değişmekle birlikte 100-3000 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir (Frossard, ve ark., 2000; George, ve ark., 2003). Yapılan bir çalışmada toprakta bitkiye yarayışlı fosfor konsantrasyonu ise 10-15 mg kg⁻¹ arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Torrent ve Delgado, 2001). Başka bir çalışmaya göre ise bu değer 8-25 mg kg⁻¹ arasında olduğu bildirilmiştir (Alpaslan ve ark., 1998). Toplam fosfor konsantrasyonları bakımından topraklar arasında büyük farklılıkların olması, oluştuğu ana materyalden kaynaklanmaktadır. Genellikle kireç taşı, marn ve benzeri materyallerden oluşmuş toprakların toplam fosfor kapsamı asidik veya kireçli olmayan materyallerden oluşmuş toprakların toplam fosfor kapsamına göre daha yüksektir. Bunun nedeni, kireçli materyallerde bulunan kalsiyum karbonatın orijininin kalsiyum ve fosforca zengin, suda yaşayan canlıların kalıntıları, iskelet ve kabuklarından meydana gelmesidir (Frossard, ve ark., 2000; George, ve ark., 2003). Fosfor eksikliği, özellikle kireçli alkalın topraklarda bitkisel üretimde verimi sınırlayan en önemli faktörlerden biridir. Özellikle pH 7'nin üstündeki 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).

Topraktaki fosforun büyük bir kısmı çözünmeyen bileşikler şeklinde bulunduğundan toplam fosforun ancak %1 veya daha düşük kısmı bitkiler tarafından alınabilir durumdadır. Yapılan araştırmalarda toprağa katılan fosforun çok hızlı bir şekilde dönüşüme uğradığı bildirilmiştir. Bu dönüşümün genellikle fosforun topraklarda kalsiyum fosfatlar, alüminyum oksitler ve yüzey altındaki ve derinliklerdeki demir bileşiklerince gerçekleştirildiği 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 bildirilmiştir (Braschi ve ark., 2003). Asidik karakterli kumlu topraklarda ise fosforun yıkanması büyük bir sorun iken, kireçli topraklarda çözülmüş formdaki fosfor, katı fazdaki kalsiyum fosfatların kontrolü altındadır (Samadi ve ark., 1999). Fosfor toprakta kalsiyum ile birleşerek çözünmez kalsiyum fosfatları oluşturur (Larsen, 1967).

Gübre olarak toprağa uygulanan P'un yalnızca %10-20'u bitkiler tarafından kullanabilmektedir. Geriye kalan kısmı ise, kireçli alkalın topraklarda çözünürlüğü oldukça zor olan Ca-P şeklinde, asit karakterli topraklarda ise Fe-P ve/veya Al-P şeklinde fiske edilerek daha az yarayışlı formlara dönüşmektedir (Manske, 2000). Bu durum, toprak çözeltisindeki fosfat konsantrasyonunun toprağın katı fazı tarafından önemli derecelerde kontrol edilmesinden kaynaklanmaktadır (Derici, 1996). Toprak çözeltisindeki inorganik P'un konsantrasyonu, tekstür, pH, CaCO₃, oksitler ve hidroksitler, organik madde, toprak nemi, toprak sıcaklığı gibi toprak özellikleriyle yakın bir ilişki göstermektedir (Özbek ve ark.,1993).

Yapılan çalışmalar, Türkiye topraklarının toplam P konsantrasyonları bakımından yeterli ve bazı yerlerde ise aşırı yüksek P konsantrasyonlarına sahip olduğunu göstermektedir (Zabunoğlu, 1967; Ülgen, 1968; Kacar ve ark., 1996). Ancak bu durum, toprakta bitkiye yarayışlı P durumu hakkında tam olarak bilgi vermemekte, sadece topraklardaki rezerv olarak bulunan ve bitkilerin sahip

oldukları özelliklerine göre yararlanabilecekleri/yararlanamayacakları fraksiyonu temsil etmektedir. Türkiye topraklarının yarıyıllı P durumunun belirlenmesi amacı ile yapılan bir çalışmada; toprakların yarıyıllı P durumlarının çok az, az, orta, yüksek, çok yüksek şeklindeki bir skalaya göre yapılan değerlendirmede, ülke genelinde oransal dağılım sırasıyla % 29.5, % 28.5, % 17.0, % 15.7 ve % 9.3 şeklinde olduğu bildirilmiştir (Eyüpoğlu, 1999). Yapılan çalışmalar, Türkiye topraklarının toplam (rezerv) P bakımından oldukça iyi olmasına karşın, toprakların sahip oldukları ve P'un yarıyıllılığını etkileyen özelliklerinden dolayı, bitkiler için yarıyıllı içeriklerinin oldukça az düzeylerde olduğunu göstermektedir.

2.2. Bitkide Fosfor

Bitkiler için önemli olan esaslı bitki besin elementlerinden birisi olan fosfor, bitkilerde organik ve inorganik bileşikler halinde bulunmakta (Blair, 1993) ve bitki kuru ağırlığının yaklaşık % 0.3-0.5'ini oluşturmaktadır (Schachtman ve ark., 1998; Rausch and Bucher 2002). Bitkiler, toprak çözeltisinden fosforu çoğunlukla primer ($H_2PO_4^-$) ve sekonder (HPO_4^{2-}) ortofosfat şeklinde absorbe etmektedirler (Marschner, 1997; Rausch and Bucher 2002; Dodor ve Tabatabai., 2003; Vance ve ark., 2003). Bitkiler asit tepkimeli topraklarda fosforu genellikle $H_2PO_4^-$ iyonu ve alkali tepkimeli topraklarda ise HPO_4^{2-} iyonu şeklinde alırlar. Ancak toprak çözeltisinde bu iyonların birbirlerine çok hızlı dönüşmeleri nedeniyle pH'sı 4 ile 8 arasında değişen topraklarda bu iyonların alımları arasındaki ayırım önemli değildir. Bitkiler pirofosfatlar ve metafosfatlar şeklinde fosfor içeren kimyasal gübrelerin toprak çözeltisinde hidrolize olmaları sonucu oluşan ortofosfat iyonlarını da alırlar (Roux, 1968). Bitki gereksinim duyduğu fosforun çok büyük bir bölümünü toprak çözeltisinden ve çok az da olsa bir bölümünü doğrudan toprağın katı fazından alır. Toprak çözeltisinde azalan fosfor toprağın katı fazı tarafından hemen eski durumuna getirilir. Toprak çözeltisi ile toprağın katı fazı arasında öteki bitki besin elementleri için olduğu gibi fosfor için de sürekli bir denge vardır. Belirtilen denge toprak çözeltisi aleyhine bozulduğu anda bitkiler

fosfor gereksinimlerini yeterince karşılayamazlar (Kacar ve Katkat, 1998). Fosforun bitki gelişimi ve yaşamındaki en önemli görevi, enerji depolama ve transferidir. Fosfor, 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 (Schactman ve ark., 1998; Ragothama, 1999; Rausch and Bucher 2002; Vance ve ark., 2003). 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. 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 (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 Guinn, 1959). Bazı bitkiler, topraklarda fosforun yetersiz olduğu koşullarda birçok morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler adaptasyon mekanizmaları geliştirebilirler (Ragathoma, 1999; Abel ve ark., 2002; Stone ve ark., 2003; Plaxton, 2004). Bitkilerin rizosfer çözeltilisindeki bitki besin elementini alabilme ve alınan besini toprak üstü ve kök biyomasında veya tane, meyve ve yaprak gibi kısımlarında kullanabilme yeteneğine, besin kullanım etkinliği denir (Baliger ve ark., 2001). Fosfor etkinliği ise, düşük P ortamında yüksek verim oluşturabilen yeni genotiplerin seleksiyonu ve geliştirilmesini sağlamaktır. Bitkilerde P etkinliğine etki eden çok sayıda özellik bulunmaktadır. Öztürk (2001) tarafından P etkinliğine etki eden parametreler şu

şekilde açıklanmıştır: Yüksek P kullanım etkinliği, yaşlı yaprak dokusuna P mobilizasyonu ve tohum P'unun mobilizasyonunun yüksek retranslokasyonunu etkiler. Yüksek P absorpsiyonu ise topraktan yüksek oranda P absorpsiyon ve mobilizasyondur. Kök uzunluğu, spesifik kök yüzey alanı, kılcak kökler, VA mikoriza köklerde asit fosfataz salgılanması, rizosfere organik asit HCO_3^- ve H^+ salgılanması etkinlikte önemli faktörlerdir.

Fosfor noksanlığında ortaya çıkan belirtiler, nedeni tam olarak bilinmemekle beraber, çoğu bitkilerde benzerlik gösterir. Fosfor noksanlığında bitkilerde bodur büyüme yanında, yaprak gelişimi, yaprak yüzey alanı ve yaprak sayısında önemli düzeyde azalmalar meydana gelir (Lynch ve ark., 1991). Fosfor noksanlığında yapraklar genellikle normalden daha koyu yeşil renkli olur. Birçok tek yıllık bitkilerin yaprak ve gövdesinde fosfor noksanlığında kırmızı, kırmızımsı mor renk meydana gelir. Kırmızı renk, fosfor noksanlığında antosiyanin oluşumunun artmasından kaynaklanmaktadır (Hofner ve Krantz, 1951; Rao ve Terry, 1989; Lauer ve ark., 1989). Fasulye ve bezelye gibi baklagillerde yapraklar koyu yeşil ve mavimsi yeşil veya zeytuni yeşil renkli olurlar. Sert ve dik, fakat zayıf bir yaprak sistemi vardır. Gövde ince, kısa ve büyüme geri kalır. Çiçeklenme zayıftır, bakla ve tohum oluşumu azdır. Bezelyede yaşlı yapraklar kenarlarından sarararak ölürlür. Fasulyede yaşlı yapraklarda kahverengimsi siyah veya siyah lekeler oluşur ve yapraklar zamanından önce dökülürler (Hofner ve Krantz, 1951; Lauer ve ark., 1989).

2.3. Farklı Bitki Türlerinin Fosfor Etkinliği ve Bitkilerin Fosfor Gübrelemesine Olan Tepkileri

Topraklarda fosforun hareketliliğinin ve yararlılığının düşük olmasından dolayı, bitkiler yararlı durumdaki fosfordan yararlanabilmek için bir çok adaptasyon mekanizması geliştirmişlerdir (Abel ve ark., 2002; Stone ve ark., 2003; Hammond ve ark., 2004). Bitkiye yararlı fosforun düşük olduğu topraklarda, bitkilerin kök morfolojisinde değişimler (Föhse ve Junk, 1983; Lyncy ve Beebe,

1995; Gahoonia ve ark., 1999), köklerin organik asit salgılaması (Raghothama, 1999; Gahoonia ve ark., 2001), rizosfer pH'sında düşüşler (Hoffland ve ar., 1992), asit fosfataz salgısında artışlar (Helal ve Dressler, 1989; Tadono ve Sakai, 1991) gibi mekanizmaları işleterek fosfordan daha fazla yararlanabilmektedirler. Buradan hareketle, yetiştirme ortamından alınan birim fosforun gerek kök gelişiminde ve gerekse toprak üstü aksamaların gelişiminde etkin şekilde kullanımı, bir diğer deyişle fosforca etkin genotiplerin seçimi, son yıllarda üzerinde yoğun şekilde durulan araştırma konuları içinde olmuştur. Fosfor etkinliği ile ilgili olarak hem türler hem de aynı türe ait genotipler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur (George, 1993; Öztürk ve ark., 2005).

Fosfor noksanlığı koşullarında bitkilerde sekonder (ikincil) köklerde dallanma ve lateral köklerin gelişiminde (Lyncy ve Brown, 2001) ve toplam kök uzunluğunda (Wissuwa, 2005) artış olduğu gözlenmiştir. Farklı bitki tür ve çeşitlerinde, P eksikliğinin marul genotiplerinde kök ağırlığının (Buso ve Bliss, 1988), buğdaygillerde kök yoğunluğu (Manske ve ark., 2000) ve kılcal kök uzunluğunun (Gahoonia ve Nielsen , 1997), yerfıstığı genotiplerinde (Wissuwa ve Ae, 1999) ve tahıllarda (Gahoonia ve ark.1999) kök tüyü gelişiminin P etkinliği ile pozitif ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Fosfor alımı ve P etkinliği açısından Kunduru-1949, Çakmak-79 ve Kızıltan-91 makarnalık buğday genotipleri ile Bezostaja-I, Gün-91 ve Gerek-79 ekmeklik buğday genotiplerinin arasındaki farklılığı belirlemek üzere yürütülen bir saksı çalışmasında, 0, 50, 100 ve 200 mg P/kg dozlarında gübre uygulaması ile ekmeklik buğday genotiplerinin P konsantrasyonu ve P alımlarının, makarnalıklardan yüksek olduğu, ekmeklik buğday genotiplerinin makarnalık genotiplere göre P'dan daha etkin yararlandığı belirlenmiştir (İnal, 2001).

Fageria ve Baligar (1999) yaptığı çalışmada 0 (düşük P), 75 mg P kg⁻¹ (orta P) ve 150 mg P kg⁻¹ (yüksek P) uygulayarak 15 buğday çeşidinin fosfor etkinliğini araştırmışlar ve çeşitler arasında fosfor kullanımı açısından (P<0.01) önemli farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir.

Srinivasarao ve ark. (2006) 20 farklı nohut çeşidine topraktan 0, 13.5 ve 27 ppm P uygulaması yaparak sera koşullarında bir deneme gerçekleştirmişlerdir. Deneme sonucunda, toprağa uygulanan P dozu arttıkça tüm çeşitlerin ortalama kuru madde verimlerinin P0'da 1.57 g, P13.5'de 2.04 ve P27'de ise 3.69 g olduğunu, çeşitler arasında ise P0 dozunda kuru madde verimleri açısından en etkin genotiplerin Phule G-5 (2.22 g), BG-256 (3.13 g) ve HK 94-134 (2.54 g) olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada denemedeki tüm genotiplerin topraktan kaldırdıkları P konsantrasyonları ise P0 dozunda ortalama 1.12 g kg⁻¹, P 13.5 dozunda 2.00 g kg⁻¹ ve P 27 dozunda ise 2.73 g kg⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Tarla koşullarında bir nohut çeşidine (Mahamaya-2) topraktan 0, 13.1, 26.2 ve 39.3 kg P / ha olacak şekilde yapılan fosfor uygulaması sonucunda en yüksek ürün veriminin 39.3 kg P / ha dozunda 1085 kg/ha olduğu bildirilmiştir (Dhananjay ve Bandyopadhyaya, 2009).

Azad ve Gill (1989) fosforlu gübre uygulamasının mercimeğin dane verimi üzerine etkisini araştırmak için Punjab bölgesinde üç farklı lokasyonda tarla denemesi kurmuş ve toprağa 0, 10, 20, 30 ve 40 kg P₂O₅ ha⁻¹ fosfor uygulaması ile kontrole göre tüm P uygulamasında da verim artışının olduğunu, en yüksek dane veriminin ise 758 kg ha⁻¹ ile P40 dozunda olduğunu bildirmişlerdir.

Bangladeş'in alüviyal topraklarında L-5 mercimek çeşidine 0, 30, 60 ve 90 P₂O₅ kg ha⁻¹ olacak şekilde fosfor uygulayarak bir tarla denemesi gerçekleştirilmiştir. Yapılan uygulamalar arasında P60 dozunun mercimeğin dane verimi ve bin dane verimini önemli düzeyde arttırdığı, ancak tüm fosfor uygulamalarının bitkinin azot ve fosfor konsantrasyonunu istatistiki açıdan etkilemediği bildirilmiştir (Khanam ve Islam, 1983).

Brohi ve ark. (2000), çeşitli fosfor gübrelerinin, ekmeleklik buğday bitkisinin verim ve bazı bitki besin maddesi alımına etkisini belirleme amacıyla yürüttükleri saksı denemesinde; 5,10 ve 15 kg P₂O₅ /da dozlarında süper kompoze (20-20-0), DAP ve triple süperfosfat gübreleri uygulamışlardır. Her biri farklı P dozunda kullanılan değişik gübreler, buğday bitkisinin kuru madde miktarı ve tane

verimini önemli derecede artırmış olup, sapta N ve tanede N ve K içeriğinde de önemli artış belirlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada, Fageria ve Baligar (1997) düşük ve yüksek fosfor koşullarında yetiştirilen mısır genotiplerinin bitki ağırlıkları, gövde ve kök ağırlıkları, besin elementi alımı ve kullanımı açısından önemli farklılıklar gösterdiklerini rapor etmişlerdir.



3. MATERYAL VE METOD**3.1. Materyal****3.1.1. Bitki**

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü seralarında yürütülen denemelerde 9 adet mercimek genotipi ve 9 adet nohut genotipi kullanılmıştır. Söz konusu genotipler (Çizelge 3.1) Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Faruk TOKLU'dan temin edilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan mercimek ve nohut genotiplerinin isimleri

Sıra No	Mercimek Genotipleri	Nohut Genotipleri
1	Kafkas	Damla
2	Çiftçi	Diyar. 95
3	Şakar	ER.98
4	Özbek	ILC.482
5	Seyran 96	İzmir
6	Çağıl	Çağatay
7	Yerli Kırmızı	Gülümser
8	Altın Toprak	Gökçe
9	Fırat 87	Yaşa.05

3.1.2. Toprak Materyali

Bitkilere yarayırlı P konsantrasyonu düşük olan ($1.2 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$) Eskişehir-Sultanönü bölgesinden getirilmiş olan toprak kullanılmıştır. Bu toprağa ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler : (Element konsantrasyonları, mg kg^{-1} toprak olarak; K: 423; S:12; Zn: 0.1; Fe: 2.92; Mn: 3.36; Cu: 0.54); pH: 8.04; Organik Madde: % 1; Tekstür Sınıfı: kil; Kireç içeriği: % 14.9)

3.2. Metod

3.2.1. Sera Denemelerinin Kurulması ve Yürütülmesi

Toplam 18 adet genotipin kullanıldığı sera denemesinde bitkiler farklı fosfor dozlarında (15, 45, 90 mg P kg⁻¹) yetiştirilmiştir. Plastik saksıların kullanıldığı denemelerde her saksıya hava kurusu 2.200 kg toprak tartılmıştır. Deneme 3 yenilemeli olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve yürütülmüştür. Ekim öncesi temel gübreleme olarak tüm saksılara 100 mg kg⁻¹ N Ca(NO₃)₂ formunda, 50 mg kg⁻¹ K K₂SO₄ formunda, 2.5 mg kg⁻¹ Zn, ZnSO₄.7H₂O ve 2.5 mg kg⁻¹ Fe FeEDTA formunda uygulanmış, yetiştirme dönemi içerisinde iki seferde olmak üzere toplam 100 mg kg⁻¹ N Ca(NO₃)₂.4H₂O formunda uygulanmıştır. Fosfor uygulamalarında ise CaH₄O₈P₂ kullanılmıştır. Sulamada saf su kullanılmış ve bitkiler 4-5 gün ara ile randomize edilmiştir. Bitkiler 55 günlük iken hasat edilmiş ve hasat edilen yeşil aksam ve kök örnekleri 48 saat boyunca 70°C’de sabit ağırlığa ulaşana kadar kurutulduktan sonra tartılmıştır.

Sera denemelerinde kullanılan genotiplerde;

- Ü Fosfor eksikliği belirtilerinin derecesi (1-5 arası derecelendirme yapılarak, 1:çok fazla belirtiler...5:çok az veya belirtiler yok) belirlenmiştir.
- Ü Yeşil aksam ve kök kuru ağırlıkları ile Kök / Yeşil aksam kuru ağırlığı
- Ü Düşük ve yeterli P uygulamaları ile elde edilen P etkinlikleri

Graham (1984)’e göre, [(düşük P’de Kuru Ağırlık / yeterli P’de Kuru Ağırlık) x100] formülü yardımıyla;

- Ü Yeşil aksam fosfor konsantrasyonu ve bitki başına fosfor miktarı

3.2.2. Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması

Kuru madde verimleri belirlenen bitki örnekleri agat değirmende öğütülmüştür. Öğütülen bitki örneklerinden 0.2 g tartılarak kuru yakma yöntemine göre kül fırınında 550 °C’de 6 saat süreyle yakılmış ve yakma sonucu elde edilen kül, 1/30 HCl’de çözündürüldükten sonra mavi-bant filtre kağıdından süzümüştür (Kacar ve İnal, 2008).

3.2.3. Bitki Örneklerinde Fosfor Analizi

Fosfor analizi Barton (1948) yöntemine göre yapılmıştır. Spektrofotometrik bir yöntem olan Barton yönteminin detayı aşağıda verilmiştir. Buna göre, 25 g amonyum molibdat $[(NH_4)_2Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O]$ 400 ml saf su içerisinde ısıtılarak çözündürülür.

1000 ml hacmindeki ölçü balonuna 1.25 g amonyum metavanadat (NH_4VO_3) konup üzerine 300 ml saf su ilave edilir kaynatılarak çözündürülür ve daha sonra soğumaya bırakılır. Hazırlanan çözelti soğuduktan sonra üzerine 250 ml konsantre nitrik asit (HNO_3) ilave edilir.

1000 ml hacmindeki balon içerisinde yaklaşık 550 ml hazırlanmış olan amonyum metavanadat ve nitrik asit karışımlarının üzerine daha önce hazırlanmış olan 400 ml hacmindeki amonyum molibdat çözeltisi ilave edilir ve balon derecesine kadar saf su ile tamamlandıktan sonra çalkalanır. Bu şekilde Barton renklendirme çözeltisi hazırlanmış olur.

Kuru yakma yöntemi sonucu elde edilen süzüklerden 1ml alınıp 10-15 ml hacmindeki tüplere konur üzerine 5 ml saf su ve 1 ml Barton çözeltisi ilave edildikten sonra karıştırıcı yardımıyla tüp içerisindeki çözelti karıştırılır. Yaklaşık 30 dakika sonra oluşan sarı renk spektrofotometre cihazında 430 nm dalga boyunda 0-50 mg P L⁻¹ aralığında hazırlanmış standartlara karşı okunur. Tüm kuru yakma ve fosfor analizlerinde element konsantrasyonları bilinen standart referans bitki materyalleri kullanılmıştır

3.2.4. İstatistik Analizleri

İstatistik analizlerde JMP 6.0 paket programı (SAS Institute 2005) kullanılmıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli çıkan ortalamalar t-testi (% 5) ile karşılaştırılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Bulguları

4.1.1. Semptom Derecesi, Yeşil Aksam ve Kök Kuru Madde Üretimi

Denemeye konu olan değişik mercimek ve nohut genotiplerinin yapraklarında fosfor eksikliği koşullarında ortaya çıkan fosfor eksikliği semptomlarının derecelerinin birbirlerinden belirgin ölçüde farklı olduğu bulunmuştur.

Mercimek genotipleri içinde, fosfor eksikliğinde en fazla etkilenen genotipin 1.0 semptom derecesi ile Altın Toprak genotipi olduğu; en az etkilenen genotipin ise 4,5 semptom derecesi ile Özbek genotipi olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Sera koşullarında değişik fosfor dozlarında ($P_{15}=15$ mg P kg^{-1} , $P_{45}=45$ mg P kg^{-1} , $P_{90}=90$ mg P kg^{-1}) yetiştirilen mercimek genotiplerinin semptom derecesi, yeşil aksam kuru madde verimi ve P etkinliği

Genotip	Simptom Derecesi ^x	Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi			Ort.	P Etkinliği		Ort.
		P_{15}	P_{45}	P_{90}		A	B	
		(mg bitki ⁻¹)				(%)		
YERLİ KIRMIZI	2,0	91	449	596	379 ABC	15,2	75,4	45,3
KAFKAS	3,5	141	395	607	381 ABC	23,2	65,0	44,1
ALTIN TOPRAK	1,0	150	410	669	410 AB	22,4	61,3	41,8
ÇİFTÇİ	3,5	206	414	752	457 A	27,4	55,0	41,2
ÇAĞIL	2,5	179	429	789	466 A	22,7	54,3	38,5
SEYRAN-96	2,0	136	445	801	461 A	17,0	55,6	36,3
ÖZBEK	4,5	114	245	512	291 C	22,3	47,8	35,0
FIRAT.87	2,5	151	277	643	357 BC	23,5	43,1	33,3
ŞAKAR	2,0	150	312	748	403 AB	20,0	41,7	30,9
Ortalama		146 C	375 B	680 A		21,5	55,5	
LSD _{0.05} (G, U, GxU)		(94, 54, öd)						

Farklı harfler, ortalamalar arasındaki önemli düzeydeki ($p<0.05$) farklılıkları göstermektedir.

^xP15'te P eksikliği Simptomları : 1 (çok fazla) ...5 (çok az veya semptom yok)

A: $P_{15}/P_{90} \times 100$; B: $P_{45}/P_{90} \times 100$



Şekil 4.1. Mercimek Genotiplerinin 15-45-90 mg P kg⁻¹ toprak dozlarındaki (soldan sağa doğru) görünümü

Nohut genotipleri içinde, fosfor eksikliğinden diğer genotiplere göre en fazla etkilenen genotip 1,5 simptom derecesi ile Çağatay genotipi olurken; en az etkilenen genotiplerin ise 4,0 simptom derecesi ile ILC.482, Gökçe, Gülümser ve Diyar.95 genotiplerinin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Sera koşullarında değişik fosfor dozlarında ($P_{15}=15$ mg P kg^{-1} , $P_{45}=45$ mg P kg^{-1} , $P_{90}=90$ mg P kg^{-1}) yetiştirilen nohut genotiplerinin simptom derecesi, yeşil aksam kuru madde verimi ve P etkinliği

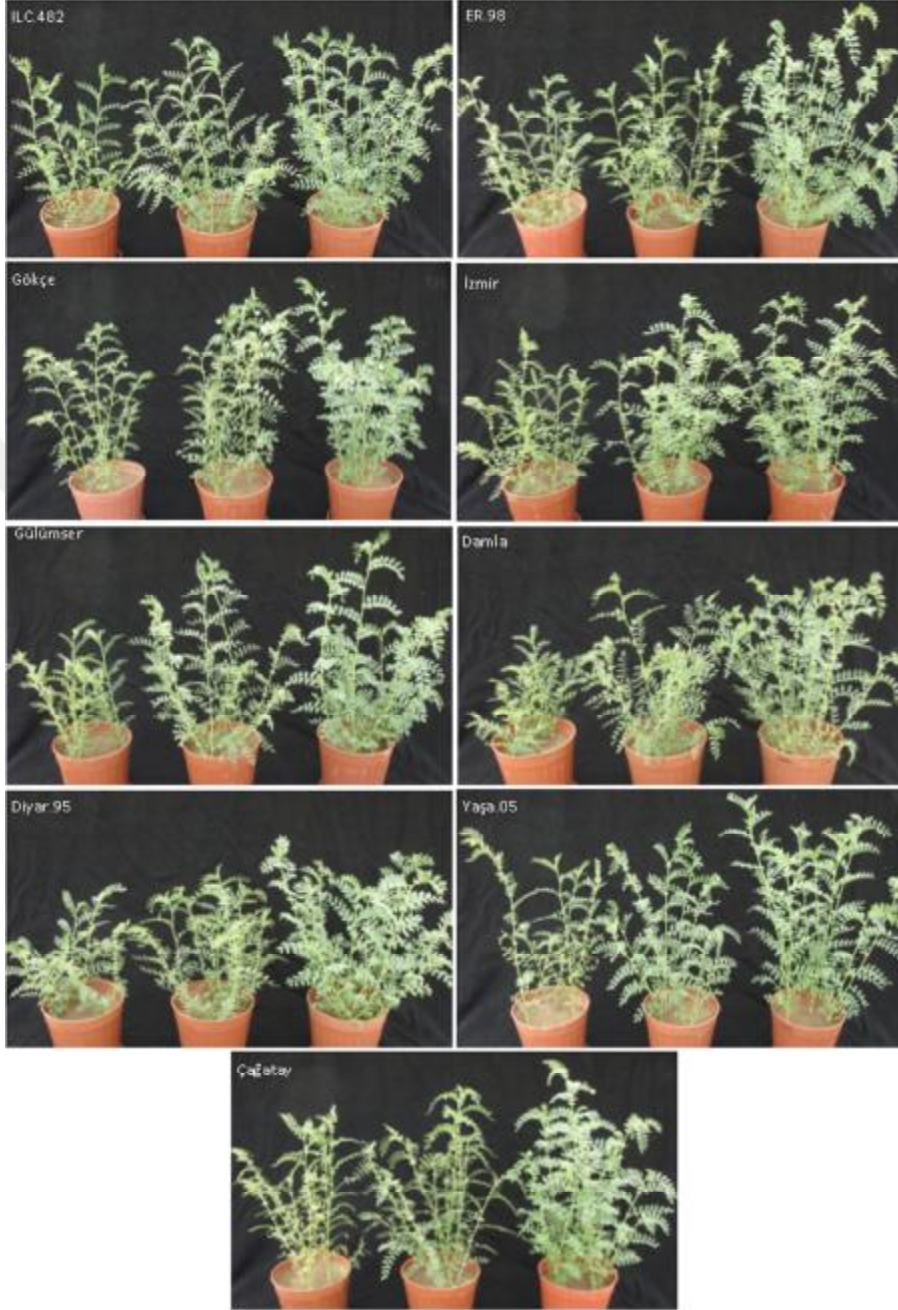
Genotip	Simptom Derecesi ^x	Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi			Ort.	P Etkinliği		Ort.
		P ₁₅	P ₄₅	P ₉₀		A	B	
		(mg bitki ⁻¹)				(%)		
ÇAĞATAY	1,5	1301	2390	2637	2109 AB	49,3	90,6	70,0
GÜLÜMSER	4,0	1299	1923	2368	1863 CD	54,9	81,2	68,0
DAMLA	2,5	970	1937	2260	1723 D	42,9	85,7	64,3
GÖKÇE	4,0	1421	2200	2849	2157 A	49,9	77,2	63,5
İZMİR	3,0	1313	1869	2510	1897 CD	52,3	74,5	63,4
YAŞA.05	2,0	1337	2016	2673	2009 ABC	50,0	75,4	62,7
ER.98	3,5	1289	1934	2673	1965 BC	48,2	72,4	60,3
DİYAR.95	4,0	1171	1684	2431	1762 D	48,2	69,3	58,7
ILC.482	4,0	1026	1937	2613	1859 CD	39,3	74,1	56,7
Ortalama		1236 C	1988 B	2557 A		48,3	77,8	
LSD _{0,05} (G, U, GxU)		(411, 104, öd)						

Farklı harfler, ortalamalar arasındaki önemli düzeydeki ($p<0,05$) farklılıkları göstermektedir.

^xP15'te P eksikliği Simptomları : 1 (çok fazla) ...5 (çok az veya simptom yok)

A: $P_{15}/P_{90} \times 100$; B: $P_{45}/P_{90} \times 100$

Yeşil aksam kuru madde verimi açısından değerlendirildiğinde; artan fosfor uygulamasına bağlı olarak hem mercimek hem de nohut genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimlerinin arttığı ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.2. Nohut Genotiplerinin 15-45-90 mg P kg⁻¹ toprak dozlarındaki (soldan sağa doğru) görünümü

Tüm genotiplerin ortalaması açısından bakıldığında, Mercimek genotiplerinin en düşük fosfor dozunda $146 \text{ mg bitki}^{-1}$ olan ortalama yeşil aksam kuru ağırlık değerinin 45 mg kg^{-1} toprak fosfor dozunda $375 \text{ mg bitki}^{-1}$ değerine; 90 mg kg^{-1} toprak fosfor dozunda ise $680 \text{ mg bitki}^{-1}$ değerine ulaştığı görülmüştür. Uygulamaların ortalaması açısından bakıldığında Çifçi, Çağıl ve Seyran 96 mercimek genotiplerinin en yüksek yeşil aksam değerlerine, Özbek genotipinin ise en düşük yeşil aksam kuru madde değerine sahip olduğu anlaşılmıştır. Yetersiz fosfor uygulamasındaki bitkilerin yeşil aksam kuru madde değerlerinin yeterli P (90 mg kg^{-1} toprak) altında yetişen bitkilerin yeşil aksam kuru madde değerlerine bölünerek elde edilen fosfor etkinliği değerlerinin artan fosfor uygulaması ile yükseldiği görülmektedir (Çizelge 4.1). Nitekim, tüm mercimek genotiplerinin ortalaması açısından bakıldığında, en düşük fosfor dozunda %21,5 olan fosfor etkinliğinin fosforun 45 mg kg^{-1} toprak uygulamasında %55,5 değerine ulaştığı bulunmuştur. Etkinliklerin ortalaması (A+B) olarak değerlendirildiğinde, Yerli Kırmızı mercimek genotipinin en yüksek (% 45.3) ve Şakar genotipinin ise en düşük (% 30.9) düzeyinde P etkinliğine sahip oldukları anlaşılmıştır (Çizelge 4.1) .

Nohut genotiplerinde, fosforun 15 mg kg^{-1} toprak dozunda $1236 \text{ mg bitki}^{-1}$ olan yeşil aksam kuru ağırlık değerinin 45 mg kg^{-1} toprak fosfor uygulamasında %61 artarak $1988 \text{ mg bitki}^{-1}$ değerine; 90 mg kg^{-1} toprak fosfor uygulamasında ise %107 artarak $2557 \text{ mg bitki}^{-1}$ değerine ulaştığı bulunmuştur. Uygulamaların ortalaması açısından ise en yüksek yeşil aksam kuru ağırlık değerine Gökçe genotipinin, en düşük yeşil aksam kuru ağırlık değerlerine ise Diyar 95 ve Damla genotiplerinin sahip olduğu görülmüştür. Nohut genotiplerinde fosfor etkinliği değerlerinin 15 mg kg^{-1} toprak için tüm genotiplerin ortalaması olarak %48,3; 45 mg kg^{-1} toprak uygulaması için ise %77,8 olduğu tespit edilmiştir. Etkinliklerin ortalaması (A+B) olarak değerlendirildiğinde, Çağatay nohut genotipinin en yüksek (% 70.0) ve ILC.482 genotipinin ise en düşük (% 56.7) düzeyinde P etkinliğine sahip oldukları anlaşılmıştır (Çizelge 4.2) .

Mercimek genotiplerinin kök kuru madde üretimleri artan fosfor konsantrasyonuna bağlı olarak önemli ölçüde artmıştır. Fosforun en düşük dozunda 140 mg bitki⁻¹ olan genotiplerin ortalama kök kuru ağırlığı 45 mg kg⁻¹ toprak fosfor dozunda 383 mg'a, 90 mg kg⁻¹ toprak fosfor dozunda ise 559 mg'a çıkmıştır. Yeterli fosfor dozunda en yüksek kuru madde üretimine 717 mg bitki⁻¹ ile Çağıl genotipi sahip olmuştur. Fosfor konsantrasyonlarının ortalaması açısından bakıldığında, Kafkas, Çiftçi ve Çağıl genotiplerinin en yüksek, Şakar genotipinin ise en düşük kök kuru madde üretimine sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları (P₁₅=15 mg P kg⁻¹, P₄₅=45 mg P kg⁻¹, P₉₀=90 mg P kg⁻¹) altında yetiştirilen mercimek genotiplerinin kök kuru madde verimi.

Genotip	Kök Kuru Madde Verimi			Ortalama
	P ₁₅	P ₄₅	P ₉₀	
		(mg bitki ⁻¹)		
YERLİ KIRMIZI	93 n	417 f-ı	461 d-h	324 BC
KAFKAS	158 mn	516 c-g	537 b-e	404 A
ALTIN TOPRAK	99 n	395 hij	637 ab	377 AB
ÇİFTÇİ	198 lmn	431 e-ı	562 bcd	397 A
ÇAĞIL	155 n	389 h-k	717 a	420 A
SEYRAN-96	120 n	403 g-j	602 abc	375 ABC
ÖZBEK	176 lmn	336 ijk	453 d-ı	322 BC
FIRAT.87	141 n	289 jkl	533 b-f	321 BC
ŞAKAR	123 n	273 klm	529 b-f	308 C
Ortalama	140 C	383 B	559 A	
LSD _{0,05} (G, U, GxU)		(68, 39, 118)		

Farklı harfler, ortalamalar arasındaki önemli düzeydeki (p<0.05) farklılıkları göstermektedir.

Nohut genotiplerinde de artan fosfor uygulaması genotiplerin ortalama kök kuru madde üretimlerini önemli ölçüde arttırmıştır. Fosforun 15 mg kg⁻¹ toprak dozunda 705 mg bitki⁻¹ olan ortalama kök kuru madde üretimi 45 ve 90 mg kg⁻¹ toprak dozlarında sırası ile 1132 ve 1170 mg bitki⁻¹ değerlerine ulaşmıştır. Fosforun

45 ve 90 mg kg⁻¹ toprak dozlarında genotiplerin ortalama kök kuru madde üretimleri istatistiksel açıdan benzer olmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları (P₁₅=15 mg P kg⁻¹, P₄₅=45 mg P kg⁻¹, P₉₀=90 mg P kg⁻¹) altında yetiştirilen nohut genotiplerinin kök kuru madde verimi.

Genotip	Kök Kuru Madde Verimi			Ortalama
	P ₁₅	P ₄₅	P ₉₀	
	(mg bitki ⁻¹)			
ÇAĞATAY	670	926	1202	933 BCD
GÜLÜMSER	752	1264	1151	1056 ABC
DAMLA	704	1313	1284	1100 AB
GÖKÇE	681	857	1002	847 D
İZMİR	762	1214	1162	1046 ABC
YAŞA.05	659	1044	1192	965 BCD
ER.98	630	1012	1124	922 CD
DİYAR.95	855	1345	1380	1193 A
ILC.482	636	1214	1031	960 BCD
Ortalama	705 B	1132 A	1170 A	
LSD _{0.05} (G, U, GxU)	(772, 98, öd)			

Farklı harfler, ortalamalar arasındaki önemli düzeydeki (p<0.05) farklılıkları göstermektedir.

Fosfor konsantrasyonlarının ortalaması açısından bakıldığında, en yüksek kök kuru madde üretimine 1193 mg bitki⁻¹ değeri ile Diyar 95 genotipi; en düşük kök kuru madde üretimine ise 847 mg bitki⁻¹ ile Gökçe genotipi sahip olmuştur (Çizelge 4.4).

Mercimek genotiplerinin kök / yeşil aksam kuru madde oranları 15 ve 45 mg kg⁻¹ toprak fosfor uygulamalarına göre 90 mg kg⁻¹ toprak uygulaması ile belirgin ölçüde azalmıştır (Çizelge 4.5). Benzer durum nohut genotiplerinde de ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.6). Mercimek genotipleri içinde Özbek genotipinin 15 ve 45 mg P dozlarında kök / yeşil aksam oranlarının diğer genotiplerden daha yüksek olması dikkat çekici olmuştur. Nohut genotipleri içinde Diyar 95

genotipinin kök / yeşil aksam kuru madde oranının tüm dozlarda en yüksek, Gökçe genotipinin ise en düşük değerlere sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{45}=45 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{90}=90 \text{ mg P kg}^{-1}$) altında yetiştirilen mercimek genotiplerinin Kök /Yeşil Aksam kuru madde oranı.

Genotip	Kök / Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi		
	P_{15}	P_{45}	P_{90}
YERLİ KIRMIZI	1,02	0,93	0,77
KAFKAS	1,12	1,31	0,88
ALTIN TOPRAK	0,66	0,96	0,95
ÇİFTÇİ	0,96	1,04	0,75
ÇAĞIL	0,87	0,91	0,91
SEYRAN-96	0,88	0,91	0,75
ÖZBEK	1,54	1,37	0,88
FIRAT.87	0,93	1,04	0,83
ŞAKAR	0,82	0,88	0,71
Ortalama	0,98	1,04	0,83

Çizelge 4.6. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{45}=45 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{90}=90 \text{ mg P kg}^{-1}$) altında yetiştirilen nohut genotiplerinin Kök /Yeşil Aksam kuru madde oranı.

Genotip	Kök / Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi		
	P_{15}	P_{45}	P_{90}
ÇAĞATAY	0,52	0,39	0,46
GÜLÜMSER	0,58	0,66	0,49
DAMLA	0,73	0,68	0,57
GÖKÇE	0,48	0,39	0,35
İZMİR	0,58	0,65	0,46
YAŞA.05	0,49	0,52	0,45
ER.98	0,49	0,52	0,42
DİYAR.95	0,73	0,80	0,57
ILC.482	0,62	0,63	0,39
Ortalama	0,579	0,581	0,46

4.1.2. Yeşil Aksam Fosfor Konsantrasyonu ve Fosfor İçeriği:

Mercimek genotiplerinin yeşil aksam fosfor konsantrasyonları artan fosfor uygulaması ile önemli ölçüde yükselmiştir. Fosforun en düşük dozunda ortalama $1,05 \text{ mg g}^{-1}$ KA olan fosfor konsantrasyonu 45 mg kg^{-1} toprak fosfor uygulamasında $1,50 \text{ mg g}^{-1}$ KA; 90 mg kg^{-1} toprak uygulamasında ise $2,47 \text{ mg g}^{-1}$ KA düzeyine yükselmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{45}=45 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{90}=90 \text{ mg P kg}^{-1}$) altında yetiştirilen mercimek genotiplerinin yeşil aksam P konsantrasyonu

Genotip	Yeşil aksam P konsantrasyonu			Ortalama
	P_{15}	P_{45}	P_{90}	
	(mg g^{-1} KA)			
YERLİ KIRMIZI	1,12	1,70	2,61	1,81 AB
KAFKAS	0,97	1,63	2,55	1,71 ABC
ALTIN TOPRAK	1,05	1,47	2,18	1,57 C
ÇİFTÇİ	1,08	1,40	2,67	1,72 ABC
ÇAĞIL	0,99	1,39	2,27	1,55 C
SEYRAN-96	1,06	1,46	2,28	1,60 BC
ÖZBEK	1,09	1,62	2,98	1,90 A
FIRAT.87	1,08	1,46	2,29	1,61 BC
ŞAKAR	1,06	1,36	2,36	1,59 BC
Ortalama	1,05 C	1,50 B	2,47 A	
LSD _{0.05} (G, U, GxU)	(0,23, 0,13, öd)			

Farklı harfler, ortalamalar arasındaki önemli düzeydeki ($p<0.05$) farklılıkları göstermektedir.

Uygulamaların ortalaması açısından bakıldığında genotiplerin birbirlerinden oldukça farklı düzeyde fosfor konsantrasyonlarına sahip oldukları görülmektedir. Buna göre; en yüksek fosfor konsantrasyonuna Özbek genotipi sahip olurken, en düşük fosfor konsantrasyonuna Çağıl ve Altın Toprak genotipleri sahip olmuştur. Yeşil aksam fosfor içerikleri açısından değerlendirildiğinde; artan düzeyde fosfor uygulamalarının genotiplerin yeşil aksam fosfor içeriklerini önemli ölçüde artmasına yol açtığı görülmüştür (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15$ mg P kg^{-1} , $P_{45}=45$ mg P kg^{-1} , $P_{90}=90$ mg P kg^{-1}) altında yetiştirilen mercimek genotiplerinin yeşil aksam P içeriği

Genotip	Yeşil aksam P içeriği			Ortalama
	P_{15}	P_{45}	P_{90}	
	(mg bitki ⁻¹)			
YERLİ KIRMIZI	0,10	0,76	1,57	0,81
KAFKAS	0,14	0,64	1,65	0,81
ALTIN TOPRAK	0,16	0,60	1,46	0,74
ÇİFTÇİ	0,22	0,58	2,06	0,95
ÇAĞIL	0,18	0,60	1,79	0,85
SEYRAN-96	0,14	0,65	1,87	0,89
ÖZBEK	0,13	0,40	1,56	0,70
FIRAT.87	0,16	0,42	1,49	0,69
ŞAKAR	0,16	0,42	1,82	0,80
Ortalama	0,15 C	0,56 B	1,70 A	
LSD _{0.05} (G, U, GxU)		(öd, 0,21, öd)		

Farklı harfler, ortalamalar arasındaki önemli düzeydeki ($p<0.05$) farklılıkları göstermektedir.

Fosforun 15 mg kg^{-1} toprak uygulamasında 0,15 mg bitki⁻¹ olan genotiplerin ortalama fosfor içeriği 45 mg ve 90 mg kg^{-1} toprak uygulamaları ile sırası ile 0,56 ve 1,70 mg bitki⁻¹ düzeylerine yükselmiştir (Çizelge 4.8). Uygulamaların ortalaması açısından genotiplerin yeşil aksam fosfor içeriklerinin istatistiksel anlamda birbirlerinden önemli olmadığı anlaşılmıştır (Çizelge 4.8).

Artan fosfor uygulamasına bağlı olarak nohut genotiplerinin yeşil aksam fosfor konsantrasyonları da artmıştır. Fosforun en düşük dozunda 1,19 mg g^{-1} KA olan ortalama P konsantrasyonu artan P uygulamaları ile sırasıyla 1.81 ve 2.08 mg g^{-1} KA değerlerine yükselmiştir. Uygulamaların ortalaması olarak en yüksek fosfor konsantrasyonuna İzmir genotipi, en düşük fosfor konsantrasyonuna ise Gökçe genotipi sahip olmuştur. En yüksek fosfor uygulaması altında Gökçe ve Yaşa.05 genotipleri diğer genotiplerden daha düşük düzeyde fosfor konsantrasyonlarına sahip olmuşlardır. Fosforun 45 mg kg^{-1} toprak uygulamasında da benzer durum görülmüştür (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{45}=45 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{90}=90 \text{ mg P kg}^{-1}$) altında yetiştirilen nohut genotiplerinin yeşil aksam P konsantrasyonu

Genotip	Yeşil aksam P konsantrasyonu			Ortalama
	P_{15}	P_{45}	P_{90}	
		($\text{mg g}^{-1} \text{ KA}$)		
ÇAĞATAY	1,17 ı	2,03 cde	2,04 b-e	1,75 BCD
GÜLÜMSER	1,19 hı	1,55 fg	2,10 a-d	1,61 DE
DAMLA	1,18 hı	1,89 de	2,09 a-d	1,72 CD
GÖKÇE	1,10 ı	1,32 ghı	1,79 ef	1,40 F
İZMİR	1,26 hı	2,09 a-d	2,33 a	1,89 A
YAŞA.05	1,20 hı	1,43 gh	1,81 e	1,48 EF
ER.98	1,20 hı	1,96 cde	2,29 ab	1,82 ABC
DİYAR.95	1,11 ı	1,89 de	2,12 a-d	1,71 CD
ILC.482	1,31 ghı	2,11 a-d	2,20 abc	1,87 AB
Ortalama	1,19 C	1,81 B	2,08 A	
LSD _{0,05} (G, U, GxU)	(0,15, 0,08, 0,25)			

Farklı harfler, ortalamalar arasındaki önemli düzeydeki ($p<0.05$) farklılıkları göstermektedir.

Fosfor konsantrasyonlarında olduğu gibi, nohut genotiplerinin de fosfor içeriklerinin artan fosfor uygulamasına bağlı olarak önemli ölçüde yükseldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Fosforun en düşük dozunda $1,47 \text{ mg bitki}^{-1}$ olan genotiplerin ortalama fosfor içerikleri 45 ve 90 mg kg^{-1} toprak uygulamalarında sırası ile $3,59$ ve $5,33 \text{ mg bitki}^{-1}$ değerlerine yükselmiştir. Fosfor uygulamalarının ortalaması olarak değerlendirildiğinde, en yüksek fosfor içeriklerine ER.98, İzmir ve Çağatay genotipleri sahip olurken, en düşük fosfor içeriklerine Gülümser, Damla ve Yaşa.05 genotipleri sahip olmuşlardır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15$ mg P kg^{-1} , $P_{45}=45$ mg P kg^{-1} , $P_{90}=90$ mg P kg^{-1}) altında yetiştirilen nohut genotiplerinin yeşil aksam P içeriği

Genotip	Yeşil aksam P içeriği			Ortalama
	P_{15}	P_{45}	P_{90}	
	(mg bitki ⁻¹)			
ÇAĞATAY	1,51	4,84	5,36	3,90 A
GÜLÜMSER	1,54	2,99	4,97	3,17 C
DAMLA	1,14	3,67	4,72	3,18 C
GÖKÇE	1,57	2,91	5,11	3,20 BC
İZMİR	1,65	3,92	5,85	3,81 A
YAŞA.05	1,59	2,88	4,88	3,12 C
ER.98	1,55	3,78	6,12	3,82 A
DIYAR.95	1,30	3,19	5,19	3,23 BC
ILC.482	1,34	4,10	5,76	3,74 AB
Ortalama	1,47 C	3,59 B	5,33 A	
LSD _{0,05} (G, U, GxU)	(0,54, 0,31, öd)			

Farklı harfler, ortalamalar arasındaki önemli düzeydeki ($p<0.05$) farklılıkları göstermektedir.

Korelasyon analizleri sonucunda, hem mercimek hem de nohut genotiplerinin 15 mg kg^{-1} toprak uygulamasında yapraklarında ortaya çıkan fosfor etkinliği semptomlarının yoğunluğu ile diğer tüm parametreler arasındaki ilişkilerin önemsiz olduğu görülmüştür. Mercimek genotiplerinin 15 ve 45 mg kg^{-1} toprak uygulamaları için nohut genotiplerinde ise sadece 15 mg kg^{-1} toprak uygulaması için yeşil aksam kuru ağırlık (YAKA) parametresi ile fosfor içeriği parametresi arasındaki ilişkinin önemli ve pozitif yönde olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, mercimek için 15 ve 45 mg kg^{-1} toprak uygulamalarında, nohut genotiplerinde ise 15 mg kg^{-1} toprak uygulaması için etkinlik ile fosfor içeriği parametreleri arasındaki ilişkilerin önemli ve pozitif yönde olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12).

Çizelge 4.11. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15$ mg P kg^{-1} , $P_{45}=45$ mg P kg^{-1} , $P_{90}=90$ mg P kg^{-1}) altında yetiştirilen mercimek genotiplerinin değişik parametreleri arasındaki korelasyon

Parametre	Fosfor uyg.	YAKA	KKA	KKA/YAKA	Etkinlik	Fosfor Kons.	Fosfor İçeriği
Simp.Der.	P ₁₅	0,0429öd	0,3437öd	0,1824öd	0,4016öd	-0,0402öd	0,0732öd
YAKA	P ₁₅		-0,1407öd	0,1119öd	0,7773*	-0,3798öd	0,9857***
	P ₄₅		0,6853*	-0,2310öd	0,7399*	0,0115öd	0,9272***
KKA	P ₁₅			0,5181öd	0,1910öd	-0,5269öd	-0,2068öd
	P ₄₅			-0,0502öd	0,7801*	0,4276öd	0,7678*
KKA/YAKA	P ₁₅				0,0718öd	-0,4683öd	0,0405öd
	P ₄₅				-0,1862öd	0,0167öd	-0,2513öd
Etkinlik	P ₁₅					-0,3162öd	0,8040**
	P ₄₅					0,6459öd	0,9217***
Fosfor Kons.	P ₁₅						-0,2435öd
	P ₄₅						0,3772öd

*:p<0.05; **:p<0.01; ***:p<0.001, öd: önemli değil

Çizelge 4.12. Sera koşullarında farklı fosfor uygulamaları ($P_{15}=15$ mg P kg^{-1} , $P_{45}=45$ mg P kg^{-1} , $P_{90}=90$ mg P kg^{-1}) altında yetiştirilen nohut genotiplerinin değişik parametreleri arasındaki korelasyon

Parametre	Fosfor uyg.	YAKA	KKA	KKA/YAKA	Etkinlik	Fosfor Kons.	Fosfor İçeriği
Simp.Der.	P ₁₅	-0,0572öd	0,2928öd	0,6181öd	-0,0413öd	-0,0426öd	-0,0758öd
YAKA	P ₁₅		-0,0341öd	-0,2501öd	0,8130**	-0,3595öd	0,9042***
	P ₄₅		-0,8192**	0,0634öd	0,7086*	-0,1968öd	0,3948öd
KKA	P ₁₅			-0,1407öd	0,3685öd	-0,3833öd	-0,1844öd
	P ₄₅			-0,1546öd	-0,2206öd	0,3572öd	-0,1205öd
KKA/YAKA	P ₁₅				-0,5853öd	-0,0926öd	-0,3299öd
	P ₄₅				-0,0839öd	-0,1234öd	-0,1088öd
Etkinlik	P ₁₅					-0,3596öd	0,7237*
	P ₄₅					0,0153öd	0,4501öd
Fosfor Kons.	P ₁₅						0,0699öd
	P ₄₅						0,8214**

*:p<0.05; **:p<0.01; ***:p<0.001, öd: önemli değil

4.2. Tartışma

Büyük bir bölümü kurak ve yarı kurak alanlarda bulunan ülkemiz tarım topraklarındaki bitkilere yararlı fosfor düzeyinin önemli ölçüde düşük olduğu bilinmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada Türkiye topraklarının %29,5'inde

yarayışlı fosfor düzeyinin ‘‘çok az’’ düzeyde; %28,5’inde ‘‘az’’ düzeyde, %17,0’inde ‘‘orta’’ düzeyde; %15,7’inde ‘‘yüksek’’ düzeyde ve %9,3’ünde ‘‘çok yüksek’’ düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Eyüpoğlu, 1999). Buna göre ülkemiz topraklarının %58’inde fosfor düzeyi düşük sonucuna ulaşılmaktadır. Söz konusu kurak ve yarı kurak iklim koşullarında fosforun önemli ölçüde Ca-fosfatlarca tutulduğu ve özellikle de yüksek pH, karbonat ve düşük organik madde düzeylerinin fosforun çökmesine neden olduğu bildirilmiştir (Broschi ve ark, 2003). Fosfor konusunda yapılan çalışmalar gübre olarak toprağa uygulanan fosforun sadece %10-20’sinin bitkiler tarafından kullanıldığını göstermiştir. Geriye kalan fosforun ise kireçli olan topraklarda çözünürlüğü düşük olan Ca-fosfatlar şeklinde, asidik topraklarda ise Fe ve Al-fosfatlar şeklinde fiksse edildiği bildirilmiştir (Manske, 2000).

Burada hareketle, topraktaki hareketliliği ve yarayışlılığı düşük olan fosfordan daha iyi yararlanabilen, fosforu iyi kullanabilen, fosfor etkinliği yüksek bitki türü ve çeşitlerinin seçimi son yıllarda önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu konuda yapılan çalışmalarda, hem türler hem de aynı türe ait genotipler arasında fosfor etkinliği açısından önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (George, 1993; Fogeria ve Biligar, 1999; Öztürk ve ark., 2005; Güneş ve ark., 2006).

Bu tez çalışmasında 9 adet mercimek ve 9 adet nohut genotipinin fosfor etkinlik düzeyleri araştırılmış ve genotiplerin fosfor etkinliklerinin farklı düzeylerde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1, 4.2). Denemeye konu olan mercimek genotiplerinin fosfor eksikliği koşullarında yapraklarında ortaya çıkan fosfor etkinliği semptomlarının birbirinden önemli ölçüde farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1). Buna göre, AltınToprak genotipinin 15 mg kg⁻¹ toprak fosfor uygulamasında semptom derecesinin 1.0 olduğu ve fosfor eksikliğinden çok fazla etkilendiği; Özbek genotipinin semptom derecesinin ise 4.5 olduğu ve fosfor eksikliğinden en az etkilendiği görülmüştür (Çizelge 4.1). Bununla birlikte, her iki

genotipin de 15 mg P dozu kullanılarak hesaplanan etkinlik değerlerinin benzer olduğu tespit edilmiştir. Yapılan korelasyon analizinde de 15 mg P dozu için hesaplanan etkinlik değeriyle aynı dozdaki P eksikliği simpton dereceleri arasındaki ilişki önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Mercimek genotiplerinde olduğu gibi, nohut genotiplerinin de fosfor eksikliği koşullarında yapraklarındaki fosfor eksikliği simptomlarının derecelerinin birbirlerinden oldukça farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Çağatay genotipinin 15 mg kg⁻¹ toprak fosfor uygulamasında simpton derecesinin 1.5 olduğu ve fosfor eksikliğinden çok fazla etkilendiği, ILC.482, Gökçe, Gülümser ve Diyar.85 genotiplerinin hepsinin 4.0 düzeyinde simpton derecesine sahip oldukları ve fosfor eksikliğinden daha az etkilendikleri bulunmuştur (Çizelge 4.2). Buna karşın, genotiplerin P'un 15 mg'lık dozundaki simpton dereceleri ile aynı doza göre hesaplanmış etkinlikleri arasında ilişki bulunmamıştır (Çizelge 4.12). Fosfor eksikliği simpton düzeyi ile P etkinliği arasında ilişkinin olmadığı buğdayda da görülmüştür (Öztürk, 2001). Bu çalışmada, hem mercimek hem de nohut genotiplerinin 15 mg P dozundaki eksiklik simpton dereceleri ile aynı doz için hesaplanan etkinlikleri arasında ilişki bulunmamış olması (Çizelge 4.1, 4.2, 4.11, 4.12) mercimek ve nohut genotiplerinin P etkinliğine tolerans düzeylerinin belirlenmesinde simpton derecesinin iyi bir tarama parametresi olmadığına işaret etmektedir.

Mercimek ve nohut genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimleri artan fosfor uygulamasıyla birlikte önemli ölçüde artmıştır (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2). Benzer artışların kök kuru madde verimlerinde de olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4). Mercimek genotiplerinin 45 mg P uygulamasında yeşil aksam ve kök kuru madde üretimleri arasında pozitif yönde önemli ilişkiler bulunurken (Çizelge 4.11), nohut genotiplerinde negatif yönde önemli ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 4.12). Özellikle de Gökçe ve Çağatay nohut genotiplerinin yüksek yeşil aksam ve düşük kök kuru madde verimleri dikkat çekici olmuştur (Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.4). Söz konusu genotiplerin düşük kök kuru madde üretimlerine (Çizelge

4.4) rağmen, yeşil aksamalarında yüksek P konsantrasyonlarına (Çizelge 4.9) sahip olmaları kök tüyleriyle ilgili bir durum olabilir. Nitekim, kök tüylerinin topraktaki P gibi, hareketliliği düşük olan besin elementlerinin alımında etkili olduğu bildirilmiştir (Heuer ve ark., 2016). Kök tüylerinin P eksikliğine bir cevap olarak uzaması, yaygın bir şekilde karşılaşılan bir durumdur. Özellikle de 45 mg P dozu için Çağatay nohut genotipinin düşük kök ağırlığı, yüksek yeşil aksam kuru madde verimi, yüksek yeşil aksam P konsantrasyonu ve içeriği değerleri birlikte değerlendirilince, ilgili genotipin kök tüylerinin diğer genotiplere göre daha uzun olma ihtimalini gündeme getirmektedir. Söz konusu genotipin 45 mg P dozu için hesaplanan etkinlik değerinin tüm genotipler içinde en yüksek düzeyde olması da (Çizelge 4.2) bu ihtimali güçlendirmektedir. Bununla ilgili olarak, Arabidopsis'te P eksikliğinin birincil kök büyümesini azalttığı ve kök tüyü uzaması ve yoğunluğu ile birlikte ikincil köklerin büyümesini arttırdığı bildirilmiştir (Svistoonoff ve ark., 2007; Desnos, 2008). Fosfor dozlarının ortalaması açısından bakıldığında genotiplerin hem yeşil aksam (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2) hem de kök (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4) kuru madde verimlerinin birbirlerinden önemli ölçüde farklı olduğu bulunmuştur. Buna göre, Çiftçi, Çağıl ve Seyran 96 mercimek genotiplerinin ortalama yeşil aksam kuru madde verimleri en yüksek bulunurken; Özbek genotipinin yeşil aksam kuru madde üretimi en düşük bulunmuştur (Çizelge 4.1). Şekil 4.1'den de anlaşılacağı üzere, Özbek genotipinin kontrol koşullarındaki biyoması diğer genotiplerden daha küçüktür. Bu durum, ilgili genotipin genotipsel özelliğinden kaynaklanmaktadır. Nohut genotipleri içinde ise Gökçe genotipi en yüksek ortalama yeşil aksam kuru madde verimine; Diyar 95 ve Damla genotipleri ise en düşük kuru madde üretimlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.2). Fosfor dozundaki artışla birlikte hem mercimek hem de nohut genotiplerinin yeşil aksam ve kök kuru madde üretimlerinin arttığı bulunmuştur (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4). Artan fosfor uygulamalarına bağlı olarak yeşil aksam ve kök kuru madde üretimindeki artış buğdayda (Güneş ve ark., 2006), domateste (Yazıcı, 2007) ve mercimekte de (Togay ve ark., 2008) görülmüştür. Su kültürü koşullarında

buğdayda yürütülen denemede ise fosfor eksikliği koşullarında genotiplerin kök kuru madde üretiminin kontrol koşullarına göre biraz daha yüksek olduğu bulunurken, yeşil aksam kuru madde üretiminin kontrol koşullarında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Öztürk, 2001)

Bitkilerin fosfor etkinliği ile ilgili çalışmalarda kök uzunluğu ve kök/yeşil aksam oranlarındaki artışın P eksikliğine adaptasyonda önemli olduğu bildirilmiştir (Anghinoni ve Barber, 1980). Bu çalışmada, kök/yeşil aksam kuru madde oranlarının mercimek için 15 ve 45 mg P dozlarında benzer olduğu ve fosforun 90 mg dozunda az da olsa azaldığı bulunmuştur (Çizelge 4.5). Nohut genotiplerinin ortalama kök/yeşil aksam oranlarının artan fosfor uygulamayla belirgin ölçüde azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Nohut genotiplerinde 90 mg P uygulaması altında kök/yeşil aksam kuru madde oranında ortaya çıkan azalışın daha çok aynı dozda yeşil aksam kuru madde üretimindeki artışa bağlı olduğu anlaşılmıştır.

Hem mercimek hem de nohut genotiplerinin 15 ve 45 mg P uygulamaları altındaki yeşil aksam kuru madde üretimleriyle aynı dozların kontrol dozuna oranlanması ile elde edilen etkinlik değerleri arasında pozitif yönde çok güçlü olmasa da önemli ilişkiler tespit edilmiştir (Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12). Çeşitlerin fosfor etkinliğini belirleme çalışmalarında düşük P uygulamaları altındaki yeşil aksam kuru madde verimlerinin buğday için kullanılabilecek bir parametre olduğu bildirilmiştir (Fageria ve Baligar, 1999; Osborne ve Rengel, 2002; Öztürk ve ark., 2005). Bununla birlikte, çeşitlerin kontrol koşullarındaki yeşil aksam kuru madde verimlerinin birbirlerine yakın olması durumunda yapılacak değerlendirmelerin daha sağlıklı olacağını söyleyebiliriz. Bir başka deyişle, kontrol koşullarındaki kuru madde verimleri birbirlerinden oldukça farklı olabilecek çeşitleri birlikte değerlendirmek etkinlikle ilgili yorumlarda hatalara neden olabilir. Mercimek genotiplerinin 45 mg P uygulaması altında oluşturdukları kök kuru madde değerleriyle aynı doz için hesaplanan yeşil aksam etkinlik değerleri arasında düşük derecede de olsa önemli ve pozitif yönde ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 4.11). Bu durum, bitkilerin fosfordan daha iyi yararlanmak

için geliştirdikleri bir adaptasyon mekanizması olarak değerlendirilebilir (Föhse ve ark., 1988).

Genotiplerin ortalaması açısından bakıldığında, artan fosfor uygulamaları hem mercimek hem de nohut genotiplerinin yeşil aksam P konsantrasyonlarının önemli ölçüde artmasına yol açmıştır (Çizelge 4.7 ve 4.9). Uygulamaların ortalaması açısından değerlendirildiğinde, hem mercimek hem de nohut genotiplerinin birbirlerinden önemli ölçüde farklı fosfor konsantrasyonlarına sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 4.7 ve 4.9). Fosfor uygulamalarının mercimek genotiplerinin fosfor konsantrasyonları üzerindeki etkisi önemsiz bulunurken (Çizelge 4.7); nohut genotiplerinin fosfor konsantrasyonları üzerindeki etkisi önemli olmuştur (Çizelge 4.9). Gökçe nohut genotipinin tüm dozlarda diğer genotiplere göre yeşil aksamında en düşük P konsantrasyonuna sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.9). Mercimek genotiplerinin yeşil aksam fosfor konsantrasyonları ile etkinlik parametresi de dahil tüm parametreler arasındaki ilişkilerin önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Nohut genotiplerinde 45 mg P dozu için yeşil aksam P konsantrasyonu ile P içeriği arasında önemli ilişki tespit edilirken, P konsantrasyonu ile diğer tüm parametreler arasında ilişki bulunmamıştır (Çizelge 4.12).

Nohut genotiplerinde 45 mg P dozu için konsantrasyon ile içerik arasındaki ilişkinin önemli olması genotiplerin söz konusu doz için P konsantrasyonlarının da birbirlerinden önemli ölçüde farklı olması ile ilgili bir durumdur. Nitekim, ILC-482 genotipi 45 mg P dozunda dokusunda 2.11 mg g⁻¹ KA düzeyinde diğer genotiplere göre en yüksek düzeye P bulundururken, Gökçe çeşidi 1.32 mg g⁻¹ KA düzeyi ile en düşük P'a sahip olmuştur. Yeşil aksam fosfor konsantrasyonu ile P etkinliği arasında ilişki olmadığı mısır (Da Silva ve Gabelma, 1993) ve buğdayda (Jones ve ark., 1992; Öztürk ve ark., 2005) gösterilmiştir. Bu çalışmada, özellikle de mercimek genotiplerinin 15 mg P kg⁻¹ toprak uygulaması altında yeşil aksamlarında benzer P konsantrasyonlarına (Çizelge 4.7) sahip olmalarına karşın, aynı doz için genotiplerin etkinlik değerlerinin birbirlerinden farklı olması durumu,

genotiplerin dokularındaki fosfordan farklı oranlarda yararlandıkları Şeklinde değerlendirilebilir. Benzer durumun nohut genotipleri için de geçerli olduğu söylenebilir.





5. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Ü Sera denemesi sonucunda mercimek ve nohut genotiplerinin fosfor eksikliği koşullarında yapraklarında ortaya çıkan fosfor eksiklik belirtilerinin derecesinin genotipler arasında belirgin ölçüde farklı olduğu görülmüştür.
- Ü Hem mercimek hem de nohut genotiplerinin fosfor eksiklik belirtilerinin dereceleri ile fosfor etkinlikleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişkinin olmadığı anlaşılmıştır.
- Ü Nohut genotiplerinin etkinlik değerlerinin mercimek genotiplerinden daha yüksek olduğu bulunmuştur.
- Ü Mercimek genotipleri içinde en yüksek ortalama P etkinliğine Yerli Kırmızı genotipi (% 45.3), en düşük ortalama P etkinliğine ise Şakar genotipi (% 30.9) sahip olmuştur.
- Ü Nohut genotipleri içinde en yüksek ortalama P etkinliğine Çağatay genotipi (% 70.0), en düşük ortalama P etkinliğine ise ILC.482 genotipi (% 56.7) sahip olmuştur.
- Ü Mercimek ve nohut genotiplerinin 15 ve 45 mg kg⁻¹ toprak uygulamalarındaki yeşil aksam kuru madde verimleri ile aynı dozlar için hesaplanmış etkinlik değerleri arasında önemli ilişkiler bulunmuştur.
- Ü Fosforun 45 mg kg⁻¹ toprak uygulamasında mercimek genotiplerinin kök kuru madde üretimleri ile P etkinliği arasında önemli ilişki (P<0.05) tespit edilmiştir.
- Ü Hem mercimek hem de nohut genotipleri için kök / yeşil aksam kuru madde verimleri ile etkinlik değerleri arasında önemli ilişkiler bulunmamıştır. Bu çalışma açısından değerlendirildiğinde, kök / yeşil aksam kuru madde oranı P etkinliğinde seçici bir kriter olmamıştır.
- Ü Mercimek ve nohut genotiplerinin yeşil aksam fosfor konsantrasyonu değerleri ile etkinlik değerleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir

ilişki bulunmamıştır. Bu nedenle yeşil aksam P konsantrasyonu da P etkinliğinde seçici bir kriter olmamıştır.

- Ü Mercimek genotiplerinin 15 ve 45 mg kg⁻¹ toprak uygulamaları için yeşil aksam fosfor içerikleri ile etkinlik değerleri arasında önemli ve pozitif yönde ilişkiler (sırasıyla P <0.01 ve P <0.001) tespit edilmiştir. Nohut genotiplerinde ise sadece 15 mg kg⁻¹ toprak uygulaması için yeşil aksam fosfor içerikleri ile etkinlik değerleri arasında önemli ve pozitif yönde ilişki (P<0.05) tespit edilmiştir.

Bu tez çalışmasında, mercimek ve nohut genotiplerinin P etkinlikleri vejetatif gelişme döneminde test edilmiştir. Mercimek ve nohut genotipleri için vejetatif dönemdeki P etkinliği belirlemelerinde, yetersiz ve /veya düşük P koşullarında yeşil aksam kuru madde üretimleri yüksek olan genotiplerin daha etkin olması, söz konusu “yeşil aksam kuru madde verimi” parametresinin P etkinliğinde değerlendirilebileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, ileride yapılacak çalışmalarda yeşil aksam kuru madde verimi ile tane verimi ilişkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Yüksek P etkinliğine sahip genotiplerin arazi koşullarında verim açısından da test edildikten sonra tavsiye edilmesi yararlı olacaktır. Bu çalışmada, vejetatif dönemdeki ortalama P etkinliği açısından Yerli Kırmızı mercimek genotipi ön plana çıkmıştır. Yerli Kırmızı'dan sonra ise Kafkas genotipinin ortalama P etkinliğinin yüksek olduğu görülmüştür. Çiftçi mercimek genotipinin en düşük fosfor dozundaki yeşil aksam ve kök kuru maddesinin diğer genotiplerden daha yüksek olması durumu ileride ayrıca değerlendirilebilir. Nohut genotipleri içinde ise ilk sırada Çağatay genotipinin ve ikinci sırada ise Gülümser genotipinin ortalama P etkinliği açısından ön planda olduğu anlaşılmıştır. Yeşil aksam fosfor içeriği ile etkinlik arasındaki korelasyonların önemli olmasından dolayı Mercimek için vejetatif dönemde yapılacak P etkinliği çalışmalarında yeşil aksamın P içeriği parametresi seçici bir kriter olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, simptom derecesi ve fosfor konsantrasyonu parametreleriyle etkinlik değerleri

arasında ilişki bulunmaması durumu, yaprak uzaması, yaprak alanı, P-retranslokasyon kapasitesi, P-absorpsiyonu ve köklerde asit fosfataze (APA) aktivitesi gibi fosfor etkinliği mekanizmaları açısından da konunun araştırılması gerekliliğine işaret etmektedir.





KAYNAKLAR

- Abel, S., Ticconi, A. C. And Delatorre, A., C. 2002. Phosphate Sensing In Higher Plants. *Physiologia Plantarum* 115:1-8.
- Alparslan, M., Güneş, A., İnal, A., 1998. Deneme Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1501, Ders Kitabı: 455 S:437.
- Altınbaş, M. 2002. Kışlık Nohutta Tane Verimi, Biyolojik Verim Ve Tane İriliği İçin Genotipik Değişkenlik Ve Adaptasyon, Ege Üni. Ziraat Fak. Dergisi. 39(1): 25-32.
- Anghinoni, I. Ve Barber, S., A., 1980. Phosphorus İnflux And Growth Characteristics Of Corn Roots As İnfluenced By Phosphorus Supply. *Agron. J.* 72, 685-688.
- Azad, A.S., And A.A. Gill. 1989. Effect Of The Application Of Phosphorus Fertilizer On Grain Yield Of Lentil. *Lens Newsletter.* 16(1): 28-30.
- Baliger, V.C., Fageria, N.K., And He Z.L., 2001. Nutrient Use Efficiency İn Plants. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 32, 921-950
- Barton, C., J. 1948. Photometric Analysis On Phosphate Rock. *Ind. Anal. Eng. Chem.* 20:1068-1073.
- Bayaner, A., Uzunlu, V. 1999. Türk Baklagil Pazarlama Politikalarının Dünya Ticaretine Etkileri. Ankara.
- Bayrak, H., Önder, M., Gezgin, S., 2005. Bor Uygulamasınının Nohut (Cicer Arietinum L.) Çeşitlerinde Verim Ve Bazı Verim Unsurlarına Etkileri. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 19 (35): 66-74.
- Bertrand, I., Hinsinger, P., Jaillard, B., Arvieu, J. C. 1999. Dynamics Of Phosphorus İn The Rhizosphere Of Maize And Rape Grown On Synthetic, Phosphated Calcite And Goethite. *Plant And Soil* 211 (1): 111-119 1999.
- Biçer, B. T., Şakar, D., 2007. Bazı Kırmızı Mercimek Hat Ve Çeşitlerinde Verim Ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi, *Omü Zir. Fak. Dergisi*, 22 (3) 292-296.

- Blair, G., 1993. Nutrient Efficiency-What Do We Really Mean ? P. J. Randall Et All. (Eds) Genetic Aspects Of Plant Mineral Nutrition, 205-213.
- Braschi, H., Ciavatta, C., Giovannini, C. And Gessa, C., 2003. Combined Effect Of Water And Organic Matter On Phosphorus Availability İn Calcareous Soils. Nutrient Cyling İn Agroecosystems 67:67-74.
- Brohi, A. R., Özcan, S., Savaşlı, E., Aktaş, A., 2000. Çeşitli Fosfor Gübrelерinin Ekmeklik Buğday Bitkisinin Verim Ve Bazı Bitki Besin Maddesi Alımına Etkisi.
- Buso, G.S.C. Ve Bliss, F.A. 1988. Variability Among Lettuce Cultivars Grown At Two Levels Of Available Phosphorus. Plant And Soil 111: 67-73.
- Castro, B., And J. Torrent. 1995. Phosphate Availability İn Calcareous Vertisols And Inceptisols İn Relation To Fertilizer Type And Soil Properties. Fert. Res. 40:109–119.
- Çokkızgın, A., Çölkesen, M., Kayhan, K., Aygan, M., 2005. Kahramanmaraş Koşullarında Değişik Kışlık Mercimek (Lens Culinaris Medic.) Çeşitlerinde Verim Ve Verim Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Akdeniz Üni. Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (2), 285-290.
- Da Silva, E., A. ve Gabelman, H. W. 1993. Screening maize inbred lines for tolerance to low-P stress conditions. . In Genetic aspects of plant mineral nutrition, 233-239. Eds. P. J. Randall et al. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Dalal, R.C. 1977. Soil Organic Phosphorus. Adv. Agron. 29, 83–117.
- Derici, M., R., 1996. Topraklarda Fosfor Dengesi. Tr. J. Of Agriculture And Forestry. 20: 29-33.
- Desnos, T. 2008. Root branching responses to phosphate and nitrate. Curr. Opin. Plant Biol. 11, 82–87.
- Dhananjay, D. And Bandyopadhyay, P. 2009. Performance Of Chickpea (Cicer Arietinum L.) To Application Of Phosphorus And Bio-Fertilizer İn Laterite Soil. Archives Of Agronomy And Soil Sci., 55 (2):147-155.

- Dodor, D. E. And Tabatabai, M. A., 2003. Effect Of Cropping Systems On Phosphatases İn Soils. J. Plant Nutr. Soil Sci. 166:7-13.
- Ergle, D.R. And Guinn, G., 1959. Phosphorus Compounds Of Cotton Embryos And Their Changes During Germination. Plant Pysiol 34:476-482.
- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Toprak Ve Gübre Arşt. Enst. Genel Yayınları No:220, Ankara. 221 Sayfa.
- Fageria, N.K. And Baligar, V.C. 1997. Phosphorus-Efficiency İn Corn Genotypes. J. Plant Nutr. 20: 1267-1277.
- Fageria, N. K. And Balıgar, V. C., 1999. Phosphorus-Efficiency İn Wheat Genotypes. J. Plant Nutr. 22 (2) : 331-340.
- Fao, 2004. [Http://Faostat.Fao.Org/Faostat/Servlet](http://Faostat.Fao.Org/Faostat/Servlet)
- Föhse, D. Ve Junk, A., 1983. Influence Of Phosphate And Nitrate Supply On Root Hair Formation Of Rape, Spinach And Tomato Plants. Plant Soil, 74: 359-368.
- Frossard, E., Condron, L. M., Oberson, A., Sınaj, S. And Fardean, J. C., 2000. Procesess Governing Phosphorus Availability İn Temperate Soils. Journal Of Environmental Quality 29: 15-23.
- Gahoonia, T.S. Ve Nielsen, N.E. 1997. Variation İn Root Hairs Of Barley Cultivars Doubled Soil Phosphorus Uptake. Euphytica 98: 177-182.
- Gahoonia, T., S., Nielsen, N., E., Lyshede, O., B., 1999. Phosphorus (P) Acquisition Of Cereal Cultivars İn The Field At Three Levels Of P Fertilization. Plant Soil, 211: (2) 269-281
- Gahoonia, T., S., Asmar, F., Giese, H., Gissel-Nielsen, G., Nielsen, N., E., 2000. Root-Released Organic Acids And Phosphorus Uptake Of Two Barley Cultivars İn Laboratory And Field Experiments. Eur. J. Agron. 12: (3-4) 281-289
- Gahoonia, T.S., Nielsen, N.E., Joshi, P.A., Jahoor, A. 2001. A Root Hairless Barley Mutant For Elucidating Genetic Of Root Hairs And Phosphorus Uptake. Plant And Soil. 235 211-219.

- Gençkan, S. 1958. Türkiye'nin Önemli Nohut Çeşitlerinin Başlıca Vasıfları Üzerinde Araştırmalar. Ege Üni. Ziraat Fak. Yayınları, Bornova, İzmir.
- George, E. 1993. Growth And Phosphate Efficiency Of Grain Legumes And Barley Under Dryland Conditions İn Nortwest Syria. Doktora Tezi. Üniversitat Hohenheim. Institut Für Pflanzenernahrung. Verlag Ulrich E. Grauer. Wendlingen. 257 Sayfa.
- George, T.S., Richardson, A.E., Hadobas, P.A. And Simpson, R.J. 2003. Rhizosphere Limitations To The Efficiency Of Phytase-Phtate Interactions. Proceedings Of 2nd Internal Symposium On Phosphorus. Dynamics İn The Soil-Plant Contium P: 48-49.
- Graham RD 1984: Breeding for nutritional characteristics in cereals. In: Advances in Plant Nutrition. Vol 1. Eds. PB Tinker and A. Lauchli, pp. 57-102, Preagier, New York
- Güneş, A., 2000. Fosfor Eksikliğine Dayanıklı Mısır (Zea Mays L.) Genotiplerinin Belirlenmesi. A.Ü. Z. F. Tarım Bil. Dergisi, 6 (3), 144-148.
- Güneş, A., inal, A., Alpaslan, Çakmak, İ. 2006. Genotypic variation in phosphorus efficiency between wheat cultivars grown under greenhouse and field conditions. Soil Sci. Plant Nutr. 52: 470-478.
- 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.
- Hammond, J.P., Broadley, M.R. And White, P.W. 2004. Genetic Responses To Phosphorus Deficiency. Annals Of Botany 94: 323-332.
- Helal, H. M. Ve Dressler, A. 1989. Mobilization And Turnover Of Soil Phosphorus İn The Rhizosphere. Z Pflanzenernahr. Bodenk. 152, 175-180.
- Hibberd, D.E., J. Standley, P.S. Want, D.G. Mayer, 1991. Responses To Nitrogen, Phosphorus And İrrigation By Grain Sorghum On Cracking Clay Soil İn Central Queensland. Journal Of Experimental Agriculture 31: 525-534.

- Hoffland, E., R. Van De Boogaard, J.A. Nelemans, G.R. Findenegg, 1992. Biosynthesis And Root Exudation Of Citric And Malic Acid In Phosphate-Starved Rape Plants. *New Phytol.* 122: 675-680.
- Hofner, G.N. And Carroll, P.J. 1951. Deficiency Symptoms Of Corn And Small Grains. In: *Hunger Sings In Crops*. The American Society Of Agronomy And The National Fertilizer Association. Washington, D.C. P.59-106.
- Holford, I., C., R. 1997. Soil Phosphorus – Its Measurement And Its Uptake By Plants. *Aust. J. Soil Res.* 35(2), 227-239.
- Holford, I., C., R. 1997. Soil Phosphorus – Its Measurement And Its Uptake By Plants. *Aust. J. Soil Res.* 35(2), 227-239.
- Heuer, S., Gaxiola, R., Schilling, R., Herrera-Estrella, L., López-Arredondo, D., Wissuwa, M., Delhaize, E. and Rouached, H. (2017), Improving phosphorus use efficiency: a complex trait with emerging opportunities. *Plant J.* doi:10.1111/tpj.13423
- Hunter, D. A. Ve Mcmanus, M. T. 1999. Comparison Of Acid Phosphatase In Two Genotypes Of White Clover With Different Responses To Applied Phosphate. *J. Plant Nutr.* 22, 679-692.
- İnal, A., 2001. Fosfor Alımı Ve Fosfor Etkinliği Yönünden Bazı Ekmeklik (*T.Aestivum*) Ve Makarnalık (*T. Durum*) Buğday Genotipleri Arasındaki Farklılıkların Belirlenmesi.
- Johnson, J., F., Allan, D., L., Vance, C., P., Weiblen, G., 1996. Root Carbon Dioxide Fixation By Phosphorus Deficient *Lupinus Albus*. Contribution To Organic Acid Exudation By Proteoid Roots. *Plant Physiol.*, 112: 19-30.
- Jones, GPD, Jessop, RS., Blair, GJ. 1992. Alternative methods for the selection of phosphorus efficiency in wheat. *Field Crops Res.*30: 29-40.
- Jungk, A. And Claasen, N. 1986. Availability Of P And K As The Result Of Interactions Between Root And Soil In The Rhizosphere. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 149: 411-427.

- Kacar, B., İnal, A. 2008. Bitki Analizleri, Cilt 1., Nobel Yayını, 892 s, Ankara.
- Kacar, B., Taban, S., Küçük, A.C., Özcan, H. Ve Olgun, Ç. 1996. Orta Anadolu'da Çeltik Tarımı Yapılan Topraklarda Bitkiye Yararışlı Fosfor İle Fosfor Fraksiyonu Arasındaki İlişkiler Ve Fosfor Fiksasyonu. S. 1-29. A.Ü. Araştırma Fonu, 95-11-10-03, Ankara.
- Kaçar, B. Ve Katkat, V. 1998. Bitki Besleme Ders Kitabı, Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı Yayın No:127; Isbn:975-564-068-1, Bursa.
- Kalaycı, M., Torun, B., Eker, S., Aydın, M., Ozturk, L., Cakmak, I., 1999. Grain Yield, Zinc Deficiency And Zinc Concentrations Of Wheat Cultivars Grown In A Zinc-Deficient Calcareous Soil In Field And Greenhouse. Field Crops Res. 63: 87-98.
- Kaydan, D., Yağmur, M., 2006. Farklı Salisilik Asit Dozları Ve Uygulama Şekillerinin Buğday (*Triticum Aestivum* L.) Ve Mercimekte (*Lens Culinaris* Medic.) Verim Ve Verim Ögeleri Üzerine Etkileri. Ankara Üni. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 12 (3): 285-293.
- Khanam, D. And Islam, M.S. 1983. Effect Of Phosphorus On The Growth And Yield Of Lentil (*Lens Esculenta* L.) Grown In The Grey Floodplain Soils Of Jamalpur [Bangladesh]. Bangladesh Journal Of Soil Science. 19:39-42.
- Larsen, S. 1967 Soil Phosphorus. Adv. Agron 19:151-210
- Lauer, M.J., Blevins, D.G. And Sierzputowski-Gracz, H. 1989. 31p-Nuclear Magnetic Resonance Determination Of Phosphate Compartmentation In Leaves Of Reproductive Soybeans (*Glycine Max* L.) An Affected By Phosphate Nutrition. Plant Physiol, 89:1331-1336.
- Lynch, J., Lauchli, A. And Epstein, E. 1991. Vegetative Growth Of The Common Bean In Response To Phosphorus Nutrition. Crop Sci., 31:380-387.
- Lynch, J., P. Ve Beebe, S, E. 1995. Adaptation Of Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.) To Low Phosphorus Availability. Hort. Sci. 30(6), 1165-1171.
- Lynch, J.P., Brown, K.M. 2001. Topsoil Foraging: An Architectural Adaptation Of Plants To Low Phosphorus Availability. Plant And Soil 237, 225-237.

- Manske, G.G.B., Ortiz-Monasterio, J.I., Van Ginkel, M., Gonzalez, R.M., Rajaram, S., Molina, E., Vlek, P.L.G. 2000. Traits Associated With Improved P-Uptake Efficiency In Cimmyt's Semidwarf Spring Bread Wheat Grown On An Acid Andisol In Mexico. *Plant And Soil*, 221:189-204.
- Marschner, H., 1995. Rhizosphere Ph Effects On Phosphorus Nutrition. In Genetic Manipulation Of Crop Plants To Enhance Integrated Nutrient Management In Cropping Systems - 1. Phosphorus: Proceedings Of An Fao-Icrisat Expert Consultancy Workshop 15-18 Mar 1994, Icrisat Asia Center, Patancheru, India. Eds. J., C., Lee; K., K., Sharma; G., V., Subbaro And E., A., Kueneman. P. 107-115.
- Marschner, H., 1997. Mineral Nutrition Of Higher Plants. 2nd Edition. Academic Press, London 889 P.
- Mclaughlin M.J., Baker T.G., James T.R., Rundle J.A 1990. Distribution And Forms Of Phosphorus And Aluminium In Acidic Topsoils Under Pastures In South-Eastern Australia. *Aust. J. Soil Res.* 28, 371-385.
- Muehlbauer, F. J. and Tullu, A., 1997. *Lens culinaris* Medik. New Crop Fact Sheet.
- Olsen, S., R., Cole, C., V., Watanabe, F., S., Dean, L., A., 1954. Estimation Of Available Phosphorus In Soil By Extraction With Sodium Bicarbonate. *Usda Circ.*, 939. U. S. Gov. Print Office, Washington Dc.
- Osborne, L.D., and Rengel, Z. 2002. Screening cereals for genotypic variation in efficiency of phosphorus uptake and utilization. *Aust. J. Agr. Res.* 53: 295-303.
- Ozturk, L., Eker, S., Torun, B. And Cakmak, I. 2005. Variation In Phosphorus Efficiency Among 73 Bread And Durum Wheat Genotypes Grown In A Phosphorus-Deficient Calcareous Soil. *Plant And Soil.* 269: 69-80.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1993. *Toprak Bilmi. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 73 Ders Kitapları No: 16.*

- Öztaş, E., Bucak, B., Al, V., Kahraman, A., 2007. Farklı Nohut (*Cicer Arietinum* L.) Çeşitlerinin Harran Ovası Koşullarında Kışa Dayanıklılık, Verim Ve Diğer Özelliklerinin Belirlenmesi. Hr.Ü.Z.F. Dergisi, 11 (3/4):84-85 .
- Öztürk, L., 2001. Fosfor Eksikliğine Dayanıklı Buğday Genotiplerinin Belirlenmesi Ve Etkinlik Mekanizmalarının Morfolojik Ve Fizyolojik Açıdan Karakterize Edilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 144 sayfa.
- Plaxton, W. C., 2004. Plant Responses To Stress: Biochemical Adaptations To Phosphate Deficiency. Encyclopedia Of Plant And Crop Science P: 976-980.
- Pugnaire FI, Chapin FS. 1992. Environmental and physiological factors governing nutrient resorption efficiency in barley. *Oecologia* 90: 120–126.
- Raghothama, K.G. 1999. Phosphate Acquisition. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 50:665-693.
- Rao, I.M. And Terry, N. 1989. Leaf Phosphate Status, Photosynthesis And Carbon Partitioning In Sugar Beet. I. Changes In Growth. Centre Of Agricultural Publishing And Documentation. Wageningen, P:1-130.
- Rausch, C., Bucher, M., 2002. Molecular Mechanism Of Phosphate Transport In Plants. *Planta* 216: 23-37.
- Ron Vaz M., D., Edwards, A. C., Shand, C. A., Cresser, M., S., 1993. Phosphorus Fractions In Soil Solut İon: Influence Of Soil Acidity And Fertilizer Addition. *Plant And Soil*, 148: 175-183.
- Roux, Z., 1968. Condensed Phosphates In Mineral Nutrition Application Of A Highly Condensed Potassium Polyphosphate To Barley Grown In Solution Culture. *Ann. Physiol.*, 10: 83-98.
- Samadı, 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.

- Schachtman, P. D., Schac Reid, J. R., And Ayling, S. M., 1998. Phosphorus Uptake By Plants: From Soil To Cell. *Plant Physiol.* 116: 447-453.
- Sharpley, A. N., Sims, J. T., Pierzynski, G. M., 1994. Innovative Soil Phosphorus Availability Indices: Assessing Inorganic Phosphorus. In: Havlin J, Jacobsen J. (Eds) *Soil Testing: Prospects For Improving Nutrient Recommendations.* (Sssa Special Publication 40) Soil Science Society Of America, Madison, Wis., Pp. 115-142.
- Singh, N. and Singh, G. 2016. Response of lentil (*Lens culinaris Medikus*) to phosphorus-A review. *Agric Reviews* 37:27-34.
- Smith, F. W., 2001. Sulphur And Phosphorus Transport Systems In Plants. *Plant And Soil* 232: 109–118.
- Smithson, J.B., Thompson, J.A. and Summerfield, R.J., 1985. The Grain Legumes. Chickpea (*Cicer arietinum L.*), Chapter: 8, Collins Professional and Technical Books.
- Srinivasarao, Ch., Ganeshamurthy, A.N., Ali, M. And Venkateswarlu, B. 2006. Phosphorus And Micronutrient Nutrition Of Chickpea Genotypes In A Multi-Nutrient-Deficient Typic Ustochrept. *J. Of Plant Nutr.*, 29:747-763.
- Stone, U. C., Zinn, K. E., Yanez, M.R., Li, A., Vance, C. P., Allan, D. L., 2003. Nylon Filter Arrays Reveal Differential Gene Expression In Proteid Roots Of White Lupin In Response To Phosphorus Deficiency. *Plant Physiology* 131 (3):1064
- Svistoonoff, S., Creff, A., Reymond, M., Sigoillot-Claude, C., Ricaud, L., Blanchet, A., Nussaume, L. and Desnos, T. 2007. Root tip contact with lowphosphate media reprograms plant root architecture. *Nat. Genet.* 39 , 792–796.
- Tadano, T. Ve Sakai, H. 1991. Secretion Of Acid Phosphatase By The Roots Of Several Crop Species Under Phosphorus-Deficient Conditions. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 37(1),129-140.

- Tarafdar, J., C. Ve Marschner, H. 1994. Phosphatase Activity In The Rhizosphere Of Va-Mycorrhizal Wheat Supplied With İnorganic And Organic Phosphorus. *Soil Biology Biochem.* 26,387-395.
- Toğay, N., Anlarsal, A. E., 2008. Van Koşullarında Farklı Bitki Sıklıklarının Ve Ekim Şekillerinin Mercimek (*Lens Culinaris Medic.*)’De Verim Ve Verim Öğelerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üni., Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 18 (1): 35-47.
- Torrent, J.R. And Delgado, A. 2001. Using Phosphorus Concentration İn The Soil Solution To Predict Phosphorus Desorption To Water. *J. Environ. Qual.* 30: 1829-1835.
- Ülgen, N., 1968. Karadeniz Bölgesi Topraklarının Fosfor Durumu Ve Bu Bölge Topraklarının Fosfor İhtiyaçlarının Tayininde Kullanılacak Metodlar Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Radyofizyoloji Ve Toprak Verimliliği Kürsüsü (Rota), Ankara
- Vance, P. C., Uhde-Stone, C., Allan, D., 2003. Phosphorus Acquisition And Use: Critical Adaptations By Plants For Securing A Nonrenewable Resource. *New Phytologist* 157: 423-447.
- Weber, E., Saxena, M., C., George, E., Marschner, H., 1993. Effect Of Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza On Vegetative Growth And Harvest İndex Of Chickpea Grown İn Northern Syria. *Field Crops Res.*, 32: 115-128.
- Wissuwa, M. And Ae, N. 1999. Genotypic Variation For Phosphorus Uptake From Hardly Soluble Iron Phosphate İn Groundnut (*Arachis Hypogaea L.*). *Plant And Soil*, 206: 163-171.
- Wissuwa M. 2005. Combining A Modelling With A Genetic Approach İn Establishing Associations Between Genetic And Physiological Effects İn Relation To Phosphorus Uptake. *Plant And Soil*.

- Yağmur, M., Kaydan, D., 2005. Mercimek (*Lens Culinaris Medic.*)’Te Yapraktan Gübrelemenin Tane Verimi İle Bazı Verim Özelliklerine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üni. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 15(1): 31-37.
- Yazıcı, M.A., 2007. Fosfor Eksikliğine Dayanıklı Domates Genotiplerinin Belirlenmesi ve Etkinlik Mekanizmalarının Morfolojik Ve Fizyolojik Açıdan Karakterize Edilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 72 sayfa.
- Zabunoğlu, S., 1967. Çarşamba Ovası Topraklarının Fosfor Durumu Ve Bu Bölge Topraklarının Fosfor İhtiyaçlarının Tayininde Kullanılacak Metodlar Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Radyofizyoloji Ve Toprak Verimliliği Kürsüsü (Rota), Ankara.
- Zhou, M. F., Li, Y. C., 2001. Phosphorus-Sorption Characteristics Of Calcareous Soils And Limestone From The Southern Everglades And Adjacent Farmlands. Soil Sci. Soc. Of Am. Jour. 65 (5): 1404-1412.
- Zhu, Y., Smith, F. A., Smith, S. E., 2003. Phosphorus Efficiencies And Responses Of Barley (*Hordeum Vulgare L.*) To Arbuscular Mycorrhizal Fungi Grown In Highly Calcareous Soil. Mycorrhiza 13:93–100.



ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Konya'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Konya'da tamamladı. 2002 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Teknolojisi'nden 2006 yılında mezun oldu ve 2008 yılında Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. Evli ve bir çocuk babasıdır.

