

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

**SERA KOŞULLARINDA KOLZA ÇEŞİTLERİNDE FOSFOR  
ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

**ÇAĞATAY ALTINTAŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**AKADEMİK DANIŞMAN  
DOÇ. DR. KÜRŞAT KORKMAZ**

**ORDU – 2013**

## TEZ ONAY

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Çağatay Altıntaş tarafından hazırlanan ve Doç. Dr. Kürşat Korkmaz danışmanlığında hazırlanan “Sera Koşullarında Kolza Çeşitlerinde Fosfor Etkinliğinin Belirlenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 04 / 01 / 2013 tarihinde oy birliği / oy çokluğu Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Kürşat Korkmaz

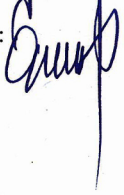
Başkan: Doç. Dr. Faruk ÖZKUTLU  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim dalı, Ordu Üniversitesi

İmza: 

Üye: Doç. Dr. Kürşat Korkmaz  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim dalı, Ordu Üniversitesi

İmza: 

Üye: Yrd. Doç. Dr. Özbay Dede  
Tarla Bitkileri Anabilim dalı, Ordu Üniversitesi

İmza: 

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun.....tarih ve .....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../20.....

Enstitü Müdürü  
Doç. Dr. M. Fikret BALTA

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana öncülük eden ve hiçbir Şekilde yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Kırőat KORKMAZ'aayrıca Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bólúmünün değerli hocalarına teşekkür ederim.

Tüm eğitimim ve hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen babamİhsan ALTINTAŞ, annem Ersin ALTINTAŞ,abim Arıtay ALTINTAŐve kardeőim Selenay TUNCER' e en içten duygularıyla teşekkür ederim. Ayrıca tez çalıőmamda yardımcı olan ve her koőulda benim yanımda olan Ceren KILIÇ ve ailesine desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Çağatay Altınbaş



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

## ÖZET

### SERA KOŞULLARINDA KOLZA ÇEŞİTLERİNDE

### FOSFOR ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Çağatay ALTINTAŞ

Ordu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 2013  
Yüksek Lisans Tezi, 61s.

Danışman: Doç. Dr. Kürşat KORKMAZ

Bu tez çalışması önemli bir yağ bitkisi olan kışlık kolza çeşitlerinde fosfor kullanım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla sera koşullarında 10 farklı kolza çeşidinde (Excalibur, Nelson, Vectra, Orkan, Triangel, TKK08-5, Oase, Elvis, Es Hydromel ve Licord), üç farklı fosfor dozu (0, 50 ve 100 mg kg<sup>-1</sup>) uygulanarak, deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Bitki kuru madde ağırlıkları, fosfor konsantrasyonları ve kaldırılan fosfor açısından tez çalışmasının sonuçları değerlendirildiğinde yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, çeşitler ve fosfor dozları arasında (p<0.001) istatistiksel olarak farklar önemli çeşit x doz interaksyonu ise önemsiz olarak bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre en düşük gövde kuru madde miktarı 2.33 g saksı<sup>-1</sup> ile Licord çeşidinde en yüksek 7.85 g saksı<sup>-1</sup> ile TKK08-5 çeşidinde elde edilmiştir. Fosfor dozlarının gövde kuru madde üzerine olan etkileri incelendiğinde, kontrol dozunda 4.84 g saksı<sup>-1</sup>, 50 mg kg<sup>-1</sup> dozunda 6.44 g saksı<sup>-1</sup> ve 100 mg kg<sup>-1</sup> dozunda 6.87 g saksı<sup>-1</sup> ile en yüksek kuru madde elde edilmiştir. Çeşitlerin gövde fosfor konsantrasyonları ise en düşük % 0.51 ile Elvis çeşidi ve en yüksek % 0.57 ile Excalibur çeşidinde elde edilmiştir. Fosfor dozlarının artırılmasıyla birlikte kolza çeşitlerinde kuru madde verimi ve fosfor konsantrasyonları doğrusal bir artış göstermiştir. Kaldırılan fosfor açısından kolza çeşitleri incelendiğinde en düşük 1.19 mg saksı<sup>-1</sup> P ile Es Hydromel çeşidinde ve en yüksek 2 mg saksı<sup>-1</sup> P ile Oase çeşidinde fosfor kaldırılmış ve fosfor dozlarında ise en düşük kontrol dozunda 1.38 mg saksı<sup>-1</sup> P, 50 mg kg<sup>-1</sup> dozunda 1.74 mg saksı<sup>-1</sup> P ve en yüksek 100 mg kg<sup>-1</sup> dozunda 1.86 mg saksı<sup>-1</sup> P bitkiler tarafından kaldırılmıştır. Fosfor kullanım etkinliği açısından değerlendirildiğinde, kolza çeşitleri arasında etkinlik indeksine göre yapılan sınıflandırmada; Excalibur, Vectra, Triangel, TKK08-5 ve Es Hydromel çeşitleri Etkin-Duyarsız; Nelson, Orkan, Oase ve Licord çeşitleri Etkin olmayan-Duyarlı; Elvis çeşidi Etkin-Duyarlı olarak sınıflandırılmıştır.

Fosfor kullanımı açısından kolza çeşitleri arasında oldukça önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde son yıllarda önemli yer tutan yağ bitkilerinden birisi olan kolza bitkisinde de fosfor kullanım etkinliğinin belirlenmesi fosforlu gübre kullanımının azaltılması ve kaliteli ve yüksek verim elde edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Tarımsal üretim sisteminde bitkisel verimi artırmanın yanı sıra doğru ve dengeli bir gübreleme programının oluşturulabilmesi için bitkilerde genotipsel farklılıkların ve sıra besin elementi kullanım etkinliklerinin de dikkate alınması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kolza, Fosfor Etkinliği, Etkinlik İndeksi, Fosforlu gübreleme

## ABSTRACT

### THE DETERMINATION OF PHOSPHORUS EFFICIENCY FOR CANOLA VARIETIES IN GREENHOUSE CONDITIONS

Çağatay ALTINTAŞ

University of Ordu  
Institute of Science  
Department of Soil Science and Plant Nutrition, 2013  
MSc Thesis, 61p.

Supervisor: Assoc. Dr. Kürşat KORKMAZ

In this thesis study the aim was to determine the phosphorus use efficiency in winter rapeseed (*Brassica napus ssp. oleifera*. L.) cultivars. For this purpose, three different phosphorus doses (0, 50 and 100 mg kg<sup>-1</sup>) were applied in 10 different winter rapeseed cultivars (Excalibur, Nelson, Vectra, Orkan, Triangel, TKK08-5, Oase, Elvis, Es Hydromel and Licord) in greenhouse conditions and completely randomized plot design with three replications were conducted.

As the results of the thesis study were evaluated in terms of plant dry matter weights, phosphorus concentrations and removed phosphorus, according to the results of the statistical analysis the differences were found statistically significant between the varieties and the phosphorus doses (p<0.001); however the interaction of the variety x dose was pointed as insignificant. According to the results of the research, the shoot dry matter content was obtained the lowest 2.33 g pot<sup>-1</sup> in Licord genotype and the highest 7.85 g pot<sup>-1</sup> in TKK08-05. Examined the effects of phosphorus doses on the shoot dry matter, the highest dry matter was obtained 4.84 g in control dose, 6.44 in 50 mg kg<sup>-1</sup> dose, 6.87 g pot<sup>-1</sup> in 100 mg kg<sup>-1</sup> dose. The shoot phosphorus concentrations of varieties were obtained the lowest 0.51 % in Elvis genotype and the highest 0.57 % in Excalibur genotype. Increased phosphorus doses the dry matter yield and phosphorus concentrations showed a linear increase in winter rapeseed varieties. Analyzed the winter rapeseed varieties on the bases of removed phosphorus, phosphorus was removed the lowest 1.19 mg. pot<sup>-1</sup> P in Es Hydromel genotype and the highest 2 mg. pot<sup>-1</sup> P in Oase genotype and also in phosphorus doses the lowest 1.38 mg. pot<sup>-1</sup> P in control dose, 1.74 mg pot<sup>-1</sup> P in 50 mg kg<sup>-1</sup> and the highest 1.86 mg. pot<sup>-1</sup> P in 100 mg kg<sup>-1</sup> were removed by plants. Considered in

terms of phosphorus use efficiency Excalibur, Vectra, Triangel, TKK08-5 and Es Hydromel varieties took a place in Effective-Insensitive; Nelson, Orkan, Oase and Licord varieties in Ineffective-Sensitive and also Elvis genotype in Effective-Sensitive categories in the classification based on the efficiency index between winter rapeseed cultivars.

The significant differences were determined on phosphorus use between the winter rapeseed varieties. The determination of phosphorus use efficiency in rapeseed plant that is one of the important oil plants in our country in recent years is all important with regard to reducing of phosphorus fertilizer use and getting quality and high yield. Nutrient use efficiency and genotypic differences in plants should be considered in order to create an accurate and a balanced fertilizer program as well as improving crop yield in agricultural production system.

**Key Words:** Canola, Phosphorus Efficiency, Efficiency Index, Phosphorus Fertilization



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	I
<b>TEZ BİLDİRİMİ.....</b>	II
<b>ÖZET.....</b>	III
<b>ABSTRACT.....</b>	IV
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	V
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ.....</b>	VI
<b>ÇİZELGELER LİSTESİ.....</b>	VII
<b>SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ.....</b>	VIII
<b>1.GİRİŞ.....</b>	1
<b>2.GENEL BİLGİLER.....</b>	5
2.1.Toprakta Fosfor.....	5
2.2.Bitkide Fosfor.....	10
2.3.Bitkilerde Fosfor Etkinliği.....	13
2.4.Kolza Bitkisinde Fosforun Etkisi.....	17
<b>3.MATERYAL VE METOD.....</b>	27
3.1.Materyal.....	27
3.1.1.Deneme Yeri ve Yılı.....	27
3.1.2.Deneme Toprağının Özellikleri.....	27
3.1.3. Denemede Kullanılan Kolza Çeşitleri.....	28
3.2.Metod.....	28
3.2.1. Toprak Örneklerinde Yapılan Rutin Analizler ve Uygulama Yöntemleri.....	28
3.2.2. Bitkide Yapılan Bazı Analizlerde Kullanılan Yöntemler ve Hesaplamalar...	30
3.2.3.Verilerin Değerlendirilmesi.....	30
<b>4.BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	31
4.1.Kolza Çeşitlerinde Kuru Madde Miktarı.....	31
4.1.1.Gövde Kuru Madde Miktarı.....	31
4.1.2.Kök Kuru Madde Miktarı.....	33
4.2.Kolza Çeşitlerinde Gövde ve Kök Fosfor Konsantrasyonları.....	35
4.3.Kolza Çeşitlerinde Gövde ve Kök Tarafından Kaldırılan Fosfor Miktarı.....	38
4.4.Kolza Çeşitleri Tarafından Kaldırılan Toplam Fosfor Miktarı.....	41
4.5.Kolza Çeşitlerinin Fosfor Kullanım Etkinlikleri.....	43
<b>5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	47
<b>6.KAYNAKLAR .....</b>	50
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	61

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b><u>Sekil No</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 2.1. Doğada fosfor döngüsü.....	7
Şekil 2.2. pH' a bağlı olarak fosfat tutunma düzeyi .....	8
Şekil 2.3. Fosfor kullanım etkinliğinin artan P konsantrasyonu ve verim ile İlişkisi.....	14
Şekil 4.4. Sera koşullarında kolza çeşitlerinin gövde kuru madde miktarları.....	32
Şekil 4.5. Sera koşullarında kolza çeşitlerinin kök kuru madde miktarları.....	34
Şekil 4.6. Kolza çeşitlerinin % gövde P konsantrasyonu.....	36
Şekil 4.7. Kolza çeşitlerinin % kök P konsantrasyonu.....	38
Şekil 4.8. Kolza çeşitlerinin gövde tarafından kaldırılan P miktarları.....	39
Şekil 4.9. Kolza çeşitlerinin kök tarafından kaldırılan P miktarları.....	41
Şekil 4.10. Kolza çeşitlerinin kök ve gövde tarafından kaldırılan P miktarları.....	42
Şekil 4.11. Kolza çeşitlerinin etkinlik açısından sınıflandırılması.....	46

## ÇİZELGELER LİSTESİ

<b><u>Çizelge No</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 1.1. Yağlı tohum denge tablosu.....	3
Çizelge 2.2. Toprakta önemli fosfat mineralleri ve formülleri.....	6
Çizelge 3.3. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	27
Çizelge 4.4. Kolza çeşitlerinin gövde kuru madde miktarları.....	32
Çizelge 4.5. Kolza çeşitlerinin kök kuru madde miktarları.....	34
Çizelge 4.6. Kolza bitkisinin gövde P konsantrasyonu.....	35
Çizelge 4.7. Kolza bitkisinin kök P konsantrasyonu.....	37
Çizelge 4.8. Kolza bitkisinde gövde tarafından kaldırılan P miktarı.....	39
Çizelge 4.9. Kolza bitkisinde kök tarafından kaldırılan P miktarı.....	40
Çizelge 4.10. Kolza bitkisinde toplam tarafından kaldırılan P miktarı.....	42
Çizelge 4.11. Kolza çeşitlerinde fosfor etkinliği değerleri.....	43
Çizelge 4.12. Kolza çeşitlerinde fosfor etkinlik indeksi değerleri.....	45

## SİMGE VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
$^{\circ}\text{C}$	: Santigrad derece
ADP	: Adenosin difosfat
Al	: Alüminyum
ATP	: Adenosin trifosfat
Ca	: Kalsiyum
$\text{CaCO}_3$	: Kalsiyum karbonat
Cu	: Bakır
Da	: Dekar
DCPD	: Di kalsiyum fosfat di hidrat
Fe	: Demir
G	: Gram
Ha	: Hektar
HA	: Hidroksi apatit
HCl	: Hidroklorik asit
KA	: Kuru ağırlık
Kg	: Kilogram
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	: Potasyum di fosfat
LAI	: Yaprak alan indeksi
M	: Metre
m $\mu$	: Milimolar
Mg	: Mili gram
Mn	: Mangan
N	: Azot
OCP	: Octa kalsiyum fosfat
P	: Fosfor
Zn	: Çinko

## 1.GİRİŞ

Haçlı çiçekliler (Rhoadales) takımı ve turpgiller (Cruciferae) familyasından olan kolzanın menşei ve anavatanı hakkında değişik bilgiler vardır. Fakat kolzanın *Brassica oleraceae* (yer lahanası) *Brassica rapa* (yağ şalgamı)'nın anfidiploid melezi olduğu kabul edilmektedir. Kolza bitkisi Brassica cinsine giren türlerden meydana gelmiş sentetik bir türdür (İncekara 1964).

Ülkemizde tarımı ve yararlanılması bakımından yakın bir geçmişi olan kolza, dünyanın en eski yağ bitkilerinin başında gelmektedir (Arioğlu 1999). Kolza ilk olarak M.Ö. 2000 yılında Hindistan'da kültüre alınmış daha sonra Çin' e ve Japonya'ya yayılmıştır. 1940' lı yıllarda İkinci Dünya Savaşı'nın patlak vermesi ile kolza üretimi artışa geçmiştir ve günümüzde en hızlı artış hızına sahip olan yağlı tohum bitkisidir. Kolza buğdaydan yaklaşık bir ay önce hasat edilebildiğinden dolayı yöresine göre ikinci ürün olarak ekilebilmektedir. Kolza tarımında üretim masrafları diğer ürünlerin birçoğuna göre daha azdır (Gizlenci ve Dok 2003).

Kanada ve Avrupa ülkelerinde ıslah edilmiş erusik asitsiz, yağ ve protein oranı yüksek yeni kolza çeşitleri kanola ismiyle ekilmektedir. Kolza çeşitlerinden elde edilen bitkisel yağ besin değeri ve içeriği bakımından zeytinyağı ve yerfıstığı yağının kalitesine yakın olup, dünya kolza üretiminin önemli bir kısmı insan beslenmesinde kullanılmaktadır (Sobutay 2004). Dünya bitkisel yağ üretiminde kullanılan yağ bitkilerinin en önemlileri soya, pamuk, yerfıstığı, ayçiçeği, kolza, susam, mısır ve yağ palmyesi olmasına rağmen ülkemizde tüketilen yağların çoğunlukla % 46.7' si ayçiçeğinden, % 32.8' i pamuk tohumundan, % 20' si zeytin bitkilerinden elde edilmektedir (Arioğlu 1999).

Ülkemizde kolza üretimi, 1980 yılına kadar Trakya ve Marmara Bölgesinde Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, Çanakkale, Bursa illerinde yapılmıştır. Ancak o zaman kullanılan çeşitlerin erusik asit içermesi nedeniyle 1980' den itibaren ekim alanı ve üretimi giderek azalmıştır. Daha sonra yapılan ıslah çalışmalarıyla erusik asit içermeyen kolza bitkisi üretimine yeniden başlanmıştır (Sobutay 2004 ).

Kolzanın yazlık ve kışlık çeşitlerinin bulunması, yetiştirme devresinin kısa olması, dekara yeterli düzeyde tohum (150-250 kg da<sup>-1</sup>) ve yağ vermesi (% 45-50), ekiminden hasadına kadar bütün yetiştirme tekniğinin mekanizasyona uygun olması, bu bitkinin yetiştirildiği tarlalarda erken devrede gelişip gölge tavi yaratarak yabancı otların gelişmesini engellemesi, üstün bir yağ bitkisi olduğunu göstermektedir (Schierholt ve ark. 2001).

Hasat zamanının diğerk yağ bitkilerinden 1-2 ay kadar erken olması nedeniyle, yağ fabrikalarına hammadde sağlayarak çalışma kapasitesini yükseltmekte ve uygun bölgelerde ikinci ürün tarımına olanak sağlamaktadır (Başalma ve Uranbey 1998).

Ayrıca ilkbaharda ilk çiçek açan bitkilerden biri olduğu için arıcılıkta da büyük önem taşımaktadır (Atakişi 1977, Hennig 1984). Aynı zamanda kolza, bal arılarını cezbeden ve ilkbaharda erken açan çiçekleriyle arıcılar için de değerli bir bitkidir (Süzer 2001). Bununla birlikte çiçeklerin kıt olduğu mart ve nisan aylarında arılar için değerli bir beslenme alanı oluşturmaktadır (Gizlenci ve Dok 2003).

Kolza bitkisi iklim ve toprak seçimi yapılmaksızın kışlık ve yazlık olarak yetiştirilebilmektedir. Ülkemizde genellikle kışlık kolza tarımı yapılmaktadır. Yazlık kolza daha çok ılıman iklim bölgeleri olan Ege ve Akdeniz' de yetiştirilmektedir (Geçit ve ark. 2009). Kolza tohumunda bulunan yağın % 60' ı oleik, % 20' si linoleik ve % 10' u linolenik yağ asitlerinden oluşmaktadır (Schierholt ve ark. 2001). Kolza tohumunda ortalama % 45-50 yağ içeriğinin dışında, % 25 protein ve % 20 polisakkaritler ihtiva etmekte olup, olgunlaşması için soya ve ayçiçeğine göre daha az ısıya ihtiyaç duymaktadır (Özgüven 1992). Kolza tarımının diğerk bir avantajı ise bu bitkinin buğday ve baklagillere göre daha erken hasat olgunluğuna gelmesi ve ikinci ürün tarımında toprak işleme için yeterli zaman kalmasıdır (Karaaslan 1999).

Kolzanın yağı alınan tohumlarından oluşan küspesi, proteince zengin bir yem kaynağıdır (Toker ve ark. 1998). Küspesi ise soya küspesinden sonra yemde protein kaynağı olarak en yaygın kullanılan ham maddelerden birisidir. Tohumlarındaki yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspesi % 29.5-57.5 arasında protein içerdiğinden değerli bir hayvan yemidir.

Kolza yağı yemeklik yağ olarak kullanılmasının dışında, özellikle son yıllarda biodizel üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır. Gelişmiş ülkelerde ekim alanları ve biodizel üretimi hızlı bir şekilde artmaktadır. Bitkisel yağlar gıda dışında en yüksek miktarda biodizel üretiminde kullanılmaktadır. Dünya'da biodizel üretmek için kullanılan toplam yağın % 84' ü ise kolzadan elde edilmektedir (Tickel 2000).

Kolza olarak isimlendirdiğimiz erusik asit oranı yüksek olan çeşitlerden elde edilen yağlar da sanayide, elektrik trafolarında, biodizel olarak Fransa ve Almanya gibi Avrupa ülkelerinde kullanılmaktadır (Sobutay 2004).

Ülkemizdeki yağ bitkileri üretimindeki düzensizlikler yıldan yıla bitkisel yağ açığımızı artırmaktadır. Bitkisel yağ üretimimiz ülke gereksinimini karşılayamadığı için her yıl

artan oranlarda yağ ve yağlı tohumlar ithal edilmektedir. Yerli üretilen yağ miktarı tüketimin ancak % 40' ını karşılamaktadır (Odabaşı ve Taşkaya 2004). Bu şartlarda yağlı tohum olarak alternatif bitkilerin devreye sokulması kaçınılmazdır. Ülkemizde bitkisel yağ bakımından dışa bağımlılığımızın azaltılması için iklim, toprak şartları ve münavebe sistemlerine uygunluğu yönünden ilk aday bitki kolza bitkisi olarak görülmektedir. Kolza tahıllar başta olmak üzere, tüm kültür bitkileri için ideal bir münavebe bitkisidir.

**Çizelge 1.1.** Yağlı tohum denge tablosu (Anonim, 2010/2011)

	Birim	Ayçiçeği	Pamuk	Kolza	Soya
Üretim	Ton	1.320.000	1.272.800	106.450	86.540
Ekilen alan	Ha	641.400	480.650	31.250	23.473
İthalat	Ton	1.851.283	10.159	241.315	1.368.446
İhracat	Ton	507.523	19.342	6.982	26.525
Kişi başına tüketim	Kg	33,06	15,75	4,51	12,51

Bir tarım ülkesi olan ülkemiz, çok çeşitli yağlı tohumlu bitkinin üretimi ve biodizel elde edilmesi yönünden oldukça büyük bir potansiyele sahiptir. Ülkemizdeki mevcut yağ açığının kapatılması ve ülkemizin petroldeki dışa bağımlılığını azaltmada en önemli fırsat olan biodizel üretimini artırmak için ülkemizdeki mevcut yağ bitkileri üretimini 4-5 kat arttırmamız gerekmektedir.

Yaz başında erken hasat edilen kışlık kolza ürünü ülkemizde kapasitesinin altında çalışan birçok yağ fabrikasının, ayçiçeği gibi diğer ürünlerin kısıtlı olduğu dönem olan haziran, temmuz ve ağustos aylarında çalışmasına da olanak tanıyacaktır (Süzer 2006). Kolzanın besin ihtiyaçlarını karşılamasında ve yüksek verim seviyesinin korunmasında optimum gübre kullanımı büyük önem taşımaktadır. Diğer birçok bitkide olduğu gibi kolzada da en önemli besin elementi azottur (Weiss 1983). Kolza çeşitlerinin azot kullanım etkinlikleri ve azota olan ihtiyaçları farklılık göstermektedir (Grami ve Lacroix 1977). Genel olarak kolza azot ihtiyacı yüksek olan ve gübre kullanımına paralel olarak yüksek verim sağlayan bir yağ bitkisidir (Özer ve Peker 1998). Hasada kadar 14 kg da<sup>-1</sup> dan daha fazla azot tüketir. 250-300 kg da<sup>-1</sup> tohum verimi alındığında

bir dekar yerden 6 kg saf azot, 5 kg saf fosfor, 4 kg potasyum ve 5 kg kalsiyum tüketir. Ahır gübresi verilecekse 2-3 ton da<sup>-1</sup> yeterli olmaktadır. Bugün yeni ıslah edilmiş kolza çeşitlerine önerilen gübre dozları; 10-15 kg da<sup>-1</sup> azot, 12 kg da<sup>-1</sup> fosfor ve 18-20 kg da<sup>-1</sup> saf potasyumdur (Geçit ve ark. 2009).

Kolza bitkisinin gelişiminde azot kadar önemli bir diğer elementte fosfordur. Fosfor, bitkiler için temel unsur olarak ve enerji transferi için gereklidir. Fosfor eksikliğinde kolza bitkisinin hem toprak üstü hemde kök gelişimi olumsuz etkilenmektedir (Grant ve Bailey 1993). Kolza buğday ve ketene göre fosforlu gübrelerden daha fazla faydalanmaktadır. Holmes ve Ainsley' e (1977) göre kolza bitkisinin fosfor ihtiyacını belirlemek için yürüttükleri çalışmalarında en iyi neticenin 60 kg ha<sup>-1</sup> P uygulamasından aldıklarını, yüksek seviyedeki P gübrelemesine geniş yanıt vermediğini bildirmişlerdir. Fosfor etkinliği açısından bitki türleri hatta aynı türün çeşitleri arasında fosfor kullanımı açısından önemli farklılıklar olduğu bilinmektedir. Bu nedenle kolza bitkisinde farklı kolza çeşitlerinde fosfor kullanım etkinliğinin belirlenmesi verim ve kalite parametrelerinin artırılması açısından yarar sağlayabilir.

Bu bilgiler göz önünde bulundurularak Ordu ilinde kontrollü şartlarda yürütülen bu çalışmada yetiştirilen kolza çeşitlerinin fosfor kullanımları ve bitkilerin gelişim parametreleri üzerine fosfor uygulama etkilerinin araştırılması ve bitki çeşitlerinde fosfor etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1. Toprakta Fosfor

Toprakların toplam fosfor içeriği ana materyalin yapısına ve iklim koşullarına göre değişmekle birlikte 100-3000 mg kg<sup>-1</sup> oranında değişmektedir (Frossard ve ark. 2000, George ve ark. 2003).

Türkiye topraklarının kireç, pH ve organik madde yönünden sahip olduğu özellikler, topraklarımızda fosfor yayırlılığını ciddi şekilde sınırlayabilecek durumdadır. Türkiye' nin de içinde bulunduğu Akdeniz ve Batı Asya ülkeleri topraklarında bitkisel üretimi sınırlayan temel beslenme sorunlarının başında, topraklardaki fosforun bitkilere yayırlılığının düşüklüğü gösterilmektedir (Cooper ve ark. 1987, Matar ve ark. 1992).

Ülkemiz topraklarının % 82' sinde pH 7 ve üzerinde, % 65' inde organik madde az ve çok az seviyede, bitkilerce alınabilir P miktarı ise topraklarımızın % 58' inde yetersiz seviyede (6 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) bulunmuştur. Ülkemiz toprakları kireç kapsamı yönünden incelendiğinde yaklaşık % 77' si kireçli topraklar sınıfına girmektedir (Eyüpoğlu 1999). Bu sonuçlar, Türkiye'de toprakların büyük bir bölümünde P gübrelemesinin kaçınılmaz olduğunu göstermektedir. Yaklaşık son 30 yıl içerisinde fosforlu gübre tüketimimizin % 1500' lük bir artış göstererek 600 000 tona yaklaştığı bildirilmiştir (Kacar ve Samet 1996). Ancak burada dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta aşırı fosforlu gübreleme sonucu topraklarda fosfor birikiminin olabileceği ve bununda ciddi sorunlar doğurabileceğidir. Uygulanan fosforun ancak % 5-10' undan bitkiler yararlanmakta, fosforun geri kalan kısmı ise toprakta fiksasyona uğrayarak bitkilerin kolaylıkla yararlanamayacağı formlara dönüşmektedir (Hibberd ve ark. 1991, George 1993).

Toprakta bulunan fosforun başta gelen kaynağı primer minerallerdir. Primer minerallerin aşınma ve parçalanmasıyla serbest hale geçen fosforun bitkiler tarafından alınması ve asimilasyonu ile fosfor organik maddeye bağlanır. Organik materyalin çeşitli dönüşümlerden sonra toprağa geçmesiyle, toprakta organik fosfor fraksiyonu meydana gelir. O halde toprakta bulunan fosforu 'mineral fosfor' ve 'organik fosfor' olarak iki ana fraksiyona ayırmak mümkündür. Toprakların total P kapsamı genellikle % 0.04-0.1 arasında olup çok ekstrem durumlarda % 0.2 civarına ulaşabilmektedir (Dhanke ve ark. 1964). Bu miktarın önemli bir bölümü organik maddeye bağlı, organik fosfor niteliğindedir. Toprakta total fosfor içinde organik fosforun oranı üst toprak

katlarında fazladır. Zira üst toprak katları, organik madde bakımından daha zengindir. Black (1968) üst toprakta organik fosfor fraksiyonunun total fosforun % 0.3-95 arasında değiştiğini, Williams (1959) mineral topraklarda bu oranın % 20-80 arasında olduğunu bildirmiştir. Organik fosfor, organik bileşiklerin yapısına girmiş ve sıkıca bağlanmıştır. Bu fosforun bitkiye yararılı hale geçmesi ancak organik maddenin parçalanması ile mümkündür.

Toprakta bulunan inorganik fosfor bileşiklerinin cinsi büyük oranda toprak pH' sına bağlıdır. Kireçli ve yüksek pH' lı topraklarda fosfor, daha çok çeşitli kalsiyum fosfatlar, asit reaksiyonlu topraklarda ise Fe ve Al fosfatlar halinde bulunur. Toprak pH 7' nin üzerinde olduğunda apatit genel adıyla bilinen mineraller fosforun ana kaynağını oluştururlar. Apatit mineralleri genelde içinde diğer bazı element veya grupları bulundurlar ve ona göre de değişik isimler alırlar. Apatit birçok magmatik kayacın yapısında ince kristaller halinde bulunur. Bu minerallerin çözünürlüğü genelde çok düşüktür. Ancak içinde bulunan safsızlık, örneğin karbonat çözünürlüğü kısmen artırır. Ayrıca bu minerallerle temasa geçen toprak çözeltisi, içerdiği asitlerin özellikle karbonik asidin etkisiyle zamanla apatit mineralini çözerek fosforun serbest kalmasını sağlar (Aktaş 1995).

Toprakta bulunan önemli fosfat mineralleri Çizelge 2.2.' de gösterilmiştir. Variscit ve strengit ancak çok düşük pH' larda toprakta önemli miktarlarda bulunabilirler. Strengit pH 4.2' nin altında, variscit pH 3.1' in altında mevcut olduklarından bu minerallerin pek çok tarım toprağında önemli oranda bulunması söz konusu değildir (Aktaş 1994).

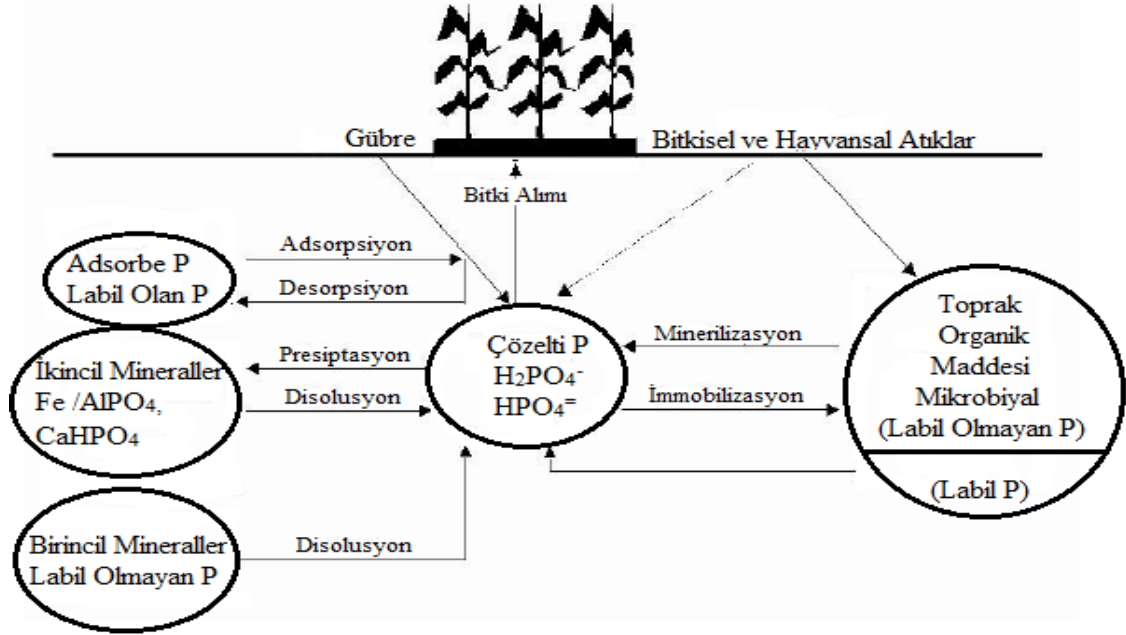
**Çizelge 2.2.** Toprakta önemli fosfat mineralleri ve formülleri (Mengel ve Kirby 1987)

Florapatit	$Ca_5(PO_4)_3F$
Hidroksiapatit	$Ca_5(PO_4)_3OH$
Klorapatit	$Ca_5(PO_4)_3Cl$
Dikalsiyum fosfat	$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$
Trikalsiyum fosfat	$Ca_3(PO_4)_2$
Variscit	$AlPO_4 \cdot 2H_2O$
Strengit	$FePO_4 \cdot 2H_2O$

Fosfor toprakta birçok formda bulunur. Bunlardan dikalsiyum fosfat çoğunlukla gübre fosfatından oluşur ve  $Ca^{+2}$  nin varlığında hızla trikalsiyum fosfata ve daha sonra da apatite dönüşür (Güzel ve ark. 2002). Bu nedenle topraklarda apatit oluşumu eğilimi

vardır. Toprak çözeltisindeki fosfatla değişim halinde olan fosfatların yanısıra oklüde olmuş fosfatlar şeklinde adlandırılan fosfatlar da bulunmaktadır. Bunlar başlıca Fe oksitler tarafından kaplanmış Fe fosfat ve Al fosfatlardır (Walker ve ark. 1976).

Doğada fosfat dolaşımı, azot ve kükürt dolaşımlarından daha basittir. Çünkü fosfor diğer iki elementte olduğu gibi atmosferle bağlantılı değildir. Döngü bitki ve toprak arasında tamamlanır.

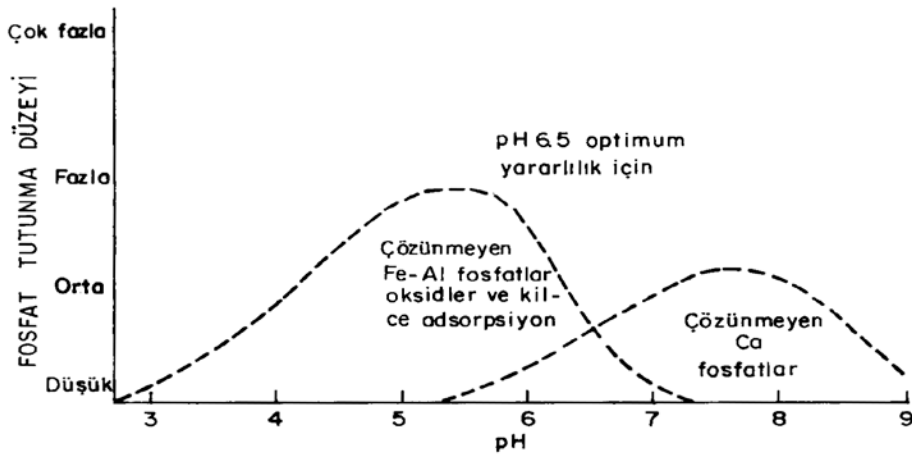


Şekil 2.1. Doğada fosfor döngüsü (Güzel ve ark. 2002)

Fosfat, polisilikat kil mineralleri tarafından tutulur. Aynı zamanda kalkerli topraklarda da CaCO<sub>3</sub> tarafından tutulmaktadır. Toprak çözeltisinde bulunan fosfor, bitkiler için yararlı formda olan fosfordur. Toprak tarafından tutulan fosfor, toprak çözeltisi fosforu ile denge halindedir ve toprak çözeltisine fosfor geçişi, labil fosfor havuzunda hızlıdır. Ancak labil fosfor havuzundan labil olmayan fosfor havuzuna yavaş bir geçiş mevcuttur. Bu geçişin geri dönüşümü ise yok denecek kadar azdır (McLaren ve Cameron 1996).

Seeling ve Zasoski (1993) yapmış oldukları çalışmada, topraklarda organik madde ve mikrobiyal aktiviteye bağlı mineralizasyon ile beraber, toprak katı fazı tarafından tutulan stabil haldeki P' un da bitkilerin kullanabileceği inorganik P formlarına dönüşebileceğini göstermişlerdir.

Topraklara gübre olarak uygulanan P' un yalnızca % 10-20' si bitkiler tarafından kullanabilmekte geriye kalan kısmı ise, alkalın topraklarda toprakta çözünürlüğü oldukça zor olan Ca-P şeklinde, asit karakterli topraklarda ise Fe-P veya Al-P şeklinde fiske edilerek daha az yararlı formlara dönüşmektedir (Manske ve ark. 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, CaCO<sub>3</sub>, oksitler ve hidroksitler, organik madde içeriği, toprak nemi, toprak sıcaklığı gibi toprak özellikleriyle yakın bir ilişki gösterir (Özbek ve ark. 1993). Fosforun toprak çözeltisindeki difüzyona, yani toprakta mevcut konsantrasyon gradientine bağlı olan hareketliliği, onun rizosfer veya kök yüzeyindeki miktarı üzerinde önemli derecede etkiye sahiptir (Kovar ve Barber 1988, Bhadoria ve ark. 1991).



Şekil 2.2. pH' a bağlı olarak fosfat tutunma düzeyi

Bitkiler fosfordan yararlanabilmek için özellikle kök yapılarında değişikliğe giderek kök yüzey alanını, kök ağırlığını ve miktarını artırabilirler, kök tüyleri ve organik salgılarda düşük fosfor yararlılığını artırmada önemli rol oynamaktadırlar (Stone ve ark. 2003).

İşlenen topraklardaki organik fosfor bileşikleri yavaş parçalanmış bileşiklerdir. Gerek organik materyalin dekompoze olması ile serbest hale geçen, gerekse çözünmez inorganik fosfat minerallerinin zamanla ve çeşitli faktörlerin etkisi ile azar azar çözünmesi sonucu meydana gelen fosfat anyonları çözeltiliye geçerek bitkiler tarafından kolayca absorbe edilirler. Bununla beraber, bu anyonlar toprakta anyon tutucular

tarafından da sıkı bir şekilde tutulurlar. Çeşitli anyon tutucular tarafından tutulmuş olan fosfat anyonları toprak çözeltisinde bulunan fosfat anyonları ile dinamik bir denge içerisinde (Aktaş 1994).

Fosfat anyonları pH' a bağlı olarak üç değişik formda olabilmektedir. Fosfat anyonları ortofosforik asidin çeşitli derecelerde dissosiasyon ürünleridir. Fosforik asitten bir, iki veya üç hidrojen iyonize olunca sırayla  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$  ve  $PO_4^{3-}$  anyonları oluşur. Bu anyonların bir ortamda bulunan nisbi miktarları ortamın pH' ına bağlıdır. Çözelti pH' ına bağlı olarak bir çözeltide fosforik asidin iyonlaşması sonucu oluşan fosfat anyonlarının temsili miktarları şematik olarak Şekil 2.2.' de verilmiştir. pH 5' de  $HPO_4^{2-}$  iyonları hemen hemen yok gibidir. pH 7' de  $HPO_4^{2-}$  ve  $H_2PO_4^-$  iyonları eşit miktarlarda bulunurlar.  $PO_4^{3-}$  anyonları ise ancak pH 10' dan sonra az miktarda bulunmaktadır (Aktaş 1994).

Toprak çözeltisinde herhangi bir anda bulunan fosfat anyonları miktarı oldukça düşüktür. Buna karşılık adsorblanmış fosfat miktarı toprak çözeltisindeki fosforun 100-1000 katı kadardır. Verimli tarla topraklarında çözeltideki P konsantrasyonu yaklaşık 0.3-3 ppm arasındadır (Mengel ve ark. 1969, Hossner ve ark. 1973). Toprak çözeltisinde en çok rastlanan fosfat iyonları  $H_2PO_4^-$  dür. Çünkü nötr ve hafif asit reaksiyonlu ortamlarda  $H_2PO_4^-$  (dihidrojen fosfat) iyonları fazla bulunur.  $HPO_4^{2-}$  iyonları pH 8-10 arasında ön plana çıkar. Bu pH' lara sahip tarım toprakları ise oldukça azdır.  $PO_4^{3-}$  iyonları ancak 10 ve daha yukarı pH derecelerinde görüldüğü için tarım topraklarında fazla bir öneme sahip değildir.

Fosfor, azot ve potasyum gibi topraklarda fazla miktarda bulunmayan elementlerdendir, 20 cm derinliğindeki yüzey toprağında toplam fosforun ortalama olarak % 0.005 ile % 0.15 arasında değiştiği bilinmektedir (Brinck 1978). Düşük yağışlı alanların, kültüre alınmamış genç topraklarında toplam fosfor miktarı çoğunlukla fazladır. Ancak toprakların toplam fosfor miktarı ile bitkilere yararlı olan fosfor miktarı arasında çok az bir ilişki vardır. Topraklarda fosfor, çeşitli formlarda bulunur ve bu formlar arasında bir döngü vardır. Bitki köklerinin absorpsiyonu ile toprak çözeltisinde ortaya çıkan konsantrasyon azalması hem inorganik hem de organik toprak fosforunca tamponlanır. Çözeltide bulunan fosfat iyonları konsantrasyonlarının yenilenerek, belirli bir seviyede tutulabilmesi için birincil ve ikincil fosfat mineralleri çözünürler. Topraklara uygulanan suda çözülebilen gübre fosforu kolaylıkla çözünerek, fosfor konsantrasyonunun toprak çözeltisinde artmasını sağlar (Gül 2006).

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

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

## 2.2. Bitkide Fosfor

Canlı bir bitkinin dokularının % 94-99.5' i karbon, hidrojen ve oksijenden oluşur. Diğer elementlerden en çok rastlanan ilk sekizinin çoğu bitkilerdeki dağılımı ortalama olarak şu şekildedir: Azot % 1.50, potasyum % 1.50, kalsiyum % 0.8, klor % 0.70, sodyum % 0.4, magnezyum % 0.30, kükürt % 0.3 ve fosfor % 0.20. (Thompson 1973).

Bitkilerin toplam fosfor içerikleri, kuru madde esasına göre çoğunlukla % 0.05-0.5 (500-5000 mg kg<sup>-1</sup>) arasında değişir (Vance ve ark. 2003).

Fried ve Shapiro (1960), bitkilerin topraktan P alımının 5 aşamada gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Bu aşamaların;

- Fosforun katı fazdan toprak çözeltisine geçmesi
- Fosforun toprak çözeltisinde herhangi bir noktadan kökün etki alanına taşınması
- Fosforun kökün etki alanından kökün üzerine alınması
- Fosforun kök üzerinden kök içine alınması
- Fosforun bitki içerisinde gereksinim duyulan kısma taşınması şeklinde olduğu

ifade edilmiştir.

Fosforun bitki gelişimindeki en önemli görevi enerji depolama ve transferidir. Fosfat bitkilerin yapısı içinde ADP (Adenosin-difosfat) ve ATP (Adenosin-trifosfat)' ın herhangi birinde merkezi element olarak görev yapar ve enerji transferini sağlar. Bu fonksiyonunun yanısıra nükleik asitler, koenzimler, nükleotidler, fosfoproteinler,

fosfolipidler ve şeker fosfatlar gibi önemli olan birçok enzimin yapısında bulunmaktadır (Güzel ve ark. 2002, Kalfa 1997, Vance ve ark. 2003).

Çeşitli fosfor formları hücrenin belli organellerinde lokalize olma eğilimi gösterirler. Nükleik asit fosforu çekirdekte, şeker fosfatları sitoplazmada, fosfolipitler kloroplastta, inorganik fosfor ise vakuolde daha çok bulunur. Vakuoldeki fosfat gerektiğinde sitoplazmaya P sağlayan bir rezerv olarak görev yapar. Böylece sitoplazmadaki P miktarı belli bir seviyede korunur. Sitoplazmanın normal fosfat konsantrasyonu 5-6 mμ civarındadır. Sitoplazmadaki inorganik fosfat miktarı azalınca büyüme geriler ve 0.3 mμ düzeyine ve daha aşağı düşmesi halinde büyüme tamamen durur (Rebeille ve ark. 1984). Kloroplast ve mitokondriumdaki inorganik fosfat konsantrasyonu ise daha yüksektir ve 10 mμ civarındadır (Bieleski ve Ferguson 1983).

Bitkilerde fosfor; kök gelişimini, olgunlaşmayı, erken tohum teşekkülünü, döllemeyi ayrıca hastalık ve zararlılara karşı direnci artırdığından büyük önem taşımaktadır. Fosforun fotosentez, karbonhidratların sentezi ve enerji transferi gibi bitki bünyesinde cereyan eden hayatsal olaylarda önemli rol oynadığı tespit edilmiştir (Marschner 1995, Güneş ve ark 2000).

Bitkilerin genç kısımları ile çiçek ve tohumlarındaki fosfor miktarı daha fazla olup, fosfor bitki bünyesinde mobil halde bulunmaktadır. Bitki, topraktan yeteri kadar fosfor alamadığı zaman bitkinin yaşlı kısımlarında bulunan fosfor, metabolik aktivitenin yüksek olduğu, genç kısımlarına nakledildiğinden, fosfor noksanlığının ilk olarak bitkinin yaşlı kısımlarında görülebileceğini belirtilmiştir (Marschner 1995, Güneş ve ark. 2000).

Fosfor, tohum ve meyvelerde fitin formunda bulunmaktadır. Tohumun çimlenmesi sırasında da fitin metabolize edilir ve diğer fosfor formlarına dönüştürülür (Ergle ve ark. 1959). Bitkide inorganik fosfor, ortofosfat ve kısmen de pirofosfat halinde bulunur. Organik fosfatlar ise ortofosfatın şeker ve alkollerle esterleşmesiyle veya bir pirofosfat bağıyla başka bir fosfat grubuna bağlanmasıyla oluşan bileşiklerdir. Bu şekilde oluşan fosforilize olmuş şeker ve alkoller genellikle metabolizmada ara ürünlerdir (Aktaş 1994).

Bitki hücreleri tarafından absorbe edilen fosfat iyonları çok hızlı bir şekilde metabolik proseslere dahil olur. Jackson ve Hagen' e (1960) göre absorbe edilen fosfat iyonlarının % 80' inin, absorpsiyondan 10 dakika sonra organik bileşiklere katıldığını saptamıştır. Bitkide fosfat oldukça hareketlidir ve hem yukarı hemde aşağı doğru hareket

edebilmektedir. Bouma (1967) genç yapraklara gelen fosfatın sadece köklerden değil, aynı zamanda daha yaşlı yapraklardan da geldiğini bildirmiştir. Benzer şekilde genç yapraklarda bulunan fosfat da yaşlı yapraklara taşınabilmektedir. Aşağı doğru olan fosforun bu taşınması esas itibariyle floemde olmaktadır.

Bitkiler çok düşük konsantrasyonda fosfor içeren çözeltilerden fosforu absorbe etme gücüne sahiptirler. Kök hücrelerinin ve ksilem özsuynunun fosfat konsantrasyonu genellikle toprak çözeltilisinin fosfat konsantrasyonundan 100-1000 kez daha yüksektir. Yani fosfat anyonları oldukça yüksek bir konsantrasyon farkına karşı yönde absorbe edilmektedir. Dolayısıyla aktif absorpsiyon prosesi işlemektedir. Aktif fosfor absorpsiyon kabiliyeti bakımından bitki tür ve hatta aynı türün çeşitleri arasında farklılıklar vardır. Barber ve Thomas (1972) muhtelif mısır çeşitlerinin fosfat absorpsiyon oranları arasında dikkate değer farklılıklar olduğunu saptamışlardır. Yazarlar bu farkın genetik özelliklerce tespit edilmiş olduğunu ileri sürmüşlerdir. Benzer bulgular diğer bazı bitkiler arasında da Brown ve ark. (1977) tarafından ortaya konulmuştur. Fosfor noksanlığının gelişmeyi sınırlandırıcı bir etken olduğu topraklarda, bitkilerin fosfor alımındaki etkinliği, P beslenmesi bakımından önemli bir özellik olabilir. Öte yandan P-etkin denilebilecek bu bitkiler Fe ve Cu stresi altında kaldıklarında, P absorpsiyonundaki etkinlik onların Fe ve Cu noksanlıklarından daha çok zarar görmelerine neden olmaktadır. Çünkü P ile Fe ve Cu arasındaki antagonistik interaksiyon nedeniyle P alımı arttıkça Fe ve Cu noksanlıklarına karşı duyarlılıkta artmaktadır.

Hemwall (1957), yaptığı çalışmada bitkilerin toprağa uygulanan fosforlu gübrenin yaklaşık olarak % 10-30' undan faydalanabildiklerini, geriye kalan % 70-90 gibi büyük kısmının kimyasal çökelmeler ve fizikokimyasal tutunmalar şeklinde toprakta fikse edildiğini bildirmektedir.

Bir bitkinin erken gelişme dönemlerinde fosforun yeterli miktarda bulunması, üreme organlarının oluşmaya başlaması bakımından çok önemlidir. Fosfor fazla miktarda bitkinin tohum ve meyvesinde bulunur ve tohum oluşumu için mutlak gerekli bir elementtir. Topraktaki fosfor miktarı bitki köklerinin gelişimi açısından da çok önemlidir. Çözünebilen fosfat bileşikleri toprakta bir banda uygulandığında bitki kökleri bu toprak zonunda fazlasıyla yaygın bir gelişme gösterir. Ortamda yeterli düzeyde fosforun bulunması hububat bitkilerinde sapın daha kuvvetli olmasını sağlar. Uygun düzeylerde fosfor uygulamasıyla bazı meyvelerin, mera bitkilerinin, sebzelerin ve tane



veriminin kalite yönünden arttığı ve hastalıklara karşı dayanıklılığının arttığı bilinmektedir. Küçük taneli hububatlarda kök çürüklüğü hastalıklarına karşı toleransın artması yönünden, özellikle fosforun olumlu yöndeki etkisi göz ardı edilmemelidir. Yine küçük taneli hububatlarda, fosfor yetersizliği sonucunda bitkinin zayıf kalması sonucunda don zararı riski, özellikle fosfor bakımından yoksul topraklarda ve uygun bulunmayan gelişme koşullarında fosfor uygulaması ile önemli düzeylerde azaltılabilir (Güzel ve ark. 2002).

Fosfor noksanlığında bitki gelişimi yavaşlamakta ve özellikle gövde gelişimi azalırken kök gelişimi artmaktadır. Bunun sebebi ise, bitkinin rizosfer bölgesinde ulaşamadığı fosfora kök gelişimini arttırarak ulaşmaya çalışmasıdır. Genel bir kavram olarak fosfor noksanlığı görülen alanlarda fosforlu gübre uygulamaları ile bitkilerin kuru madde miktarları ve elde edilen verim miktarları artmaktadır (Korkmaz 2005).

Fosfor noksanlığı çeken bitkilerin kök/yeşil aksam oranını arttırmaları, bitkilerin P eksikliğine karşı geliştirdikleri önemli bir mekanizmadır. Yapılan çalışmalarda mısır (Anghinoni ve Barber 1980), bakla (Haynes ve Ludecke 1981), kolza, ıspanak ve domates (Föhse ve Jungk 1991), fosfor eksikliğinde kök uzaması ve ince kök oluşumunu arttırmıştır.

### **2.3. Bitkilerde Fosfor Etkinliği**

Etkinlik; tane ürünü ve biyomas oluşturmak üzere bitkinin besin maddesini alım ve kullanım kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Gourley ve ark. 1993).

Fosfor etkinliği aşağıdaki formülle hesaplanabilir (Korkmaz 2005):

$$P \text{ etkinliği} = \left( \frac{\text{Yetersiz P koşullarında KA}}{\text{Yeterli P koşullarında KA}} \right) * 100 \quad (2.1)$$

Fosfor etkinliği Agronomik Etkinlik (AE) ve Fizyolojik Etkinlik (FE) olarak iki ayrı şekilde ifade edilmektedir. Agronomik etkinlik düşük P düzeyinde elde edilen kuru ağırlığın (KA) yüksek P düzeyinde elde edilen kuru ağırlığa oranlanması ile belirlenmiş olup % olarak ifade edilmektedir, fizyolojik etkinlik ise kuru ağırlığın P konsantrasyonu ve P alımına oranlanmasıyla iki şekilde ifade edilmektedir (İnal 2001).

Fosfor etkinliği birçok araştırmacı tarafından değişik şekillerde tanımlanıyor olsa da, genel anlamda, toprakta bulunan P' un bitkiler tarafından alınarak, bitkinin ilgili organlarında etkili bir şekilde kullanabilme yeteneği şeklinde açıklanabilir. Bu tanımlamaya benzer olarak, Fageria ve Baligar (1999) da farklı buğday çeşitleri

kullanarak, artan besin P uygulamalarının bitki verimi üzerine olan etkilerine göre kullanılan çeşitlerin etkinliklerini 4 grup altında değerlendirmişlerdir. Bunlar:

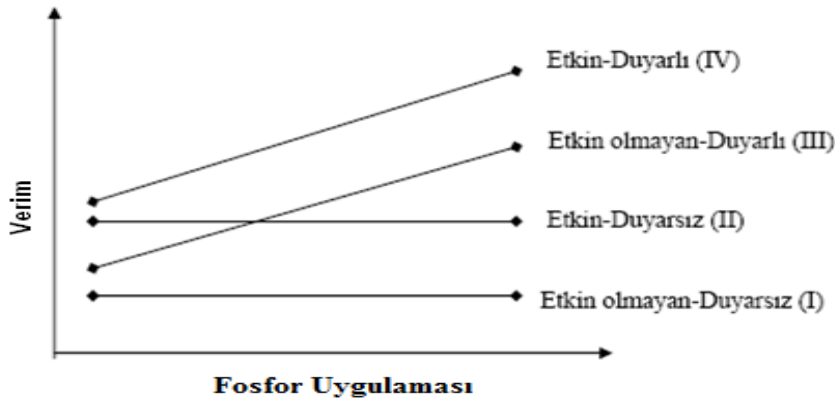
1- Etkin olmayan ve tepkisiz genotipler; toprakta düşük düzeyde bulunan alınabilir P' dan verimleri olumsuz etkilenen ve P uygulamasına pozitif tepki vermeyen çeşitler

2- Etkin ve tepkisiz genotipler; toprakta düşük düzeyde bulunan alınabilir P' dan verimleri olumsuz etkilenmeyen ve P uygulamalarına pozitif tepki vermeyen çeşitler

3- Etkin olmayan ve tepkili genotipler; toprakta düşük düzeyde bulunan alınabilir P' dan büyümeleri olumsuz etkilenen ama P uygulamasına pozitif tepki veren çeşitler

4- Etkin ve tepkili genotipler; toprakta düşük düzeyde bulunan alınabilir P' dan verimi olumsuz etkilenmeyen ama P uygulamasına pozitif tepki veren çeşitler olarak ele alınmıştır.

Yukarıda belirtilen bu sınıflamaya göre arzu edilen, yani ideal çeşitler 4. sınıfa uygun olan genotiplerdir. Yani, etkin ve duyarlı genotipler olup, düşük P düzeylerinde bile diğerlerine göre daha yüksek verimi veren ama artan dozlardaki P uygulamalarının da verim artışına yol açtığı genotipler olarak izah edilenleridir.



**Şekil 2.3.** Fosfor kullanım etkinliğinin artan fosfor konsantrasyonu ve verim ile ilişkisi (Gerloff 1977)

Fageria ve Baligar' a (1997) göre, düşük ve yüksek fosfor koşullarında yetiştirilen mısır genotiplerinin bitki ağırlıkları, gövde ve kök ağırlıkları, besin elementi alımı ve kullanımı açısından önemli farklar gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Öktem ve Ülger (1998), yaptıkları çalışmada farklı dozlarda (0, 4, 8, 16 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) gübre kullanarak mısır bitkisinin P kullanım etkinliğini araştırmış ve artan dozlarda

uygulanan fosforun dane veriminde artışa neden olduğunu ve en yüksek verimin 8 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dozunda olduğu rapor edilmiştir.

Amrani ve ark. (1999) buğday ve mısır üretiminde fosforlu gübrelerin ve residual (geriye kalan) fosforun bitki gelişimi üzerine olan etkilerini araştırmak için kurdukları sera denemesinde artan dozlarda fosforun (0, 3.4, 6.7 ve 13.4 mg kg<sup>-1</sup> P) ilk ürün buğdayda dane verimini önemli oranda etkilediğini ve toprakta başlangıçta bulunan yarayırlı fosforun bitkinin uygulanan fosfora karşı tepkisi için önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir. İkinci ürün olarak buğday bitkisinden sonra hiç fosforlu gübre uygulamaksızın mısır bitkisi yetiştirilmiş ve 13 toprağın 5' inde residual fosforun etkisinden dolayı bitkinin dane veriminin arttığı bulunmuştur. Fosforun 0 ve 3.4 mg kg<sup>-1</sup> P dozlarında bazı toprak serilerinde bitkilerde fosfor noksanlığına neden olduğunu bununla birlikte mısır sonrası tekrar ekilen buğday bitkisinde de benzer sonuçlar elde edildiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, yüksek miktarlarda uygulanan fosforlu bileşiklerin residual etkilerinin olduğunu ve gübreleme yapmadan önce toprakta mevcut bulunan fosforun mutlaka dikkate alınması gerektiğini bildirmişlerdir.

Fageria ve Baligar (1999) yaptıkları çalışmada 0 (düşük P), 75 ppm P (orta P) ve 150 ppm P (yüksek P) uygulayarak 15 buğday çeşidinin fosfor etkinliğini araştırmışlar ve bu çalışmada çeşitler arasında fosfor kullanımı açısından önemli farklar olduğunu gözlemlemişlerdir.

Otto ve Kilian (2001) uzun süreli olarak 1982-1998 yılları arasında fosforlu gübre uygulaması ile yetiştirdikleri buğday bitkisine 0-45 kg ha<sup>-1</sup> P arasında triple süperfosfat uygulaması yaparak 10 ile 15 kg ha<sup>-1</sup> P dozunda optimum verimi elde etmişler, bununla birlikte uygulanan fosforlu gübreler ile birlikte bitki gelişiminin önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Başlangıçta (1982 yılı) yaptıkları toprak analizlerinde toprakta 0-20 cm ve 20-40 cm derinliklerinde 8.7 ve 4 mg kg<sup>-1</sup> P bulunduğunu ve uygulanan fosfor ile birlikte 1998 yılında yapılan toprak analizinde 0-20 cm toprak derinliğinde kontrol dozunda 12.51 mg kg<sup>-1</sup> P ve 45 kg ha<sup>-1</sup> P dozunda ise 44.46 mg kg<sup>-1</sup> P düzeyinde fosfor belirlenmiştir. 20-40 cm derinliğinde ise 5.9 mg kg<sup>-1</sup> P ve 45 kg ha<sup>-1</sup> P dozunda 11.24 mg kg<sup>-1</sup> P olup, toprağın yarayırlı fosfor içeriğinin 20 kg ha<sup>-1</sup> P dozunun üzerinde gübreleme yapıldığında her yıl toprak içerisinde birikerek çok hızlı bir şekilde yükseldiğini belirtmişlerdir.

Sanchez ve ark. (2001), mısır ve patates bitkisi ile yaptıkları araştırmada, bitkilerin fosfor noksanlığını ilk 30 gün içerisinde belirgin olarak gösterdiklerini, kök uzunluğu ve

yoğunluğunun arttığını, P noksanlığında bitkilerin topraktaki fosfordan yararlanmaları açısından son derece önemli olduğunu ve fosforun bitki kuru madde miktarını artırdığını belirtmişlerdir.

Korkmaz (2005), kireçli toprakların fosfor durumlarının belirlenmesi ve fosfor uygulamasının mısır verimine etkisi üzerine yapmış olduğu çalışmada sera denemesi sonuçlarına göre seçilen etkinliği farklı çeşitler, fosfor kullanımları verim ilişkisi açısından 2 yıl süre ile tarla denemeleriyle araştırılmıştır. Denemede fosfor kaynağı olarak TSP (triple superphosphate) 0 (kontrol), 4, 8, 12 ve 16 kg da<sup>-1</sup> dozlarında uygulanmıştır. Deneme sonuçları değerlendirildiğinde P uygulamaları mısır tane verimini istatistiksel olarak önemli oranda arttırmıştır. Deneme sonuçlarına göre bölge topraklarında mısır yetiştirebilmek için başlangıçta toprakta bulunan yarıyıllı fosfor içeriğine bağlı olarak 8-12 kg da<sup>-1</sup> önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Gök (2007), düşük fosfor koşullarında yetişen mısır çeşitlerinin fosfor beslenme statüleri üzerine kükürt ve çinko elementlerinin etkisi üzerine yapmış olduğu çalışmada fosfor içeriği düşük olan topraklarda topraktan artan düzeyde uygulanan fosfor ve çinko kuru madde verimini arttırmıştır. Artan dozlarda uygulanan fosfor ve çinko ile birlikte kuru madde verimi Brasco çeşidinde % 443, Sele çeşidinde % 312 ve Tiater çeşidinde ise % 390'lık bir artış göstermiştir. Ancak artan düzeyde uygulanan kükürdün kuru madde verimine etkisi önemli görülmemiştir.

Tunçtürk (2008), 2004 ve 2005 yıllarında fosforlu gübrelemenin Van ekolojik koşullarında kolzanın verim unsurları üzerine etkisini araştırmak için yapılan bir çalışmada, en yüksek tohum (1458 kg ha<sup>-1</sup>) ve yağ verimi (570 kg ha<sup>-1</sup>) 90 kg ha<sup>-1</sup> P uygulamasından elde edilmiştir. Ayrıca araştırmada en yüksek tohum ve yağ verimi Marınca kolza çeşidinden elde edilmiştir.

Çetin ve Öztürk (2012), farklı fosfor dozlarının soyanın verim ve verim unsurları üzerine etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada Nova soya çeşidi ve 5 farklı fosfor dozu (0, 3, 6, 9 ve 12 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) kullanılmıştır. Araştırma sonuçları fosfor uygulamasının ilk bakla yüksekliği, bitki başına bakla sayısı, bin tohum ağırlığı ve tohum verimi üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, benzer toprak koşullarındaki soya tarımında, üretim ekonomisi açısından 3 kg da<sup>-1</sup> fosfor uygulamasının yeterli olabileceğini belirtmişlerdir.

## 2.4. Kolza Bitkisinde Fosforun Etkisi

Anderson ve Kusch (1967) yaptıkları 2 yıllık çalışmada, kolza üzerine N, P, K ve sülfür gübrelere kullanarak 14 farklı gübre uygulaması yapmışlardır. Kolza üzerine azot ve fosforun birlikte uygulanması sonucunda  $11 \text{ kg ha}^{-1}$  artış sağlamıştır.

Strong ve Soper (1973a) keten (*Linum usitatissimum* L., cv. Redwood), buğday (*Triticum vulgate* L., cv. 'Manitou'), kolza (*Brassica napus* cv. 'Tanka') ve karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) olmak üzere 4 bitki üzerine yaptıkları sakı denemesinde, P' un bitkiler arasındaki etkilerini açıklamak için  $^{33}\text{P}$  etiketli dikalsiyum fosfat dihidrat (DCPD) ve  $^{32}\text{P}$  DCPD etiketli fosfatlı gübre, kök bölgesine uygulanmak üzere incelenmiştir. Bu bitkilerdeki kök sistemleri, kök bölgesine uygulanan farklı miktarlardaki fosfordan dolayı artış göstermiştir. Kök büyüme bölgesindeki artış sırasıyla keten, buğday, karabuğday ve kolza şeklinde olmuştur.

Holmes ve Ainsley (1977) baharlık kolzada gübre uygulamaları adı altında 1973-1975 yıllarında 26 tarla denemesi yapmışlardır. 26 uygulamanın 23' ünde azot tarafından tohum ve yağ verimi artarken, yağ içeriği az miktarda azalmıştır. Ortalama olarak, ekinde optimum verim için  $187 \text{ kg ha}^{-1}$  N gerekli olmuştur. 2 ton  $\text{ha}^{-1}$  ürün için yaklaşık  $32 \text{ kg ha}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$  kaldırılmıştır. 2 ton  $\text{ha}^{-1}$  ürün için yaklaşık  $15 \text{ kg ha}^{-1}$   $\text{K}_2\text{O}$  kaldırılmıştır. Bütün uygulamalarda ekine kükürdün etkisinin olmadığı bulunmuştur.

Sheppard ve Bates (1980) azot, fosfor ve potasyumun kolzada (*Brassica napus* L.) verim ve kimyasal bileşime etkisi üzerine 3 yıllık bir çalışma yapmışlardır. 0-200  $\text{kg ha}^{-1}$  N, 0-100  $\text{kg ha}^{-1}$  P ve 0-180  $\text{kg ha}^{-1}$  K serpmeye veya 4.2-7  $\text{kg ha}^{-1}$  N-P-K tohum bandına uygulanmıştır. Toplam verim, tohum verimi, bitki boyu, tohumun yağ ve azot içeriği ve yapraktaki N, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn ve B içeriği ölçülmüştür. Kolzada  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  N serpme uygulanması ile maksimum tohum verimi elde edilmiştir. Topraktaki P  $10 \mu\text{g cc}^{-1}$  den az olduğu zaman  $7 \text{ kg ha}^{-1}$  P banda veya  $25 \text{ kg ha}^{-1}$  P serpme uygulandığında tepki oluşmuştur. Yapraktaki kritik P konsantrasyonu % 0.2' den daha da az bulunmuştur. Serpme uygulanan K çok az tepkimeye girerek toprak testinde yaklaşık  $50 \mu\text{g cc}^{-1}$  K olarak gözlenmiştir. Erken ekim döneminde (Nisan sonu Mayıs başı) tohum verimi  $225 \text{ kg ha}^{-1}$  üzerinde, geç ekim döneminde (Mayıs sonu) ve banda uygulanan gübreleme de tohum verimi  $55 \text{ kg ha}^{-1}$  üzerinde verim artışı sağlamıştır.

Cuntsrensen ve ark. (1985) kolzanın büyüme, verim ve kalitesi üzerine azot ve fosforlu gübrelemenin etkisi üzerine 6 yıllık bir çalışma yapmışlardır. Ekim tarihleri mayıs başından haziran ortasına kadar haftalık aralıklarla kurulmuştur. Maksimum verim dönemleri *B. napus* için mayıs ortası ve *B. campestris* için mayıs ortasından sonuna kadar tohum döneminde elde edilmiştir. Ekim tarihinin bitki yoğunluğu veya tohum kalitesi üzerinde çok az etkisi bulunmuştur. Azot ve fosfor gübresi, bitki yoğunluğunun azaldığı fakat besleyici faktörlerin azaldığı yerde tohum verimini artmıştır.

Kucey ve Leggett (1989) *Penicillium bilaji* ile aşılanan kolza (*Brassica napus* L.) tarafından fosfat çözünürlüğündeki artışın fosfor alımı ve verime etkisini değerlendirmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. *Penicillium bilaji* uygulaması kolzada genellikle kuru madde verimi ve P alımını artırmıştır. *Penicillium bilaji* bitki için kaynaklardan P alımını artırdığı görülmüştür; *Penicillium bilaji* ile aşılanan kontrol bitkilerinde P alımı, aşılınmayan bitkilerde MAP uygulamasına göre daha çok P alımına neden olmuştur.

Nuttall ve Button (1990) ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) ve kolza da (*Brassica napus* L.) derin banda uygulanan N ve P' un verime etkisi üzerine yaptıkları 6 yıllık çalışmada, derin banda uygulanan P gübrelemesinin tohum bandına uygulanan P' a göre verimli olup olmadığını belirlemek amacıyla yapmışlardır. Kontrol değerlerine sırasıyla 0-0 ve 11-20 kg N-P eklenmiştir. Denemenin ilk yılında, toprak nem koşulları kurduğunda, derin banda uygulanan fosforlu gübrelemenin tane verimi (0.88 t ha<sup>-1</sup>) tohum yerine uygulanan fosforlu gübrelemenin tane verimi (1.02 t ha<sup>-1</sup>) ortalama olarak kolzaya göre daha yüksek bulunmuştur. Denemenin ikinci yılında, kolzadaki tane veriminde (1.87 ve 1.83 t ha<sup>-1</sup>) iki uygulamada önemli şekilde farklılık görülmemiştir. 4. yılda tohum yerine ve derin banda uygulanan fosfor buğdayda tane verimi üzerine (2.97 ve 2.95 t ha<sup>-1</sup>) önemli bir farklılık göstermemiştir. 6 yıl boyunca N ve P uygulamaları (N P uygulamaları ile 75 kg ha<sup>-1</sup> N) sonucunda toprakta mevcut (kontrol) fosfor 7.5 µg g<sup>-1</sup> P' dan 12.9 µg g<sup>-1</sup> P' a yükselmiştir. Genel olarak ya derin banda uygulanan P gübrelemesi ya da tohum yerine az oranda uygulanan P gübrelemesiyle benzer oranda ürün verimi vermiştir, ilk yılda kolza için ürün verimi tohum yerine uygulamada daha iyi sonuç vermiştir.

Pinkerton (1991) azot ve bitki yaşı tarafından kritik fosfor konsantrasyonlarının kolza ve Hint hardalina etkisi üzerine bir çalışma yapmıştır. Bir tanı testinde numune için uygun doku, her iki türün sürgün aşamasında veya kolzanın geniş genç yapraklarında ve

hardalın 4-6 yapraklı rozet aşaması olduğunu belirtmiştir. Kritik P konsantrasyonları bitki yaşı ve azot kaynağı olmak üzere her ikisine de bağlı bulunmuştur. Kritik fosfor düzeyleri, kolza sürgünlerinde azotla uygulamada erken rozetleşme aşamasında % 0.29' dan rozetleşmenin sonunda veya sarı renkli aşamada % 0.21' e düşerken, hardalda kritik değerler erken rozetleşme aşamasında % 0.25' den çiçek sapı oluşumunda % 0.18' e kadar düşmüştür. Yüksek N ve yüksek P kaynaklarıyla beslenen her iki türünde tohum yağ konsantrasyonu azalmış; düşük P ve yüksek N kaynağı kolza tohumunun yağ konsantrasyonunu azaltırken, hardalinkini artırmıştır.

Grant ve Bailey (1993) kolza üretiminde verimlilik yönetimini araştırmışlardır. Kolza tahıllar kadar veya daha fazla azota ihtiyaç duymaktadır. Kolza optimum verim için tahıllardan daha fazla fosfora ihtiyaç duysada, uygulanan fosfor ve topraktaki fosfordan daha fazla yararlanabildiğinden, fosforlu gübrelemeye daha az ihtiyaç duymaktadır. Büyüme esnasında kolza potasyumu önemli miktarda alır, fakat tohum döneminde az miktarda potasyuma ihtiyaç duyar, bu nedenle tahıllardan daha az potasyumlu gübreleme gerektirir. Kolza, tahıllardan daha fazla kükürte ihtiyaç duymaktadır ve yüksek seviyede azot uygulaması kükürt eksikliği nedeniyle kolzada verimi azaltır. Çalışmalarda B, Zn ve Cu uygulamaları sonucunda kolzada verim artışları görülmüştür. Kolzanın optimum tohum verimi ve kalitesinin yanısıra uygun gübreleme dengeli beslenmesi için önemlidir.

Bolland (1997) fosforun kolza ve buğdayda verim üzerine etkisini araştırmıştır. Fosfor ekim sırasında tohum bandına 4 cm derinliğe uygulanmıştır. Maksimum verim üretmek için gerekli fosfor miktarından çeşitlerin fosfor gereksinimleri belirlenmiştir. Kolzanın buğdaydan daha az fosfora ihtiyacı olduğu bulunmuştur.

Zhang ve ark. (1997) kırmızıturp ve kolza bitkilerinde düşük molekül ağırlıklı organik asitler ve az çözünür inorganik fosfattan yararlanma sonucunda kökteki salgısının artırılması üzerine yaptıkları çalışmada, yeterli fosfor ve eksik fosfor olan besin çözeltilisinde yetiştirilen kırmızıturp ve kolza bitkilerinin köklerindeki salgılar toplanmıştır. Fosforun yetersiz olduğu koşullar altında kırmızıturp da, baskın organik asitlerden tartarik, malik ve süksinik asitler 15 kat (süksinik asit) ve 60 kat (malik asit) arasında artmıştır. Kuvars kum kültürü ile birlikte ya  $Ca_3(PO_4)_2$  veya  $AlPO_4$ ' la yapılan başka bir deneyde, kırmızıturp için fosfor kullanımı  $AlPO_4$   $Ca_3(PO_4)_2$ ' dan daha iyiyken kolza için tersi olmuştur. Sonuçlar az çözünür fosforun harekete geçmesinde özel organik bir asidin rolünü göstermiştir.

Habib ve ark. (1999) kireçlenmiş alkalın topraklarda (pH 7.72) kaya fosfatı (PR) ve TSP (P oranı= 50/50) ile onun karışımının kolza (*Brassica napus L.*) gelişimi için tarımsal etkinliğini değerlendirmek amacıyla bir sera denemesi yapmışlardır. Uygulanan fosfor oranları 0, 12.5, 25, 50 ve 100 mg kg<sup>-1</sup> fosfor TSP olarak veya kaya fosfatı şeklindedir. Alkalın ve kireçli koşullarda kireç uygulama oranlarının % 10, % 20 ve % 30 CaCO<sub>3</sub> kolza üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Kolza tarafından P alınımı TSP> (PR+TSP)> PR etkinlik sırasını takip ettiğini göstermiştir.

Lickfett ve ark. (1999) yaptıkları sera saksı denemesinde bitki için kullanılabilir fosforun iki kolza çeşidinde (*Brassica napus L.* var. *Oleifera*, cv. Bristol ve cv. Lirajet) tohum ve yağ verimi, P alımı ve fitat konsantrasyonunu incelemişler uygulanan fosforun bitkilerde verim ve tohum kalitesi üzerine etkisine bakmışlardır. Topraktaki fosforun önemli oranda artışı, tohum ve yağ verimi, tohumdaki yağ ve P konsantrasyonunda artışa ve fosforun tohumda taşınımına neden olmuştur. Fitat fosfor konsantrasyonu tohumlarda 0.5-6.9 g kg<sup>-1</sup>, kolza tohum küspesinde 0.9-12.8 g kg<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur. Yetersiz fosfor tohumdaki fosfor ve fitat konsantrasyonunda azalmaya neden olmuştur. Çeşitler ve fosfor kaynakları ile tohum verimi, yağ verimi ve hasat sonrası P indeks özellikleri arasında önemli etkileşimler bulunmuştur.

Qian ve Schoenau (2000) yaptıkları çalışmada domuz gübresi ve ürenin kolza üzerindeki etkisini kontrollü çevre koşullarında incelenmişlerdir. Saksıda yetiştirilen kolzaya 0 ve 100 mg kg<sup>-1</sup> N veya üre eklenmiştir. Olgunluğa gelen bitkilerde verim ve besin içeriği belirlenmiştir. Domuz gübresi ve üre ilavesi sonucunda kolzada P birikimi ve tohumlarda P oranı daha yüksek bulunmuştur. N ve P içeren gübre uygulaması topraktaki N ve P kaynağını önemli ölçüde değiştirmiştir. Üre uygulaması N kaynağını arttırmıştır, ancak topraktaki mevcut P kaynağı oranında hafif bir azalmaya neden olmuştur. Üre uygulamasında topraktaki mevcut P kaynağının bariz azalmasına rağmen, kolzada büyük bir kök kütlesi nedeniyle N:P oranı P emilimini artırmıştır.

Brennan ve Bolland' ın (2001), yaptıkları tarla denemesinde süperfosfat olarak uygulanan fosforlu gübrelemenin (0, 5, 10, 15, 20 ve 40 kg ha<sup>-1</sup> P) kolza, acı bakla ve buğday için verimdeki artışı ölçmüşlerdir. Fosforun uygulanan her miktarı için, sürgün ve tohumdaki fosfor konsantrasyonu kolza için acı bakla ve sonrasında buğdaydan daha fazla bulunmuş, kolza ve acı bakladaki kökler topraktaki fosfordan buğdaya göre daha iyi yararlandığı belirlenmiştir. Maksimum verim için eylül ayında kuru sürgünlerde ölçülen kritik fosfor konsantrasyonu buğday için yaklaşık 2.3 g kg<sup>-1</sup> P, acı bakla için 2.8



g kg<sup>-1</sup> P ve kolza için 3 g kg<sup>-1</sup> P yeterli olmuştur. Sürgünlerde fosfor konsantrasyonu tohum verimi ile ilişkililikten benzer kritik değerler elde edilmiştir.

Cheema ve ark. (2001) 1995-1997 yıllarında kolza gelişiminde tohum ve yağ verimi üzerine azot ve fosforlu gübre uygulamalarının etkisini araştırmışlardır. Gübre uygulama oranları 0 ve 0 (F0), 60 ve 0 (F1), 0 ve 30 (F2), 60 ve 30 (F3), 90 ve 60 (F4), 120 ve 90 (F5) kg ha<sup>-1</sup> N ve kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> şeklindedir. Fosfor ekimle beraber uygulanırken, azot bölünerek uygulanmıştır. Her iki yılda da büyüme aşamasındaki, tohum verimi ve verim bileşenleri uyumlu bulunmuştur. Her iki bitki için, 90/60 kg ha<sup>-1</sup> N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uygulaması toplam kuru madde ve tohum verimini artırmıştır. Maksimum yağ içeriği kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Sonuç da kolza için tohum ve yağ verimi F4 uygulamasında (90/60 kg ha<sup>-1</sup> N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) elde edilmiştir.

Afridi ve ark. (2002a) NPK uygulamasının kolzada verim ve yağ içeriği yönünden etkisini değerlendirmek için bir çalışma yapmışlardır. N bölünerek uygulanmış ve önemli ölçüde uzun bitkiler üretilmiştir. Tane verimi P düzeyinin artması ile birlikte artmıştır. 50 kg da<sup>-1</sup> P uygulamasında yağ içeriği önemli ölçüde artarken, bunun üstünde uygulanan P yağ içeriğini azaltmıştır. Kolza tane üretimi için 100 kg ha<sup>-1</sup> N, 75 kg ha<sup>-1</sup> P ve 30 kg ha<sup>-1</sup> K optimum doz olarak bulunmuştur. En yüksek yağ içeriği de 100 kg ha<sup>-1</sup> N, 50 kg ha<sup>-1</sup> P ve 60 kg ha<sup>-1</sup> K ile elde edilmiştir.

Afridi ve ark. (2002b) NPK uygulamasının kolzada verim unsurları üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları başka bir çalışmada, N' un iki düzeyi, P' un dört düzeyi ve K' nin iki düzeyi uygulanarak test etmişlerdir. N bölünerek uygulanmış ve bitki başına dal sayısında önemli ölçüde artış olduğu kanıtlanmıştır. Azotun, bitkide tohum zarfı oluşturmada, tohum kabuğunda ve tane ağırlığında hiçbir etkisi olmamıştır. Fosforun bitki başına tane ağırlığı ve bitkideki dallanmada etkisi yokken, bitki ve tohumdaki kabuğu doğrusal olarak arttırdığı görülmüştür. Potasyum bitkideki dallanmada, bitkide tohum zarfı oluşturmada, tohum kabuğunda ve tane ağırlığında önemli etki göstermemiştir. Fosfor kolzanın verim bileşenleri üzerinde NPK arasında büyük etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Guang ve Li (2002) asidik topraklarda 6 bitki türünün kaya fosfatlarının kullanım kapasitesi ile fosfat eksikliğine karşı verdikleri tepkiye ilişkin topraksız kültürde karşılaştırılmıştır. Turp, karabuğday ve kolza kaya fosfatını kullanmaları açısından daha yeteneklilerken karaçayır, buğday ve sesbania (yabancı ot) daha az etkili olmuştur. P eksikliği (-P) durumunda turp kendi kültür ortamını alkaline hale getirirken, diğer bitkiler

asitleştirmiştir. pH nötrale olduğu zaman besin ortamı ile bitkiler ya -P ya da +P koşulları altında, besin ortamları ile P eksikliğinde karabuğday, kolza ve turp çözülmüş Al ve Fe fosfattan sesbania, karaçayır ve buğdaydan daha yüksek oranda yararlanmışlardır. Ortamdaki organik ligandların karakterizasyonu sonucu çözümleri olan sitrat ve malat büyük organik anyonlar olduğundan kolza ve turp tarafından dışarı atılmıştır. Sitrat ve malatın yanısıra, P eksikliği durumunda karabuğday tartarat asidinin tuzunu büyük miktarda dışarı atmıştır. Buna karşılık, karaçayır, buğday ve sesbania da fosfor durumu ne olursa olsun, oksalik asit sadece sınırlı miktarda salgılanmıştır. Sonuç olarak, fosfor açlığına karşı bitkilerin kaya fosfatları veya topraktaki fosfatların kullanılması için yeteneği olduğu belirtilmiştir.

Karamanos ve ark. (2002) güz ve erken baharda ekilen kolzada (*Brassica Napus L.*) farklı ekim ve fosfor uygulamaları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Kolzanın ekim yılı sonbaharda 14-28 Ekim veya ilkbaharda 3 Mayıs'tan 26 Nisana serpererek veya tohum sırasına olmuştur. Fosforlu gübreyi serpme veya banda ve tohum sırasına veya bandın yanına sırasıyla 0, 20 ve 40 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> şeklinde uygulayarak değerlendirmişlerdir. Kolzanın güz ekiminde yapılan bütün denemelerde daha erken olgunluk (7 ila 10 gün) ve büyük tohum elde edilmiştir. Fosfat uygulamasının etkinliği ekim yöntemiyle ilişkili olduğu ve fosfor eksikliği görülen yerlerde fosforun tohum sırasına uygulanmasının daha yüksek verimle sonuçlandığı bulunmuştur. Sonuç olarak, ekim zamanının yağ içeriğinde bir uygulamada arttığı, başka bir uygulamada azalttığı ve kalanda değişmediği tespit edilmiştir.

Thomas ve Rengel (2002) yaptıkları çalışmada, TSP, MAP ve DAP gübrelere banda uygulanarak kolzada büyüme ve topraktaki fikse fosfordan beslenme ve bu bantlardan besinlerin dağıtımını incelemişlerdir. 28 gün sonra, MAP veya DAP gübrelere kolzada büyüme, TSP ile gübrelemeden daha fazla olmuştur. Banda uygulanan DAP' dan fosfor hareketi en fazla olmuştur. Bandın çevresine uygulanan DAP gübrelemesinden dolayı fosfor Al fosfat veya Fe fosfat şeklinde fiksasyonu azaltırken, pH' daki artış sonucu fosfor fiksasyonu daha az olmuştur. DAP gübresi toprakta fosfor fiksasyonunu azalttığından kolza üretiminin en iyi olmasına neden olmuştur.

Chien ve ark. (2003) alkalın topraklarda (pH 7.7) üzerinde kolza gelişimi için fosfat kayasının (PR) etkisini araştırmışlardır. Uygulanan P oranları 0, 5, 10, 25 ve 50 mg kg<sup>-1</sup> P şeklindedir. Kolza olgunluk dönemine kadar yetiştirilmiştir. Her fosfor kaynağı ile elde edilen kolza tohumlarındaki verim P oranı ile doğrusal bir fonksiyon göstermiştir.

Her fosfat kayası ile uyumlu TSP tarımsal etkinliğe bağlı (RAE) tepki fonksiyonunun eğim oranları hesaplanmıştır. Sonuçlar fosfat kayasının etkinliğinde (PR) tarımsal etkinlik (RAE) %0-88 arasında değişmekte olduğunu göstermiştir.

Mckenzie ve ark. (2003) 3 büyük bitki ve 5 toprak tipinde fosfor uygulamasının toprak tipleri ve çevresel koşullarındaki etkileri değerlendirmişlerdir. 1991-93 yılları arasında 154 noktada P gübre denemeleri yapılmıştır. Gübre uygulamaları tohum sırasına MAP şeklinde 0, 6.5, 13.1 ve 19.6 kg ha<sup>-1</sup> P şeklinde uygulanmıştır. P uygulamaları sonucunda bitki türlerinde tohum verimi arasında az miktarda fark bulunmuştur. Topraktaki fosforun artışı sonucunda fosforlu gübreleme uygulamalarında azalma olmuştur, bu da karlı bir verim olasılığı sağlamıştır.

Brennan ve Bolland (2004) kumlu toprakta fosfor ve kadmiyum konsantrasyonlarının buğday ve kolza üzerine etkisini incelemiştir. Maksimum tane verimi (kritik değer) ile ilgili Colwell toprak testindeki fosfor, kolza için toprakta 19 mg kg<sup>-1</sup> P ve buğday için toprakta 58 mg kg<sup>-1</sup> P bulunmuştur. Düşük fosfor konsantrasyonları olan toprakta, maksimum verim için, tohum bandına uygulanan fosforu kolza 15 kg ha<sup>-1</sup> P TSP olarak, buğday 65-70 kg ha<sup>-1</sup> P olarak kullanmıştır.

Marschner ve ark. (2007) *Brassica* çeşitleri üzerine yaptıkları çalışmada fosfor alımı ve fosfor sınırlayıcı koşullar altında büyümedeki farklılıkları araştırmışlardır. Bitkiler çiçeklenme döneminin sonunda 6 yapraklıyken hasat edilmiştir. Sürgün ve kök kuru ağırlığı ve kök uzunluğu zamanla artmış ve FePO<sub>4</sub> formunda uygulanan 25 mg kg<sup>-1</sup> P (P25)' te 100 mg kg<sup>-1</sup> P (P100)' den daha düşük bulunmuştur. Mikrobiyal fosfor ve asit fosfataz aktivitesi zaman içinde çok az değişmiş, çeşitler arasında P uygulamaları açısından farklılıklar gözlemlenmiştir.

Solaiman ve ark. (2007) yaptıkları çalışmanın amacı, düşük fosfor durumu ile alkali topraklarda buğday ve kolza çeşitlerinin büyüme, P alımı ve rizosfer özellikleri üzerine toprak tipinin rolünü ortaya koymaktır. Kireçli toprakta (pH 8.5) iki fosfor uygulaması [hiç fosfor uygulanmadan (P0) veya Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> gibi 200 mg kg<sup>-1</sup> P uygulanmıştır (P200)] ve olgunluk veya çiçeklenme döneminde iki buğday (Goldmark ve Janz) ve iki kolza (Drum ve Outback) çeşitleri yetiştirilmiştir. Sürgün ve kök kuru ağırlığı, kök uzunluğu ve sürgündeki fosfor içeriği iki kolza çeşidinde buğdaydan daha yüksek bulunmuştur. Rizosferde kök uzunluğu, pH ve fosfataz aktivitesi ile sürgündeki fosfor içeriği ve mikrobiyal aktivite arasında önemli ölçüde bir ilişki bulunmuştur. Sonuç olarak, kök uzunluğunun topraktaki fosforun alımı ile düşük fosfordan yararlanma ve

rizosfer bölgesindeki mikrobiyal aktivite için önemli bir rol oynadığı, kolza çeşitlerinin buğday çeşitlerinden daha iyi gelişim gösterdiği görülmüştür.

Tunçtürk' ün (2008) bazı yazlık kolza (*Brassica napus* Ssp. *Oleifera* L.) çeşitlerinde fosforlu gübrelemenin verim ve verim öğeleri üzerine etkisi üzerine yaptığı araştırma, üç kolza çeşidinde (Westar, Marinca ve Liravell) farklı fosfor dozlarının (0, 30, 60 ve 90 kg ha<sup>-1</sup>) verim ve verim unsurları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2004 ve 2005 yıllarında Van' da yürütülmüştür. Araştırma sonucunda bitki boyu, kapsül sayısı, tohum verimi, protein oranı, yağ oranı ve yağ verimi bakımından fosfor dozları ve kolza çeşitleri arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar bulunmuştur. Genel olarak, fosfor dozu uygulamaları arttırıldıkça verim ve verim öğelerine ait değerler artmıştır. Ancak yağ oranı, tohum ve yağ verimine etkisi bakımından 60 kg ha<sup>-1</sup> ile 90 kg ha<sup>-1</sup> fosfor uygulamaları arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. İki yıllık ortalamalara göre en yüksek kapsül sayısı (81.9 adet) ve yağ oranı (% 39.5) 60 kg ha<sup>-1</sup> P uygulamasından elde edilirken, en yüksek tohum (1458 kg ha<sup>-1</sup>) ve yağ verimi (570 kg ha<sup>-1</sup>) 90 kg ha<sup>-1</sup> P uygulamasından elde edilmiştir. Ayrıca araştırmada en yüksek tohum (1419 kg ha<sup>-1</sup>) ve yağ verimi (548 kg ha<sup>-1</sup>) Marinca kolza çeşidinden elde edilmiştir.

Rose ve ark. (2008) kolzanın maksimum verimi için büyüme evresinde yeterli P veya K biriktirmiş olduğu, fosfor kaynağı hariç (Deneme 1) veya potasyum kaynağı hariç (Deneme 2) 4 gelişim aşamasında (GS 4.7; GS 4.9-5.5; GS 6.2 ve olgunluk) iki kum kültürü denemesi yapmışlardır. P/K kaynağının iki seviyesi (yeterli veya yüksek) her denemeye dahil edilmiştir. Yeterli ve yüksek K kaynağının her ikisinde de maksimum tohum verimi için erken çiçeklenme döneminde bitkilerde (GS 4.7) K yeterli seviyede bulunmuştur. Yüksek fosfor kaynağı altında, erken çiçeklenme döneminde (GS 4.7) kolzada maksimum verim için yeterli P birikimi olmuştur. Yeterli fosfor kaynağı altında, erken çiçeklenme döneminde (GS 4.7) fosforun alınımından dolayı, ağırlıklı olarak dallar üzerinde daha az meyve ve tohum oluşumu nedeniyle verim düşüklüğü olmuştur. Çiçeklenme döneminin sonunda (GS 4.9- 5.5) fosfor kaynağının azalması meyve dalları üzerinde daha az tohum oluşumuna bu da verimde düşüklüğe neden olmuştur. Erken fosfor alınımı vejetatif organlardan tohuma daha çok fosfor taşınımına neden olmuştur. Yeterli ve yüksek K kaynağı altında sonraki gelişim dönemlerine kadar K temin edildiği zaman, meyve kabuklarında K konsantrasyonu artmıştır. Yüksek kaynak altında kökteki K konsantrasyonu da artmıştır. Sonuçlar, sınırlı P kaynağı

olduğunda kolzada maksimum tohum verimi için çiçeklenme dönemi boyunca fosfor kaynağına ihtiyaç duyulmuştur.

Juan ve ark. (2009) 2006-2007 yetiştirme döneminde, 32 farklı tarla denemesinde azot, fosfor, potasyum ve borun kolza üretimi için verim, kar ve gübrelemenin döllenmeye etkisini araştırmışlardır. Her denemede 6 uygulama yapılmış yani N, P, K ve B gübrelerinin birlikte uygulanması (NPKB), her uygulamada bir gübrenin yokluğu (PKB, NKB, NPB ve NPK) ve çiftçilerin pratik gübre (FFP, kontrol) uygulamasıdır. NPKB uygulamasında ortalama verim 2590 kg ha<sup>-1</sup> olmuştur. Toprakta P, K ve B' dan daha fazla yararlandığı zaman P, K ve B uygulamaları düşük tohum verimini arttırmıştır. Tüm denemelerde N, P, K ve B gübrelerinin kolzada kar ve verim üzerine etkisi aynı bulunmamıştır. 32 deney arasında, N, P ve K gübreleri sırasıyla % 87.5, % 87.5 ve % 50 önemli kar girdileri göstermiştir. Böylece, N, P, K ve B gübrelerinin kombinasyonu kolzada verim ve karı anlamlı olarak artırmıştır.

Morshedi ve Farahbakhsh (2009) kolzada N ve P gübrelemesinin ekim zamanı, tohum verimi, yağ ve protein üretimine etkileri üzerine bir çalışma yapmışlardır. 2 yıl süren bu çalışma, erken ve geç ekim (ana parseller) ve azot ve fosforlu gübreleme (alt parseller) olmak üzere 2 etmenin etkisinde 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. 1. ve 2. yıllarda arpa ve kaba yoncadan sonra kolza ekilmiştir. 1. yıl erken ekim döneminde 3.4 t ha<sup>-1</sup> tohum verimi elde edilmiştir. 2. yıl içerisinde kaba yonca toprağı N' ca zenginleştirmiştir, bu yüzden tohum verimi 3.9 t ha<sup>-1</sup> sonuçlanmıştır. Ekim zamanı geciktikçe genç yapraklardaki toplam N konsantrasyonu azalırken tohum, yağ ve protein üretiminde de azalmaya neden olmuştur.

Wahidi ve ark. (2009) 2004-2005 ve 2005-2006 yıllarında Hyola-43 ve Hyola-401 isimli iki kolza çeşidinde fosforun dört farklı kaynağı (MAP, DAP, NP, SSP) kullanılarak yetiştiricilik yapmışlardır. Kolza çeşitleri iki yıllık çalışma boyunca bütün verim ve yağ kalite özelliği bakımından anlamlı farklılıklar göstermiştir. 2004-2005 ve 2005-2006 yıllarında Hyola-401 tohum veriminde sırasıyla % 6.7 ve % 13.4 artışla Hyola-43' ün üzerinde sonuçlanmıştır. Hyola-43 de Hyola-401 üzerinde yağ ve protein içeriği açısından daha yüksek değerler üretmiştir. 2004-2005 ve 2005-2006 yıllarında sırasıyla yağ ve protein içeriği % 3.3-5.5 ve 5-5.1 oranında artmıştır. Tohum verimi, verim parametreleri ve yağ kalitesindeki farklılıklar fosfatlı gübrelere yanıt olarak anlamlı bulunmuştur.

Salimpour ve ark. (2010) fosfor çözünlüğü ve kükürt oksitleyici bakteriler kullanılarak fosfor durumunun kolza verimini artırması üzerine bir çalışma yapmışlardır. Deneme 3 tekerrürlü 8 uygulama ile bir tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Uygulamalar: 1) Kontrol, 2) TSP (80 kg ha<sup>-1</sup>), 3) Kaya fosfatı (160 kg ha<sup>-1</sup>), 4) Kaya fosfatı+organik madde (çay atığı, 1000 kg ha<sup>-1</sup>), 5) Kaya fosfatı+organik madde+fosfor çözen bakteri, 6) Kaya fosfatı+elementel kükürt+*Thiobacillus* sp. (1000 kg ha<sup>-1</sup>), 7) Kaya fosfatı+*Thiobacillus* sp.+organik madde, 8) Kaya fosfatı+elementel kükürt+*Thiobacillus* sp.+organik madde 3x7 m ölçüsünde parsellerde test edilmiştir. Hasatta ürün verim ve verim bileşenleri de belirlenmiştir. Uygulama 2' de kontrol uygulamasına göre verim en yüksek bulunmuştur. Sonraki en yüksek gelen değerler 8 uygulamasında bulunmuştur. Kontrole göre en yüksek yağ oranı 2 uygulamasını takiben 8 uygulamasında üretilmiştir. Kükürt uygulamalarında en yüksek yağ oranı bulunmuştur.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Deneme Yeri ve Yılı

Araştırma, 2010 yılı kış döneminde Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi arazisinde kontrollü şartlarda amaca uygun bir şekilde kurulmuştur.

##### 3.1.2. Deneme Toprağının Özellikleri

Denemede ortam olarak kullanılan toprak; Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait araştırma alanından 0-20 cm derinlikten alınmıştır.

Araştırmada kullanılan bu toprak örneği temiz bir zemin üzerinde gölgede bir hafta süre ile havada kuru hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Örneklerin çok kaba kısımları ve bitkisel atıkları elle temizlenmiştir. Oluşan kesekler doğal yapısı bozulmayacak şekilde elle parçalanmıştır. Daha sonra 2 mm' lik elekten geçirilen toprak, kapalı kaplarda muhafaza edilmiştir (Demiralay 1993).

**Çizelge 3.3.** Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	pH	Org. Madde	Bünye
%										%	
0.16	4.79	220	4985	276	10	1.8	0.25	30	6.29	2.25	Killi Tın

Çizelge 3.3 incelendiğinde denemelerde kullanılan toprak serilerinin, killi tın bir bünyeye sahip olduğu ve bunun yanı sıra hafif asit pH (6.29) ve % 2.23 ile orta organik madde, tuz ve kireç belirlenemeyecek kadar düşük, yeterli azot (% 0.16), düşük fosfor (4.79 mg kg<sup>-1</sup>), yeterli potasyum (220 mg kg<sup>-1</sup>), yüksek kalsiyum (4985 mg kg<sup>-1</sup>), yeterli magnezyum (276 mg kg<sup>-1</sup>), yeterli demir, çinko, bakır ve mangan (sırasıyla 10, 1.8, 0.25 ve 30 mg kg<sup>-1</sup>) içeriklerine sahiptir.

### **3.1.3. Denemede Kullanılan Kolza Çeşitleri**

Deneme Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi arazisinde kontrollü şartlarda amaca uygun bir şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. 10 farklı kolza çeşidine (Excalibur, Nelson, Vectra, Orkan, Triangel, TKK08-5, Oase, Elvis, Es Hydromel ve Licord) 3 farklı dozda fosfor uygulaması yapılarak, 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

### **3.2. Metod**

Deneme 5 Kasım 2010 yılında kurulmuş olup, bitkiler 31 Aralık 2010 tarihinde çiçeklenme öncesi dönemde hasat edilmiştir. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 10 çeşit (Excalibur, Nelson, Vectra, Orkan, Triangel, TKK08-5, Oase, Elvis, Es Hydromel ve Licord), 3 farklı (0, 50 ve 100 ppm P) fosfor dozu ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her saksıya 2.5 kg olacak şekilde hava kuru toprak doldurulmuştur. Bitki olarak her saksıya 6 adet kolza tohumu olacak şekilde ekim yapıp, daha sonra çimlenmeyi takiben 3 adete seyreltme yapılmıştır.

Ekim öncesi her saksıya temel gübreleme olarak 300 ppm N ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ve 125 ppm K (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) uygulanmıştır. Bunun yanısıra fosfor etkinliğinin belirlenmesi için farklı dozlarda fosfor 0, 50 ve 100 ppm P (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Homojen bir veri elde edilmesi için saksılar haftada bir olmak üzere yer değiştirme işlemine tabi tutulmuştur.

Denemede, çiçeklenme öncesinde ve 10 haftalık bitkilerde fosfor noksanlığı görülmeye başladığı dönemde toprağın 1 cm yukarisından hasat edilip, yıkanıp, 70 °C'de 48 saat kurutulduktan sonra, bitki öğütme değirmeninde öğütülüp, analizler için hazır hale getirilmiştir (Kacar 1984).

#### **3.2.1. Toprak Örneklerinde Yapılan Rutin Analizler ve Uygulama Yöntemleri**

Toprak örnekleri, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait araştırma alanından 0-20 cm derinlikten alınıp, kurutulup ve 2 mm' lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir (Richard 1954).



- **Toprak reaksiyonu (pH);**

Saturasyon çamurunda ve 1:2.5 oranındaki karışımda hidrojen iyon aktivitesinin, pH metre yardımıyla potansiyometrik olarak ölçülmesiyle saptanmıştır (U. S. Salinity Lab. Staff 1954).

- **Kireç;**

Seyreltik hidroklorik asitle muamele edilen topraktan çıkan CO<sub>2</sub>'in ölçülmesi ve ölçülen CO<sub>2</sub> miktarından, karbonat miktarının hesaplanması esasına dayanan Scheibler kalsimetresiyle belirlenmiştir (Çağlar 1958).

- **Tekstür (Bünye);**

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

- **Tuzluluk (Elektriksel İletkenlik);**

Suyla doymuş toprakta ve 1:2.5 toprak-su karışımında elektriği geçirmeye karşı olan direncin ölçülmesiyle belirlenmiştir (U. S. Salinity Lab. Staff 1954).

- **Organik Madde;**

Walkley-Black ıslak yakma yöntemiyle toprakta bulunan karbonun saptanması ve buradan organik madde miktarlarının hesaplanması Nelson ve Sommers (1982)'da belirtildiği şekilde yapılmıştır.

- **Toplam Azot;**

Kjeldahl yaş yakma yöntemi ile belirlenmiştir (Bremner 1965).

- **Yarayışlı Fosfor;**

Yarayışlı fosfor analizinde kullanılan sodyum bikarbonat çözeltisi ilk defa Olsen ve ark. (1954) tarafından geliştirilmiş ve bu yöntemin değiştirilmiş şeklinde, askorbik asit ve çok düşük konsantrasyonda antimonil içeren asitlendirilmiş tek bir amonyum molibdat çözeltisi kullanılması ile yapılmıştır (Watanabe ve Olsen 1965, Murphy ve Riley 1962).

- **Yarayışlı Potasyum;**

Yarayışlı Potasyum: Toprakta bulunan potasyumu 1N NH<sub>4</sub>CH<sub>3</sub>COO (pH 7.0) çözeltisi ile açığa çıkararak çözeltiliye geçen potasyumun fleymfotometrede okunması esasına göre yapılmıştır (Knudsen ve ark. 1982).

- **Mikro Elementler;**

Toprak örneklerinde alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu analizleri kireçli topraklar için geliştirilen DTPA-TEA ekstraksiyon çözeltisi ile belirlenmiştir (Lindsay ve Norwell 1978).

### 3.2.2. Bitkide Yapılan Bazı Analizlerde Kullanılan Yöntemler ve Hesaplamalar

Sera denemelerinde hasat edilen örnekler saf su ile yıkanıp kurutulduktan sonra öğütülerek kimyasal analize hazırlanmıştır. Örneklerde fosfor tayini mavi renk esasına dayanarak spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Bunun için öğütülmüş bitki örneğinden kök için 0.1 g, yaprak için 0.2 g porselen krozenin içerisine tartılıp kül fırınında 530 °C'de 5-5.5 saat yakılmıştır. Yanan örnekler daha sonra 2 ml 1/3' lük HCl çözeltisiyle çözülüp, saf su ile belirli hacme tamamlanmıştır. Bitkideki fosfor içeriği fosfor konsantrasyonuna bağlı olarak oluşan molibdofosforik mavi renk; askorbik asit ve çok düşük konsantrasyonda antimonil içeren asitlendirilmiş tek bir amonyum molibdat çözeltisi kullanılması ile yapılmıştır (Murphy ve Riley 1962).

Kolza çeşitlerinde Etkinlik İndeksinin hesaplanması için bitkilerin gövde fosfor içeriği ve kuru madde verimleri kullanılarak ( $g^2$ /toplam P içeriği) hesaplama yoluyla bulunmuştur (Siddiqi ve Glass, 1981). Fosfor Etkinliğinin Hesaplanması ise;

$$P \text{ etkinliği} = \left( \frac{\text{Yetersiz P koşullarında KA}}{\text{Yeterli P koşullarında KA}} \right) \times 100$$
 şeklinde hesaplanmıştır (Korkmaz 2005).

### 3.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiki analizinde, SPSS paket programı kullanılmıştır ve istatistiksel olarak önemli bulunan sonuçlar Tukey testine göre gruplandırılmıştır (SPSS 15.0).

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Kolzada Çeşitlerinde Kuru Madde Miktarı

#### 4.1.1. Gövde Kuru Madde Miktarı

Araştırmada kullanılan 10 farklı kolza çeşidinin, 3 farklı dozda fosfor (0, 50 ve 100 mg kg<sup>-1</sup> P) uygulamaları altında ortalama gövde kuru madde ağırlığıyla ilgili ortalama veriler Çizelge 4.4. ve bu verilere ait grafik Şekil 4.4.' de verilmiştir. Bitki kuru madde ağırlıkları dikkate alındığında yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, çeşitler ve uygulanan fosfor dozları arasında (p<0.001) istatistiksel olarak önemli sonuçlar bulunmuş, çeşit ile fosfor etkileşimi arasında ise farklılıklar önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çeşitler açısından gövde kuru madde verimleri değerlendirildiğinde en düşük kuru madde verimi 2.33 g saksı<sup>-1</sup> ile Licord çeşidinde ve en yüksek kuru madde verimi ise 7.85 g saksı<sup>-1</sup> ile TKK08-5 çeşidinde tespit edilmiştir. Diğer kolza çeşitleri gövde kuru madde verimleri açısından bu iki değer arasında dağılım göstermiştir. Kolza çeşitlerinin kuru madde verimleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde istatistiki olarak önemli farklılıklar (p<0.001) bulunmuştur. Kolza çeşitleri incelendiğinde Excalibur, Triangel, TKK08-5, Es Hydromel ve Elvis çeşitleri en iyi kuru madde verimlerini göstermiş ve bu çeşitler arasında istatistiki olarak belirgin farklılık göstermezken, bu çeşitlerin kuru madde verimleri birbirlerine yakın bulunmuştur ve en iyi kuru madde verimini üretmişlerdir..

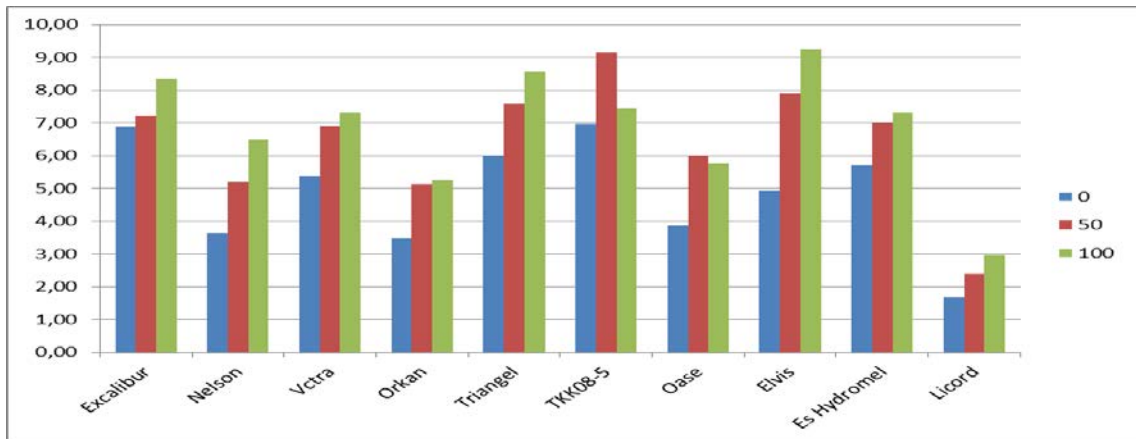
Fosfor dozları ve gövde kuru madde verimleri arasındaki ilişki incelendiğinde, fosfor uygulaması yapılmayan kontrol dozunda kolza çeşitlerinde ortalama 4.84 g saksı<sup>-1</sup> en düşük kuru madde verimi elde edilmiştir. Fosfor dozlarının artırılmasıyla birlikte sırasıyla 6.44 g saksı<sup>-1</sup> ve 6.87 g saksı<sup>-1</sup> olacak şekilde gövde kuru madde miktarları artmıştır. Kolza çeşitlerine uygulanan fosfor gövde kuru ağırlığını önemli oranda artırmıştır ve artan fosfor uygulamasıyla beraber doğrusal olarak bitki kuru madde verimi artış göstermiştir. Ancak 50 mg kg<sup>-1</sup> P ve 100 mg kg<sup>-1</sup> P uygulamaları arasında istatistiksel olarak belirgin bir farklılık söz konusu olmamış olup veriler birbirlerine yakın bulunmuştur.

**Çizelge 4.4.** Kolza çeşitlerinin gövde kuru madde miktarları

P Dozları (mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	
ÇEŞİTLER	----- g saksı <sup>-1</sup> -----			ORT
Excalibur	6.87	7.21	8.34	7.47A
Nelson	3.63	5.20	6.48	5.10C
Vectra	5.37	6.88	7.31	6.52AB
Orkan	3.46	5.13	5.27	4.62C
Triangel	5.99	7.58	8.56	7.37A
TKK08-5	6.96	9.15	7.44	7.85A
Oase	3.86	6.00	5.77	5.21BC
Elvis	4.91	7.89	9.24	7.35A
Es Hydromel	5.71	6.98	7.32	6.67A
Licord	1.67	2.38	2.96	2.33D
	<b>4.84B</b>	<b>6.44A</b>	<b>6.87A</b>	
<b>F Test</b>				
Çeşit	***			
Doz	***			
Çeşit x Doz	ÖS			

\*\*\* istatistiksel olarak p<0.001 düzeyinde önemli, ÖS istatistiksel olarak önemli değildir.

Çeşit x Doz etkileşimi istatistiki açıdan önemsiz çıkmış olsa da sonuçlar değerlendirildiğinde kolza çeşitlerinin en düşük gövde kuru madde miktarı 1.67 g saksı<sup>-1</sup> ile kontrol dozunda Licord çeşidinde elde edilirken, en yüksek kuru madde miktarı 9.24 g saksı<sup>-1</sup> ile 100 mg kg<sup>-1</sup> P dozunda Elvis çeşidinde elde edilmiştir. Diğer kolza çeşitleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir.



**Şekil 4.4.** Sera koşullarında kolza çeşitlerinin gövde kuru madde miktarları

Yapılan birçok çalışmada da fosfor bitki beslemede son derece gerekli bir element olduğu ve araştırma sonuçlarına benzer olarak ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde (İnal 2001), kolza bitkisinde (Cheema ve ark. 2001, Güzel ve ark. 2002, Marschner ve ark. 2007, Wahidi ve ark. 2009), mısır bitkisinde (Sanchez ve ark. 2001, Dessougi ve ark. 2003, Hammond ve ark. 2004, Korkmaz 2005, Gök 2007) ve buğday bitkisinde (Korkmaz ve ark., 2009) uygulanan fosforun birçok bitkide kuru madde üretimini ve verimi önemli oranda artırdığı belirtilmektedir.

Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada Zhang ve ark. (1997) düşük ve yüksek fosfor koşullarında yetiştirilen kolza çeşitlerinin gövde ve kök ağırlıkları, besin elementi alımı ve kullanımı açısından önemli farklılıklar gösterdiklerini rapor etmişlerdir. Bu nedenle gübreleme programında yetiştirilecek olan bitki çeşitlerinin de genotipik farklılıklardan dolayı fosfora karşı olan duyarlılıklarının farklı olacağı dikkate alınmalıdır (Horst ve ark. 2002, Hammond ve ark. 2004, Korkmaz ve ark., 2009).

#### **4.1.2. Kök Kuru Madde Miktarı**

Araştırmada kullanılan 10 farklı kolza çeşidinin, 3 farklı dozda fosfor (0, 50 ve 100 mg kg<sup>-1</sup> P) uygulamaları altında ortalama kök kuru madde verimiyle ilgili ortalama veriler Çizelge 4.5. ve bu verilere ait grafik Şekil 4.5.' de verilmiştir. Bitki kuru madde ağırlıkları dikkate alındığında yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, çeşitler ve uygulanan fosfor dozları arasında (p<0.001) istatistiksel olarak önemli sonuçlar bulunmuş, çeşit ile fosfor etkileşimi arasında ise farklılıklar önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çeşitler açısından kök kuru madde verimleri değerlendirildiğinde en düşük kuru madde verimi 0.16 g saksı<sup>-1</sup> ile Licord çeşidinde ve en yüksek kuru madde verimi ise 0.75 g saksı<sup>-1</sup> ile Excalibur çeşidinde tespit edilmiştir. Diğer kolza çeşitleri kök kuru madde verimleri açısından bu iki değer arasında dağılım göstermiştir.

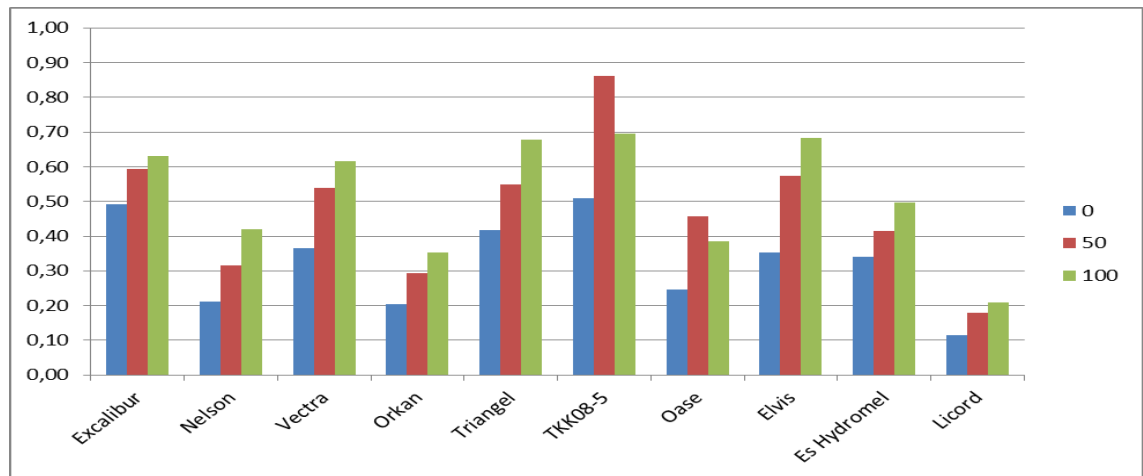
Fosfor dozları ve kök kuru madde verimleri arasındaki ilişki incelendiğinde, fosfor uygulaması yapılmayan kontrol dozunda kolza çeşitlerinde ortalama 0.32 g saksı<sup>-1</sup> en düşük kuru madde verimi elde edilmiştir. Fosfor dozlarının artırılmasıyla birlikte sırasıyla 0.47 g saksı<sup>-1</sup> ve 0.51 g saksı<sup>-1</sup> olacak şekilde kök kuru madde miktarları artmıştır.

**Çizelge 4.5.** Kolza çeşitlerinin kök kuru madde miktarları

P Dozları (mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	ORT
<b>ÇEŞİTLER</b>	----- g saksı <sup>-1</sup> -----			<b>ORT</b>
<b>Excalibur</b>	0.49	0.59	0.63	<b>0.75AB</b>
<b>Nelson</b>	0.21	0.31	0.41	<b>0.31DE</b>
<b>Vectra</b>	0.36	0.53	0.61	<b>0.50BC</b>
<b>Orkan</b>	0.20	0.29	0.35	<b>0.28EF</b>
<b>Triangel</b>	0.41	0.55	0.67	<b>0.54BC</b>
<b>TKK08-5</b>	0.50	0.86	0.69	<b>0.68A</b>
<b>Oase</b>	0.24	0.45	0.38	<b>0.36DE</b>
<b>Elvis</b>	0.35	0.57	0.68	<b>0.53BC</b>
<b>Es Hydromel</b>	0.34	0.41	0.49	<b>0.41CD</b>
<b>Licord</b>	0.11	0.18	0.20	<b>0.16F</b>
	<b>0.32B</b>	<b>0.47A</b>	<b>0.51A</b>	
<b>F Test</b>				
Çeşit	***			
Doz	***			
Çeşit x Doz	ÖS			

\*\*\* istatistiksel olarak p<0.001 düzeyinde önemli, ÖS istatistiksel olarak önemli değildir.

Çeşit x Doz etkileşimi istatistiki açıdan önemsiz çıkmış olsa da sonuçlar değerlendirildiğinde kolza çeşitlerinin en düşük kök kuru madde miktarı 0.11 g saksı<sup>-1</sup> ile kontrol dozunda Licord çeşidinde elde edilirken, en yüksek kuru madde miktarı 0.86 g saksı<sup>-1</sup> ile 50 mg kg<sup>-1</sup> P dozunda TKK08-5 çeşidinde elde edilmiştir. Diğer kolza çeşitleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir.



**Şekil 4.5.** Sera koşullarında kolza çeşitlerinin kök kuru madde miktarları

İnal (2001), Marschner ve ark. (2007), yaptıkları çalışmalarda bitkiye uygulanan fosforun kök kuru madde miktarını artırdığını bildirmişlerdir ve elde ettiğimiz sonuçları destekler niteliktedir.

Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada Zhang ve ark. (1997) düşük ve yüksek fosfor koşullarında yetiştirilen kolza çeşitlerinin gövde ve kök ağırlıkları, besin elementi alımı ve kullanımı açısından önemli farklılıklar gösterdiklerini rapor etmişlerdir. Bu nedenle gübreleme programında yetiştirilecek olan bitki çeşitlerinin de genotipik farklılıklardan dolayı fosfora karşı olan duyarlılıklarının farklı olacağı dikkate alınmalıdır (Horst ve ark. 2002, Hammond ve ark. 2004).

#### 4.2. Kolza Çeşitlerinde Gövde ve Kök Fosfor Konsantrasyonları

Araştırmada kullanılan 10 farklı kolza çeşidinin, 3 farklı dozda fosfor (0, 50 ve 100 mg kg<sup>-1</sup> P) uygulamaları altında gövdedeki % P oranları ile ilgili ortalama veriler Çizelge 4.6. ve bu verilere ait grafik Şekil 4.6.' de verilmiştir.

**Çizelge 4.6.** Kolza bitkisinin gövde fosfor konsantrasyonları

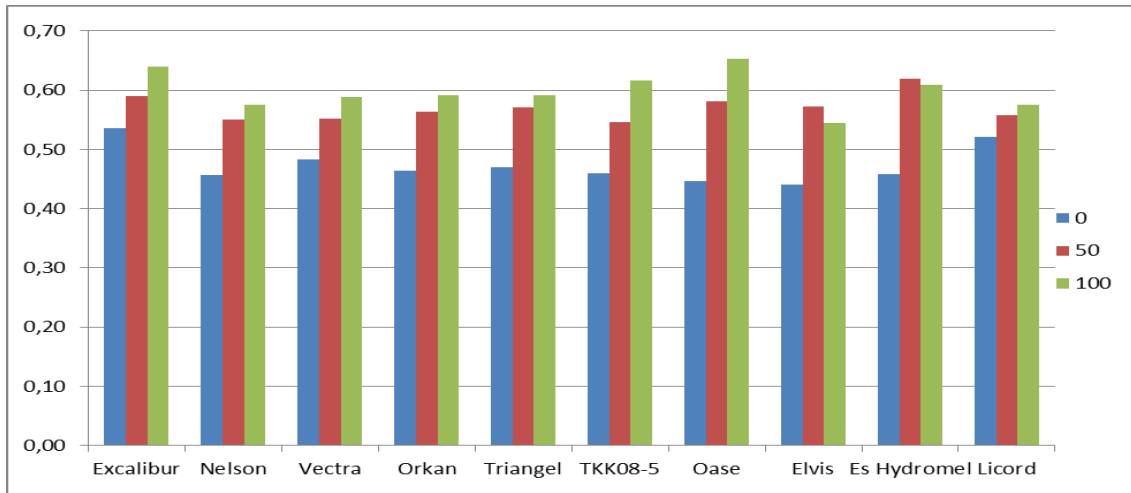
P Dozları (mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	
ÇEŞİTLER	-----%-----			ORT
Excalibur	0.53	0.59	0.60	<b>0.57A</b>
Nelson	0.47	0.56	0.57	<b>0.53AB</b>
Vectra	0.48	0.56	0.58	<b>0.54AB</b>
Orkan	0.46	0.56	0.56	<b>0.53AB</b>
Triangel	0.48	0.58	0.60	<b>0.55AB</b>
TKK08-5	0.47	0.54	0.61	<b>0.54AB</b>
Oase	0.47	0.57	0.65	<b>0.56AB</b>
Elvis	0.46	0.54	0.54	<b>0.51B</b>
Es Hydromel	0.45	0.59	0.59	<b>0.54AB</b>
Licord	0.53	0.55	0.57	<b>0.55AB</b>
	<b>0.48C</b>	<b>0.56B</b>	<b>0.59A</b>	
<b>F Test</b>				
Çeşit	**			
Doz	***			
Çeşit x Doz	ÖS			

\*\*\*, \*\* istatistiksel olarak p<0.001 düzeyinde, p>0.01 düzeyinde önemli, ÖD istatistiksel olarak önemli değildir.

Kolza çeşitlerinin gövde aksamının fosfor konsantrasyonu incelendiğinde, en düşük fosfor konsantrasyonu % 0.51 ile Elvis çeşidinde ve en yüksek fosfor konsantrasyonu ise % 0.57 ile Excalibur çeşidinde elde edilmiştir. Diğer kolza çeşitleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir.

Fosfor dozlarının kolza çeşitlerinin gövde fosfor konsantrasyonları üzerine etkileri incelendiğinde, en düşük % 0.48 ile kontrol dozunda elde edilirken fosfor uygulamalarının artması ile birlikte kolza bitkilerindeki fosfor konsantrasyonları % 0.56 (50 mg kg<sup>-1</sup> P) ve % 0.59 (100 mg kg<sup>-1</sup> P) olduğu ve bu farklılıkların istatistiksel olarak önemi olduğu saptanmıştır.

Çeşit x Doz etkileşimi istatistiki açıdan önemsiz çıkmış olsa da sonuçlar değerlendirildiğinde kolza çeşitlerinin en düşük gövde fosfor konsantrasyonu % 0.45 ile kontrol dozunda Es Hydromel çeşidi, en yüksek gövde fosfor konsantrasyonu ise % 0.65 ile 100 mg kg<sup>-1</sup> P dozunda Oase çeşidinden elde edilmiştir. Diğer kolza çeşitleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir.



**Şekil 4.6.** Kolza çeşitlerinin % gövde fosfor konsantrasyonu

Araştırmada kullanılan 10 farklı kolza çeşidinin, 3 farklı dozda fosfor (0, 50 ve 100 mg kg<sup>-1</sup> P) uygulamaları altında kökteki % P oranları ile ilgili ortalama veriler Çizelge 4.7. ve bu verilere ait grafik Şekil 4.7.' de verilmiştir.

Kolza çeşitlerinin kök aksamının fosfor konsantrasyonu incelendiğinde, en düşük fosfor konsantrasyonu % 0.42 ile Licord çeşidinde ve en yüksek fosfor konsantrasyonu ise % 0.66 ile Excalibur çeşidinde elde edilmiştir. Diğer kolza çeşitleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir.



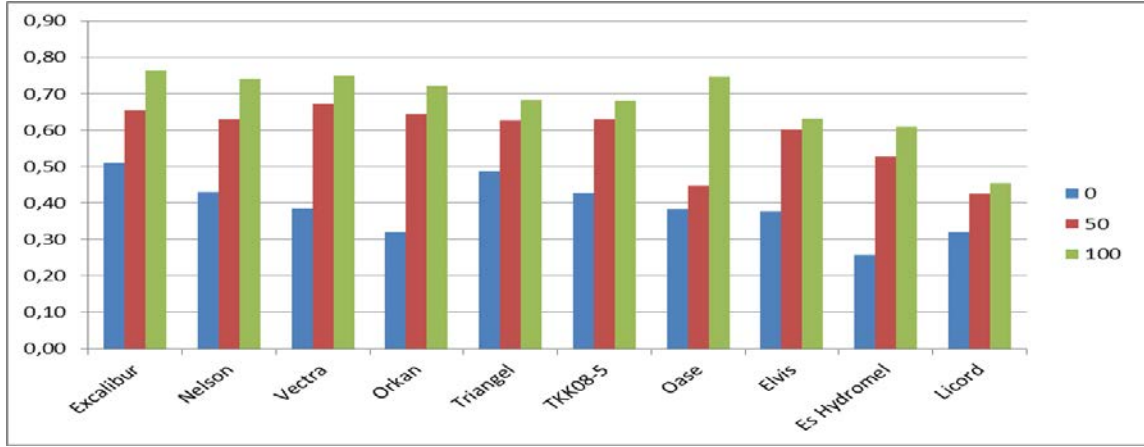
**Çizelge 4.7.** Kolza bitkisinin kök fosfor konsantrasyonları

P Dozları (mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	
ÇEŞİTLER				ORT
	-----%-----			
<b>Excalibur</b>	0.54	0.67	0.77	<b>0.66A</b>
<b>Nelson</b>	0.44	0.66	0.74	<b>0.62AB</b>
<b>Vectra</b>	0.43	0.72	0.70	<b>0.62AB</b>
<b>Orkan</b>	0.37	0.58	0.74	<b>0.56ABC</b>
<b>Triangel</b>	0.56	0.66	0.69	<b>0.64A</b>
<b>TKK08-5</b>	0.45	0.63	0.68	<b>0.59ABC</b>
<b>Oase</b>	0.32	0.50	0.69	<b>0.50BCD</b>
<b>Elvis</b>	0.38	0.63	0.67	<b>0.56ABC</b>
<b>Es Hydromel</b>	0.28	0.57	0.61	<b>0.48CD</b>
<b>Licord</b>	0.36	0.45	0.45	<b>0.42D</b>
	<b>0.41C</b>	<b>0.61B</b>	<b>0.67A</b>	
<b>F Test</b>				
Çeşit	***			
Doz	***			
Çeşit x Doz	ÖS			

\*\*\* istatistiksel olarak  $p < 0.001$  düzeyinde önemli, ÖS istatistiksel olarak önemli değildir.

Fosfor dozlarının kolza çeşitlerinin kök fosfor konsantrasyonları üzerine etkileri incelendiğinde, en düşük % 0.41 ile kontrol dozunda elde edilirken fosfor uygulamalarının artması ile birlikte kolza bitkilerindeki fosfor konsantrasyonları % 0.61 (50 mg kg<sup>-1</sup> P) ve % 0.67 (100 mg kg<sup>-1</sup> P) olduğu saptanmıştır.

Çeşit x Doz etkileşimi istatistiki açıdan önemsiz çıkmış olsa da sonuçlar değerlendirildiğinde kolza çeşitlerinin en düşük kök fosfor konsantrasyonu % 0.28 ile kontrol dozunda Es Hydromel çeşidi, en yüksek kök fosfor konsantrasyonu ise % 0.77 ile 100 mg kg<sup>-1</sup> P dozunda Excalibur çeşidinden elde edilmiştir. Diğer kolza çeşitleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir.



**Şekil 4.7.** Kolza çeşitlerinin % kök fosfor konsantrasyonu

Araştırma sonuçlarına göre tüm çeşitlerde artan fosfor dozu ile birlikte bitki dokularındaki fosfor konsantrasyonu da doğrusal olarak artış göstermiştir. Konula ilgili yapılan çalışmalarda da araştırmacılar, uygulanan fosforla birlikte kök bölgesinde fosfor konsantrasyonunun artırılması ile bitki dokularında da fosfor konsantrasyonunun doğrusal bir biçimde artış gösterdiğini belirtmişlerdir (Strong ve Soper 1973a, Strong ve Soper 1973b, Omid ve ark. 2008).

#### 4.3. Kolza Çeşitlerinde Gövde ve Kök Tarafından Kaldırılan Fosfor Miktarı

Araştırmada kullanılan 10 farklı kolza çeşidinin, 3 farklı dozda fosfor (0, 50 ve 100 mg kg<sup>-1</sup> P) uygulamaları altında gövde tarafından kaldırılan fosfor miktarları ile ilgili ortalama veriler Çizelge 4.8. ve bu verilere ait grafik Şekil 4.8.' de verilmiştir.

Kolza çeşitlerinin topraktan kaldırdıkları fosfor miktarları gövde kuru maddesi bakımından karşılaştırıldığında en düşük fosfor alımını 1.03 mg saksı<sup>-1</sup> P ile Elvis çeşidi, en yüksek fosfor alımı ise 1.15 mg saksı<sup>-1</sup> P ile Excalibur çeşidinde tespit edilirken diğer sonuçlar bu değerler arasında dağılım göstermiştir.

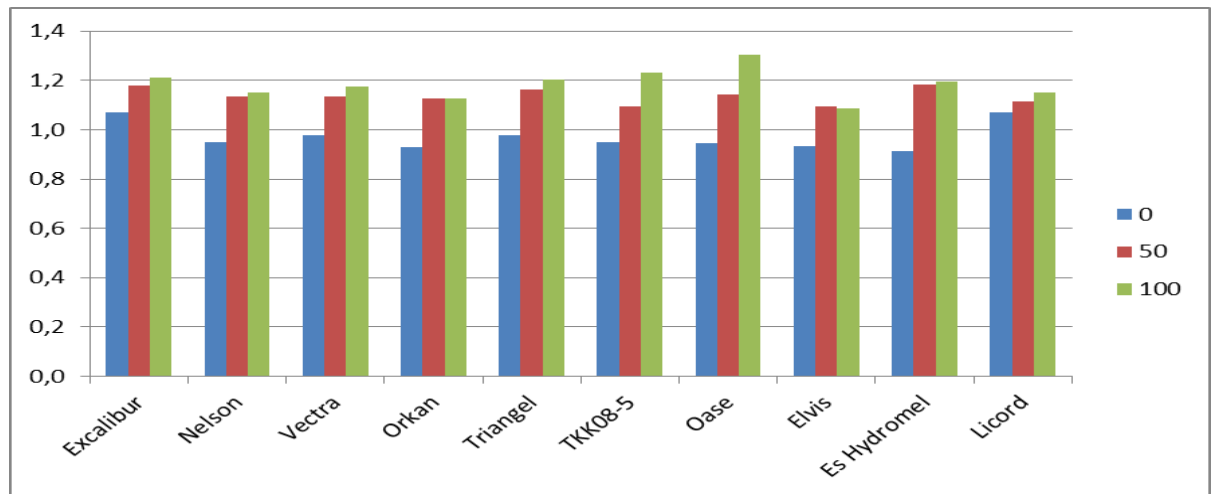
Fosfor dozlarının kolza çeşitlerinin gövde tarafından kaldırılan fosfor konsantrasyonları üzerine etkileri incelendiğinde, en düşük 0.97 mg saksı<sup>-1</sup> P ile kontrol dozunda elde edilirken fosfor uygulamalarının artması ile birlikte kolza bitkileri tarafından kaldırılan fosfor miktarlarında da artış gözlenmiştir. Bu artış 50 mg saksı<sup>-1</sup> P için 1.13 iken, 100 mg saksı<sup>-1</sup> P için 1.18 olarak bulunmuştur.

**Çizelge 4.8.** Kolza bitkisinde gövde tarafından kaldırılan fosfor miktarı

P Dozları (mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	
ÇEŞİTLER	-----mg saksı <sup>-1</sup> P-----			ORT
Excalibur	1.07	1.18	1.21	<b>1.15A</b>
Nelson	0.94	1.13	1.15	<b>1.07AB</b>
Vectra	0.97	1.13	1.17	<b>1.09AB</b>
Orkan	0.92	1.12	1.12	<b>1.06AB</b>
Triangel	0.97	1.16	1.20	<b>1.11AB</b>
TKK08-5	0.95	1.09	1.23	<b>1.09AB</b>
Oase	0.94	1.14	1.30	<b>1.13AB</b>
Elvis	0.93	1.09	1.08	<b>1.03B</b>
Es Hydromel	0.91	1.18	1.19	<b>1.09AB</b>
Licord	1.06	1.11	1.15	<b>1.11AB</b>
	<b>0.97C</b>	<b>1.13B</b>	<b>1.18A</b>	
<b>F Test</b>				
Çeşit	**			
Doz	***			
Çeşit x Doz	ÖS			

\*\*\*, \*\* istatistiksel olarak  $p < 0.001$  düzeyinde,  $p > 0.01$  düzeyinde önemli, ÖS istatistiksel olarak önemli değildir.

Çeşit x Doz etkileşimi istatistiki açıdan önemsiz çıkmış olsa da sonuçlar incelendiğinde gövde tarafından kaldırılan en düşük fosfor konsantrasyonu  $0.91 \text{ mg saksı}^{-1} \text{ P}$  ile kontrol dozunda Es Hydromel çeşidi, en yüksek fosfor konsantrasyonu ise  $1.30 \text{ mg saksı}^{-1} \text{ P}$  ile  $100 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$  dozunda Oase çeşidinden elde edilmiştir. Diğer kolza çeşitleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir.



**Şekil 4.8.** Kolza çeşitlerinin gövde tarafından kaldırılan fosfor miktarları

Araştırmada kullanılan 10 farklı kolza çeşidinin, 3 farklı dozda fosfor (0, 50 ve 100 mg kg<sup>-1</sup> P) uygulamaları altında kök tarafından kaldırılan fosfor miktarları ile ilgili ortalama veriler Çizelge 4.9. ve bu verilere ait grafik Şekil 4.9.' de verilmiştir.

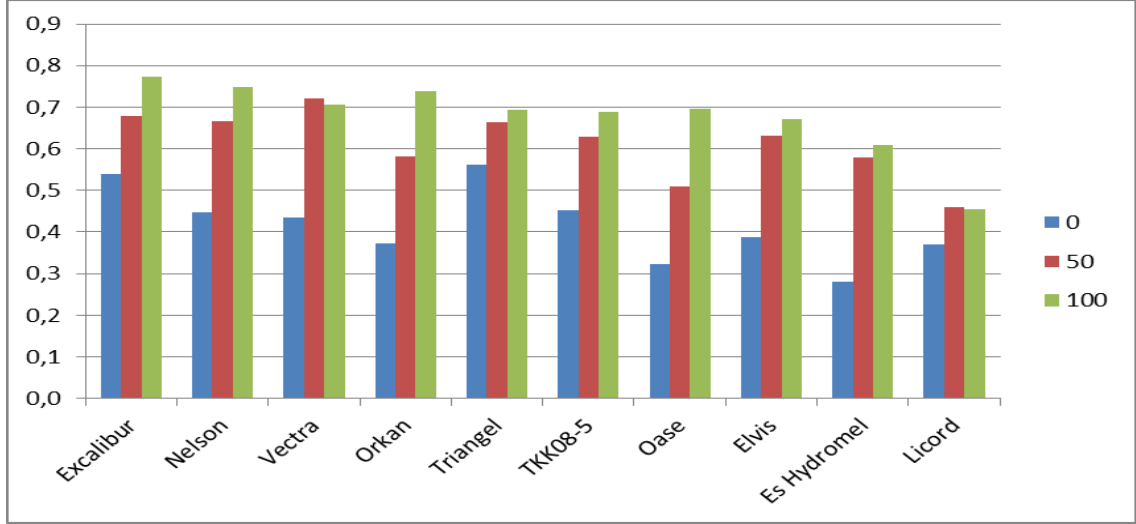
**Çizelge 4.9.** Kolza bitkisinde kök tarafından kaldırılan fosfor miktarı

P Dozları (mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	
ÇEŞİTLER	-----mg saksı <sup>-1</sup> P-----			ORT
Excalibur	0.54	0.67	0.77	<b>0.66A</b>
Nelson	0.44	0.66	0.74	<b>0.62AB</b>
Vectra	0.43	0.72	0.70	<b>0.62AB</b>
Orkan	0.37	0.58	0.74	<b>0.56ABC</b>
Triangel	0.56	0.66	0.69	<b>0.64A</b>
TKK08-5	0.45	0.63	0.68	<b>0.59ABC</b>
Oase	0.32	0.50	0.69	<b>0.50BCD</b>
Elvis	0.38	0.63	0.67	<b>0.56ABC</b>
Es Hydromel	0.28	0.57	0.61	<b>0.48CD</b>
Licord	0.36	0.45	0.45	<b>0.42D</b>
	<b>0.41C</b>	<b>0.61B</b>	<b>0.67A</b>	
<b>F Test</b>				
Çeşit	***			
Doz	***			
Çeşit x Doz	ÖS			

\*\*\* p<0.001 düzeyinde önemli, ÖS istatistiksel olarak önemli değildir.

Kolza çeşitlerinin topraktan kaldırdıkları fosfor miktarları kök kuru maddesi bakımından karşılaştırıldığında en düşük fosfor alımını 0.42 mg saksı<sup>-1</sup> P ile Licord çeşidi, en yüksek fosfor alımı ise 0.66 mg saksı<sup>-1</sup> P ile Excalibur çeşidinde tespit edilirken diğer sonuçlar bu değerler arasında dağılım göstermiştir.

Fosfor dozlarının kolza çeşitlerinin kök tarafından kaldırılan fosfor konsantrasyonları üzerine etkileri incelendiğinde, en düşük 0.41 mg saksı<sup>-1</sup> P ile kontrol dozunda elde edilirken fosfor uygulamalarının artması ile birlikte kolza bitkileri tarafından kaldırılan fosfor miktarlarında da artış gözlenmiştir. Bu artış 50 mg saksı<sup>-1</sup> P için 0.61 iken, 100 mg saksı<sup>-1</sup> P için 0.67 olarak bulunmuştur.



**Şekil 4.9.** Kolza çeşitlerinin kök tarafından kaldırılan fosfor miktarları

Çeşit x Doz etkileşimi istatistiki açıdan önemsiz çıkmış olsa da sonuçlar incelendiğinde kök tarafından kaldırılan en düşük fosfor konsantrasyonu  $0.28 \text{ mg saksı}^{-1} \text{ P}$  ile kontrol dozunda Es Hydromel çeşidi, en yüksek fosfor konsantrasyonu ise  $0.77 \text{ mg saksı}^{-1} \text{ P}$  ile  $100 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$  dozunda Excalibur çeşidinden elde edilmiştir. Diğer kolza çeşitlerinin fosfor konsantrasyonları da bu iki değer arasında dağılım göstermiştir.

#### 4.4. Kolza Çeşitleri Tarafından Kaldırılan Toplam Fosfor Miktarı

Araştırmada kullanılan 10 farklı kolza çeşidinin, 3 farklı dozda fosfor ( $0$ ,  $50$  ve  $100 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ P}$ ) uygulamaları altında toplam kaldırılan fosfor konsantrasyonları ile ilgili ortalama veriler Çizelge 4.10. ve bu verilere ait grafik Şekil 4.10.' de verilmiştir.

Kolza çeşitlerinin topraktan kaldırdıkları toplam fosfor miktarları değerlendirildiğinde en düşük fosfor alımını  $1.53 \text{ mg saksı}^{-1} \text{ P}$  ile Licord çeşidi, en yüksek fosfor alımı ise  $1.81 \text{ mg saksı}^{-1} \text{ P}$  ile Excalibur çeşidinde tespit edilirken diğer sonuçlar bu değerler arasında dağılım göstermiştir.

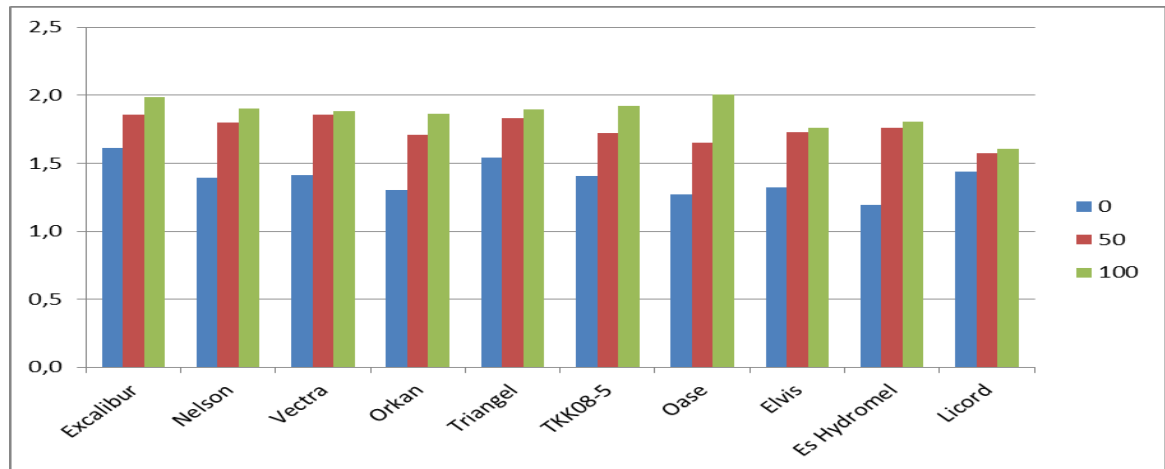
Fosfor dozlarının kolza çeşitlerinin toplam kaldırılan fosfor miktarları üzerine etkileri incelendiğinde, en düşük  $1.38 \text{ mg saksı}^{-1} \text{ P}$  ile kontrol dozunda elde edilirken fosfor uygulamalarının artması ile birlikte kolza bitkileri tarafından toplam kaldırılan fosfor miktarlarında da artış gözlenmiştir. Bu artış  $50 \text{ mg saksı}^{-1} \text{ P}$  için  $1.74$  iken,  $100 \text{ mg saksı}^{-1} \text{ P}$  için  $1.86$  olarak bulunmuştur.

**Çizelge 4.10.** Kolza bitkisinde toplam kaldırılan fosfor miktarı

P Dozları (mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	
ÇEŞİTLER	-----mg saksı <sup>-1</sup> P-----			ORT
Excalibur	1.61	1.85	1.98	<b>1.81A</b>
Nelson	1.39	1.80	1.90	<b>1.69ABC</b>
Vectra	1.41	1.85	1.88	<b>1.71ABC</b>
Orkan	1.30	1.70	1.86	<b>1.62BCD</b>
Triangel	1.54	1.82	1.89	<b>1.75AB</b>
TKK08-5	1.40	1.72	1.92	<b>1.68ABCD</b>
Oase	1.26	1.65	2.00	<b>1.64BCD</b>
Elvis	1.31	1.72	1.75	<b>1.60BCD</b>
Es Hydromel	1.19	1.76	1.80	<b>1.58CD</b>
Licord	1.43	1.57	1.60	<b>1.53D</b>
	<b>1.38C</b>	<b>1.74B</b>	<b>1.86A</b>	
<b>F Test</b>				
Çeşit	***			
Doz	***			
Çeşit x Doz	ÖS			

\*\*\* p<0.001 düzeyinde önemli, ÖS istatistiksel olarak önemli değildir.

Çeşit x Doz etkileşimi istatistiki açıdan önemsiz çıkmış olsa da sonuçlar incelendiğinde toplam kaldırılan en düşük fosfor konsantrasyonu 1.19 mg saksı<sup>-1</sup> P ile kontrol dozunda Es Hydromel çeşidi, en yüksek fosfor konsantrasyonu ise 2.00 mg saksı<sup>-1</sup> P ile 100 mg kg<sup>-1</sup> P dozunda Oase çeşidinden elde edilmiştir. Diğer kolza çeşitleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir.



**Şekil 4.10.** Kolza çeşitlerinin kök ve gövde tarafından kaldırılan fosfor miktarları

Topraklara uygulanan fosfor dozundaki artışla birlikte kaldırılan fosforun da artması, gerek bitki kuru madde miktarlarındaki artış, gerekse bitki dokularının fosfor konsantrasyonundaki artış gibi dağılım göstererek, bitki gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Ancak çeşitler kendi aralarında değerlendirilerek karşılaştırıldıklarında, çeşitler arasında fosfor alımları ve kuru madde üretimleri arasında önemli farklılıklar ( $p < 0.001$ ) bulunması dikkat çekicidir.

Araştırma sonuçlarına göre tüm çeşitlerde artan fosfor dozu ile birlikte bitki dokularındaki fosfor konsantrasyonu da doğrusal olarak artış göstermiştir. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda da Amrani ve ark. (1999) buğday ve mısır bitkilerinde, Fageria ve Baligar (1999) buğdayda, Otto ve Kilian (2001) ve Korkmaz ve ark., (2009) buğday bitkisinde yaptıkları çalışmalar elde ettiğimiz sonuçları destekler niteliktedir.

#### 4.5. Kolza Çeşitlerinin Fosfor Kullanım Etkinlikleri

Araştırma sonuçlarına göre kolza çeşitlerinin fosfor kullanım etkinlikleri incelendiğinde kontrol dozuyla karşılaştırıldığında  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  fosfor uygulamasında gerek bitki kuru madde miktarları gerekse bitki tarafından kaldırılan fosfor açısından değerlendirildiğinde önemli bir artış göstermektedir. Bu artıştan dolayı bitkilerin fosfora karşı göstermiş olduğu etkinliğe göre gruplandırılarak etkinlik sınıflandırılması,  $0-100 \text{ mg kg}^{-1}$  uygulamaları dikkate alınarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.11).

**Çizelge 4.11.** Kolza çeşitlerinde fosfor etkinliği değerleri

P Dozları ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	0	50	100	
Çeşitler	----- g saksı <sup>-1</sup> -----			Etkinlik (%)
Excalibur	6.87	7.21	8.34	82.41
Nelson	3.63	5.20	6.48	55.98
Vectra	5.37	6.88	7.31	73.50
Orkan	3.46	5.13	5.27	65.71
Triangel	5.99	7.58	8.56	69.99
TKK08-5	6.96	9.15	7.44	93.55
Oase	3.86	6.00	5.77	66.83
Elvis	4.91	7.89	9.24	53.13
Es Hydromel	5.71	6.98	7.32	78.03
Licord	1.67	2.38	2.96	56.42

Yürütülen sera çalışmasında çeşitler arasında kuru madde üretimi açısından fosfor kullanımları istatistiksel olarak önemli farklılıklar ( $p < 0.001$ ) göstermiştir. Çeşitler fosfor etkinliği açısından değerlendirildiğinde, Elvis çeşidi kontrol dozunda ortalama olarak  $4.91 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretirken, uygulanan fosfora karşı tepki göstererek fosforun  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  dozuna artırılması ile % 88 artış göstererek  $9.24 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretmiştir. Nelson çeşidi kontrol dozunda ortalama olarak  $3.63 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretirken, uygulanan fosfora karşı tepki göstererek fosforun  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  dozuna artırılması ile % 79 artış göstererek  $6.48 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretmiştir. Licord çeşidi kontrol dozunda ortalama olarak  $1.67 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretirken, uygulanan fosfora karşı tepki göstererek fosforun  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  dozuna artırılması ile % 77 artış göstererek  $2.96 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretmiştir. Orkan çeşidi kontrol dozunda ortalama olarak  $3.46 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretirken, uygulanan fosfora karşı tepki göstererek fosforun  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  dozuna artırılması ile % 52 artış göstererek  $5.27 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretmiştir. Oase çeşidi kontrol dozunda ortalama olarak  $3.86 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretirken, uygulanan fosfora karşı tepki göstererek fosforun  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  dozuna artırılması ile % 50 artış göstererek  $5.77 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretmiştir. Triangel çeşidi kontrol dozunda ortalama olarak  $5.99 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretirken, uygulanan fosfora karşı tepki göstererek fosforun  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  dozuna artırılması ile % 43 artış göstererek  $8.56 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretmiştir. Vectra çeşidi kontrol dozunda ortalama olarak  $5.37 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretirken, uygulanan fosfora karşı tepki göstererek fosforun  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  dozuna artırılması ile % 37 artış göstererek  $7.31 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretmiştir. Es Hydromel çeşidi kontrol dozunda ortalama olarak  $5.71 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretirken, uygulanan fosfora karşı tepki göstererek fosforun  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  dozuna artırılması ile % 28 artış göstererek  $7.32 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretmiştir. Excalibur çeşidi kontrol dozunda ortalama olarak  $6.87 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretirken, uygulanan fosfora karşı tepki göstererek fosforun  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  dozuna artırılması ile % 21 artış göstererek  $8.34 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretmiştir. TKK08-5 çeşidi kontrol dozunda ortalama olarak  $6.96 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretirken, uygulanan fosfora karşı tepki göstererek fosforun  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  dozuna artırılması ile % 7 artış göstererek  $7.44 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretmiştir.



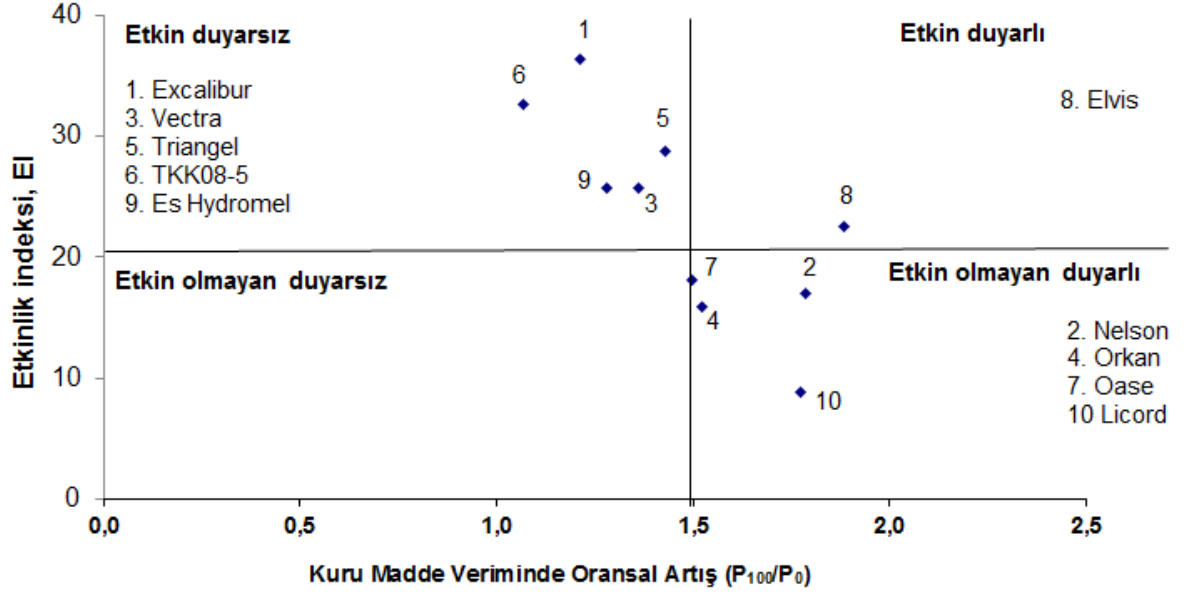
**Çizelge 4.12.**Kolza çeşitlerinde fosfor etkinlik indeksi değerleri

Çeşit	P dozları (mg kg-1)			Ortalama
	0	50	100	
	-----Etkinlik İndeksi, g <sup>2</sup> /P konsantrasyonu-----			
<b>Excalibur</b>	1.30	1.22	1.39	1.30
<b>Nelson</b>	0.77	0.93	1.14	0.95
<b>Vectra</b>	1.12	1.23	1.26	1.20
<b>Orkan</b>	0.75	0.92	0.94	0.87
<b>Triangel</b>	1.25	1.31	1.43	1.33
<b>TKK08-5</b>	1.48	1.69	1.22	1.46
<b>Oase</b>	0.82	1.05	0.89	0.92
<b>Elvis</b>	1.07	1.46	1.71	1.41
<b>Es Hydromel</b>	1.27	1.18	1.24	1.23
<b>Licord</b>	0.32	0.43	0.52	0.42

Fosfor etkinlik indeksi (EI) açısından kolza çeşitleri değerlendirildiğinde çeşitler arasında fosfor kullanımı açısından farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Fosfor etkinliği birçok araştırmacı tarafından değişik şekillerde tanımlanıyor olsa da, genel anlamda, toprakta bulunan P' un bitkiler tarafından alınarak, bitkinin ilgili organlarında etkili bir şekilde kullanabilme yeteneği olarak tanımlanabilir bu özellik bitkilerin topraklardan kaldırdığı her birim elementin kullanılabilirliğini göstermektedir. Kolza çeşitlerine ait etkinlik indeksi değerleri (Çizelge 4. 12) 0.42 ile Licord çeşidinde en düşük ve 1.46 ile TKK08-05 çeşidinde en yüksek bulunurken diğer etkinlik değerleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir. Bu sonuçlarla birlikte kontrol dozuna göre 100 mg P kg<sup>-1</sup> dozu arasındaki kuru madde verimindeki oransal verim artışı ile etkinlik indeksi değerlerince yapılan sınıflandırmada Şekil 4.11. incelendiğinde Excalibur, Vectra, Triangel, TKK08-5 ve Es Hydromel çeşitleri Etkin-Duyarsız(II); Elvis çeşiti Etkin-Duyarlı(III); Nelson, Orkan, , Oase ve Licord çeşidi de Etkin olmayan-Duyarlı(IV) sınıfında yer almıştır.

Araştırmaya konu olan 10 kolza çeşidinde fosfor kullanım ekinliklerinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda Derici (1999), Öztürk ve ark. (2000) ve İnal (2001) ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde, Alpaslan (2001) buğday bitkisinde, Aydın ve ark. (2005) mısır bitkisinde, Korkmaz (2005) mısır çeşitlerinde, Öztürk ve ark (2005) buğday çeşitlerinde, Wahidi (2009)

kolza bitkisinde, Korkmaz ve ark., (2009) buğday bitkisinde fosfor kullanım etkinliğinin bitki türleri ve hatta aynı türün çeşitleri arasında farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir.



Şekil 4.11. Kolza çeşitlerinin etkinlik açısından sınıflandırılması

Bitkilerde fosfor alım ve kullanımı açısından değerlendirildiğinde önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Bu nedenle doğru ve dengeli bir gübre kullanımı açısından bitkilerdeki genotipsel farklılıklarında dikkate alınması oldukça büyük önem arz etmektedir.

Bitkilerin fosfor etkinliklerinin belirlenmesi verim ve kaliteyi azaltmaksızın fosforlu gübre kullanımının azaltılması ve çevre kirliliğinin azaltılması açısından büyük yarar sağlayacaktır.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

'Sera Koşullarında Kolza Çeşitlerinde Fosfor Etkinliğinin Belirlenmesi' adı altında yürütülen tez çalışmasında elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir;

Fosfor eksikliğinde kolza bitkisinin hem toprak üstü hemde kök gelişimi olumsuz etkilenmektedir. Fosfor eksikliğinde kolza çeşitleri arasında noksanlık belirtilerinin ortaya çıkış zamanı ve şiddeti birbirinden farklı olmaktadır. Deneme sonuçlarına göre, özellikle yetersiz fosfor koşullarında yetiştirilen bitkilere fosfor uygulanması ile birlikte bitkilerin kuru madde verimleri, fosfor içerikleri ve topraktan kaldırdıkları fosfor miktarında önemli oranda artış gözlenmiştir. Yetersiz fosfor koşullarında ve fosfor uygulanmayan koşullarda özellikle bitkiler kuru madde açısından gelişim göstermezken, fosfor uygulamaları ile birlikte önemli oranda artan kuru madde verimi elde edilmiştir. Bitki kuru madde ağırlıkları dikkate alındığında yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, çeşitler ve uygulanan fosfor dozları arasında ( $p < 0.001$ ) istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuş, çeşit ile fosfor etkileşimi arasında ise farklılıklar önemsiz olarak belirlenmiştir.

Kolza çeşitlerinin kuru madde miktarları incelendiğinde; gövde de en düşük kuru madde verimi 2.33 g saksı<sup>-1</sup> ile Licord çeşidinde ve en yüksek kuru madde verimi ise 7.85 g saksı<sup>-1</sup> ile TTK08-5 çeşidinde tespit edilmiştir. Çeşitler arasında bitkilerin kök kuru maddeleri incelendiğinde ise en düşük kuru madde verimi 0.16 g saksı<sup>-1</sup> ile Licord çeşidinde ve en yüksek kuru madde verimi ise 0.75 g saksı<sup>-1</sup> ile Excalibur çeşidinde tespit edilmiştir. Artan fosfor uygulamasıyla beraber doğrusal olarak bitki kuru madde verimi artış göstermiştir. Dozlar arasında kuru madde miktarları ele alınacak olursa; kök ve gövde de fosfor dozlarının artırılmasıyla birlikte artış göstermiştir.

Kolza çeşitlerinin gövde ve kök dokularında bulunan fosfor konsantrasyonlarına bakıldığında; çeşitler arasında gövde aksamının fosfor konsantrasyonlarında en düşük fosfor konsantrasyonu % 0.51 ile Elvis çeşidinde ve en yüksek fosfor konsantrasyonu ise % 0.57 ile Excalibur çeşidinde elde edilmiştir. Kök aksamının fosfor konsantrasyonu incelendiğinde, en düşük fosfor konsantrasyonu % 0.42 ile Licord çeşidinde ve en yüksek fosfor konsantrasyonu ise % 0.66 ile Excalibur çeşidinde elde edilmiştir. Fosfor dozlarının kolza çeşitleri üzerine etkileri incelendiğinde, kök ve gövdedeki fosfor dozlarının artırılmasıyla birlikte artış göstermiştir.

Kolza çeşitlerinin topraktan kaldırdıkları fosfor miktarları gövde kuru maddesi bakımından karşılaştırıldığında en düşük fosfor alımını 1.03 mg saksı<sup>-1</sup> P ile Elvis çeşidi, en yüksek fosfor alımı ise 1.15 mg saksı<sup>-1</sup> P ile Excalibur çeşidinde tespit edilirken diğer sonuçlar bu değerler arasında dağılım göstermiştir. Kök kuru maddesi bakımından karşılaştırıldığında en düşük fosfor alımını 0.42 mg saksı<sup>-1</sup> P ile Licord çeşidi, en yüksek fosfor alımı ise 0.66 mg saksı<sup>-1</sup> P ile Excalibur çeşidinde tespit edilirken diğer sonuçlar bu değerler arasında dağılım göstermiştir. Fosfor dozlarının kolza çeşitleri üzerine etkileri incelendiğinde, kök ve gövdedeki fosfor dozlarının artırılmasıyla birlikte artış göstermiştir.

Kolza çeşitlerinin topraktan kaldırdıkları toplam fosfor miktarları değerlendirildiğinde en düşük fosfor alımını 1.53 mg saksı<sup>-1</sup> P ile Licord çeşidi, en yüksek fosfor alımı ise 1.81 mg saksı<sup>-1</sup> P ile Excalibur çeşidinde tespit edilirken diğer sonuçlar bu değerler arasında dağılım göstermiştir. Fosfor dozlarının kolza çeşitleri üzerine etkileri incelendiğinde, en düşük 1.38 mg saksı<sup>-1</sup> P ile kontrol dozunda elde edilirken fosfor uygulamalarının artması ile birlikte kolza bitkileri tarafından toplam kaldırılan fosfor miktarlarında da artış gözlenmiştir. Uygulanacak olan fosforlu gübre miktarının, toprak yapısı ve bitki çeşidi göz önüne alınarak yapılması, çevre ekonomisi ve mevcut rezervlerin korunması açısından önem taşımaktadır. Araştırmaya konu olan 10 kolza çeşidinin fosfor kullanım etkinlikleri incelendiğinde Excalibur, Vectra, Triangel, TKK08-5 ve Es Hydromel çeşitleri Etkin-Duyarsız(II); Elvis çeşidi Etkin-Duyarlı(III); Nelson, Orkan, Oase ve Licord çeşidi de Etkin olmayan-Duyarlı(IV) sınıfta yer almıştır. Araştırma sonuçları incelendiğinde Elvis çeşidi en düşük fosfor konsantrasyonuna sahip iken diğer çeşitlerle kıyaslandığında kuru madde üretimi bakımından önemli bir fark yaratmıştır ve yüksek oranda kuru madde üretmiştir. Bu sonuçlar kolza çeşitlerinin fosfor kullanım etkinlikleri arasında önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın farklı bitkilerde de araştırılarak bitkilerin fosfor etkinliklerinin belirlenmesi verim ve kaliteyi düşürmeksizin fosforlu gübre kullanımının azaltılması ve çevre kirliliğinin önlenmesi açısından büyük yarar sağlayacaktır. Ayrıca, benzer çalışmaların tarla koşullarında da test edilmesi dane oluşumuna kadar devam ettirilmesi ve danede fosfor birikiminin de izlenmesi yararlı olacaktır.

Bu bulgulara ilave olarak, dünya genelinde olduğu gibi, ülkemizde de üretimi son yıllarda önemli artışlar gösteren kolza Ordu için önemli bir yağ bitkisi olabilir. Özellikle

kolzanın diğer yağ bitkilerinden farklı olarak kışlık olarak yetiştirilebilen tiplerinin bulunması, tarımının kolay ve mekanizasyona uygun olması yağ bitkisi olarak önemini artırmaktadır. Ayrıca, öncelikle yağ açığının kapatılması ve petrole olan bağımlılığın azaltılarak biyodizel üretiminin artırılması yönünden de ÷lke ekonomisine çok önemli yararlar sağlayacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- Afif, E., Matar, A., Torrent, J., 1993. Availability of phosphate applied to calcareous soils of west asia and nort africa. *Soil Sci, Am. J.*, 57: 756-760.
- Afridi, M. Z., Jan, M.T., Ahmad, I., Khan, M.A., 2002a. Yield components of canola in response to NPK nutrition. *Pak. J. Agron.*, 1:133-135.
- Afridi, M. Z., Jan, M.T., Shad, A. A., 2002b. Some aspects of npk nutrition for improved yield and oil contents of canola. *Asian Journal of Plant Sci.*, 5: 507-509.
- Aktaş, M., 1994. Bitki besleme ve toprak verimliliği. 2. Baskı. A.Ü. Ziraat Fakültesi. Yayın No: 1361. s: 395.
- Aktaş, M., 1995. Bitki besleme ve toprak verimliliği. 3. Baskı. A.Ü. Ziraat Fakültesi. Yayın No: 1429. s: 416.
- Alpaslan, M., 2001. Farklı buğday genotiplerinin azot, fosfor ve potasyum kullanım etkinlikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7 (3): 122-127.
- Amrani, M., Westfall, D. G., Moughli, L., 1999. Evaluation of residual and cumulative phosphorus effects in contrasted moroccon calcareous soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 55: 231-238.
- Anderson, C. H., Kusch, A. G., 1967. Response of rapeseed to applied nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur when grown above 57 degreesnorth latitude. Canada Department of Agriculture.
- Anghinoni, I., Barber, S. A., 1980. Phosphorus influx and growth characteristics of corn roots as influenced by phosphorus supply. *Argon. J.*, 72: 685-688.
- Anonim, 2010. TÜİK, 2010. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>
- Arnoğlu, H.H., 1999. Yağ bitkileri yetiştirme ve ıslahı. Ders Kitabı, Yayın No: A-70, Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, s: 204.
- Atakişi, İ., 1977. Çukurova' da yetiştirilecek kolza çeşitlerinin önemli tarımsal ve kalite özellikleri üzerinde araştırmalar. *Çukurova Ziraat Fakültesi Yıllığı*. Yıl:8 Sayı:1.
- Aydın, A., Kant, C., Ataoglu, N., 2005. Erzurum ve Rize yöresi toprak örneklerine uygulanan farklı dozlardaki bor ve fosforun mısır (*Zea mays*)'ın kuru madde miktarı ve mineral içeriğine etkisi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 36 (2): 125-129.

- Barber, W. D., Thomas, W. S., 1972. evaluation of the genetics phosphrous accumulation of relative by corn (*Zea mays* L.) using choromasomal translocations, *Crop. Sci.*, 12: 755-758.
- Başalma, D., Uranbey, S., 1998. Ankara koşullarında farklı yazlık kolza (*Brasica napus spoleifera* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğelerinin karşılaştırılması. *Ankara Üniv. Tarım Bilim. Der.*, (8): 61-65.
- Bhadoria, P. B., Kaselowsky, J., Claassen, N., Junk, A., 1991. Soil phosphate diffusion coefficients: their dependence on phosphrous concentration and buffer power. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55: 56-60.
- Bielecki, R. L., Ferguson, I. B., 1983. Physiology and metabolism of phosphate and its compounds. *encycl. Plant Physiol. New Series*, Vol. 15A. 422- 449.
- Black, A.L., 1968. Nitrogen and phosphorus fertilization for production of crested wheatgrass and native grass in Northeastern Montana. *Agron. J.*, 60: 213-216.
- Bolland, M. D. A., 1997. Comparative phosphorus requirement of canola and wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 20(7): 813-829.
- Bouma, D., 1967. Nutrient uptake and distribution in subterranean clover during recovery from nutritional stresses, 1. experiments with phosphorus. *Austr. J. Biol. Sci.*, 20: 613-621.
- Bouyoucous, G.J., 1951. A recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43: 434-437.
- Bremner, J.M., 1965. Total Nitrogen. In. C.A. Black et al (ed). *Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy* 9: 1149-1178. Am. Soc. Of Agron. Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Brennan, R. F., Bolland, M. D. A., 2001. Comparing fertilizer phosphorus requirements of canola, lupin and wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 24(12): 1885-1900.
- Brennan, R. F., Bolland, M. D. A., 2004. Wheat and canola response to concentrations of phosphorus and cadmium in a sandy soil. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44(10): 1025–1029.
- Brinck, J. N., 1978. World Resources of Phosphorus. In phosphorus in the enviromental; its chemistry and biochemistry. *Ciba Foundation Sym*, 57: 23-63.
- Brown, J. C., Clark, R. J., Jones, W. E., 1977. Efficient and inefficient use of phosphrous by sorgum. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 41: 747- 750.

- Castro, B., Torrent, J., 1995. Phosphate availability in calcareous vertisols and inceptisols in relation to fertilizer type and soil properties. *Fert. Res.*, 40: 109-119.
- Cheema, M. A., Malik, M. A., Hussain, A., Shah, S. H., Basra, S. M. A., 2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yields of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, pp: 103-110.
- Chien, S. H., Carmona, G., Henao, J., Prochnow, L. I., 2003. Evaluation of rape response to different sources of phosphate rock in an alkaline soil. *Communications In Soil Science and Plant Analysis*. Vol. 34, Nos. 13 & 14, pp: 1825–1835.
- Cooper, P. J. M., Gregory, P. J., Tully, D., Harris, H. C., 1987. Improving water use efficiency of annual crops in the rainfed farming systems of West Asia and North Africa. *Experimental Agriculture*, 23: 113-158.
- Cuntsrensen, J. V., Lecce, W. G., Depauw, R. M., Hennrc, A. M. F., Mckenzre, J. S., Srsrens, B., Tuoves, J. B., 1985. Effect of seeding date, nitrogen and phosphate fertilizer on growth, yield and quality of rapeseed in Northwest Alberta. *Can. J. Plant Sci.*, 65: 275-284.
- Çağlar, K. Ö., 1958. *Toprak Bilgisi*. A. Ü. Yayınları No: 10, Ankara.
- Çetin, S. H., Öztürk, Ö., 2012. Soyada farklı fosfor dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1): 157-161.
- Demiralay, İ., 1993. *Toprak fiziksel analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 143, Erzurum.
- Derici, M. R., 1996. Topraklarda fosfor dengesi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 20: 29-33.
- Derici, R., 1999. Fosfor eksikliğine dayanıklı (fosfor etkin) buğday genotiplerinin belirlenmesi ve etkinlik mekanizmalarının morfolojik ve fizyolojik açıdan karakterize edilmesi. TOBİTAK TOGTAG/TARP-2028 No' lu Araştırma Projesi II. Ara Raporu.
- Dessougi, H. E., Dreele, A. Z., Claassen, N., 2003. Growth and phosphorus uptake of maize cultivated alone, in mixed culture with other crops or after incorporation of their residues. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 166(2): 254-261.



- Dhanke, W. C., Malcolm, J. L., Menedez, M. E., 1964. phosphorus fractions in some representative soils. *J. Soil Sci.*, 9: 109-19.
- Ergle, D. R., 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. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları (Baskıda).
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., 1997. Phosphorus- efficiency in corn genotypes. *J. Plant Nutr.*, 20: 1267-1277.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., 1999. Phosphorus- efficiency in wheat genotypes. *J. Plant Nutr.*, 22 (2) : 331-340.
- Föhse, D., Claassen, N., Jungk, A., 1991. Phosphorus efficiency of plants. *Plant and Soil*, 132: 261-272.
- Fried, M., Shapiro, R. E., 1960. Soil- plant relations in phosphorus uptake. *Soil Science*, 90: 60-76.
- Frossard, E., Condron, L. M., Oberson, A., Sinaj, S., Fardean, J. C., 2000. Processes governing phosphorus availability in temperate soils. *Journal of Environmental Quality*, 29: 15-23.
- Geçit, H. H., Çiftçi, C. Y., Emeklier, H. Y., İkincikarakaya, S., Adak, M. S., Kolsarıcı, Ö., Ekiz, H., Altınok, S., Sancak, C., Sevimay, C. S., Kendir, H., 2009. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1569. Tarla Bitkileri Ders Kitabı: 512.
- George, E. 1993. Growth and phosphate efficiency of grain legumes and barley under dryland conditions in Northwest Syria. Verlag Ulrich E. Grauer Wendlingen.
- George, T. S., Richardson, A. E., Hadobas, P. A., Simpson, R. J., 2003. Rhizosphere limitations to the efficiency of phytase-phosphate interactions. *Proceedings of 2<sup>nd</sup> Internal Symposium on Phosphorus Dynamics in the Soil-Plant Continuum*, p: 48-49.
- Gerloff, G.C., 1977. Plant efficiencies in the use of N, P and K. In *Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils*, Ed: Wright, M. J., pp: 161-174.
- Gizlenci, Ş., Dok, M., 2003. Ham yağ açığına çare "kanola". *Ekin Dergisi*, Sayı: 23, Ankara.
- Gourley, C. J. P., Altan, D. L., Russelle, M. P., 1993. Defining phosphorus efficiency in plants. *Plant Soil*, 155/156: 289- 292.

- Gök, S., 2007. Düşük fosfor koşullarında yetişen mısır genotiplerinin fosfor beslenme statüleri üzerine kükürt ve çinko elementlerinin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana.
- Grami, B., Lacroix, L.J., 1977. Cultivar variation in total nitrogen uptake in rape. Can. J. Plant Sci., 57: 619-624.
- Guang, L. F., Li, M. X., 2002. Exploring plant factors for increasing phosphorus utilization from rock phosphates and native soil phosphates in acidic soils. Assessment of Soil Phosphorus Status and Management of Phosphatic Fertilisers to Optimise Crop Production. International Atomic Energy Agency Wagramer Strasse 5 P.O. Box 100 A- 1400 Vienna, Austria.
- Gül, M., 2006. GAP Bölgesine ait bir toprakta sera koşullarında yetiştirilen mısır genotiplerinin fosfor ve çinko gübrelemelerine tepkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana.
- Güneş, A., 2000. Fosfor eksikliğine dayanıklı mısır (*Zea mays* L.) genotiplerinin belirlenmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 6(3): 144-148.
- Güzel, N., Gülüt, Y. K., Büyük, G., 2002. Toprak verimliliği ve gübreler. Ç. Ü. Ziraat Fak. Genel Yayınları No: 246 Ders Kitapları Yayın No: A-80 s: 654, Adana.
- Habib, L., Chien, S. H., Carmona, G., Henao, J., 1999. Rape response to a syrian phosphate rock and its mixture with triple superphosphate on a limed alkaline soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 30(3): 449- 456.
- Hammond, J. P., Broadley, M. R., White, P.W., 2004. Genetic responses to phosphorus deficiency. Annals of Botany, 94: 323- 332.
- Haynes, R. J., Ludecke, T. E., 1981. Effect of lime and phosphorus applications on concentrations of available nutrients and on P, Al and Mn uptake by two pasture legumes in an acid soil. Plant and Soil, 67: 117- 128.
- Hemwall, J. B., 1957. The fixation of phosphorus by soils. Advances in Agronomy Vol. IX: 95- 111, Academic Pres, Inc. Newyork.
- Hennig, K., 1984. Cultivation of summer rape. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Kiel German Federal Republic, 2(1): 39- 40.
- Hibberd, D. E., Standley, J., Want, P. S., Mayer, D. G., 1991. Responses to Nitrogen, Phosphorus and irrigation by grain sorghum on cracking clay soil in Central Queensland. Journal of Experimental Agriculture, 31: 525- 534.

- Holmes, M. R. J., Ainsley A.M., 1977. Fertilizer requirements of spring oil seed rape. J. Sci. Food Agr., 28: 301- 311.
- Horst, W. J., Kamh, M., Jibrin, J. M., Chude, V. O., 2002., Agronomic measures for increasing p availability to crops. Plant and Soil, 237: 211-223.
- Hossner, L. R., Freeouf, J. A., Folsom, B. L., 1973. Solution phosphorus concentration and growth or rice (*Oryza sativa* L.) in flooded soils. Proc. Soil. Sci. Soc. Amer, 37: 405- 408.
- İnal, A., 2001. Fosfor alımı ve fosfor etkinliği yönünden bazı ekmeklik (*T. aestivum*) ve makarnalık (*T. durum*) buğday genotipleri arasındaki farklılıkların belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi. 7 (2): 135-140.
- İncekara, F., 1964. Yağ bitkileri ve ıslahı. . E. Ü. Basımevi. Bornova/İzmir.
- Jackson, P. C., Hagen, C. E., 1960. Products of orthophosphate absorbtion by barley roots. Plant Physiol, 35: 326- 332.
- Juan, Z., Jian-Wei, L., Fang, C., Yin-Shui, L., 2009. Increasing yield and profit of rapeseed under combined fertilization of Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Boron in Yangtze River Basin. Acta Agronomica Sinica, 35(1): 87–92.
- Kacar, B., 1984. Bitki besleme uygulama kılavuzu A.Ü. Zir. Fak. Yayınları No:900 Ankara.
- Kacar, B., Samet, H., 1996. Türkiye'de planlı dönemde kimyasal gübre üretimi ve tüketimi. Tr. J. Agr. Forestry, 20: 41-47.
- Kalfa, H., 1997. Artan orandan uygulanan fosforun buğday yapraklarında çinkonun yararışlılığına etkisi. Yüksek Lisans Tezi.
- Karaaslan, D., 1999. Diyarbakır koşullarında yetiştirilebilecek kolza çeşitlerinin saptanması üzerine bir araştırma. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999 cilt 2, Endüstri Bitkileri, 328-333.
- Karamanos, R. E., Harapiak, J. T., Flore, N. A., 2002. Fall and early spring seeding of canola (*Brassica napus* L.) using different methods of seeding and phosphorus placement. Can. J. Plant Sci., 82: 21–26.
- Knudsen D., Peterson, G. A., Pratt, P. F., 1982. Lithium, Sodium and Potassium. In Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy 9. P:225-246. ASA. SSSA Publication. Madisan. WI. USA.
- Korkmaz, K., 2005. Kireçli toprakların fosfor durumlarının belirlenmesi ve fosfor uygulamasının mısır verimine etkisi. Doktora Tezi.

- Korkmaz, K., Ibrikci, H., Karnez, E., Buyuk, G., Ryan, J., Ulger, A. C., Oguz, H. 2009. Phosphorus use efficiency of wheat genotypes grown in calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 32: 2094–2106.
- Kovar, J. L., Barber, S. A., 1988. Phosphorus supply characteristics of 33 soils as influenced by seven rates of phosphorus addition. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52: 160-165.
- Kucey, R. M. N., Leggett, M. E., 1989. Increased yields and phosphorus uptake by westar canola (*Brassica napus* L.) inoculated with a phosphate-solubilizing isolate of *penicillium bilaji*. *Can. J. Soil Sci.*, 69: 425-432.
- Larsen, S., 1967. Soil Phosphorus. *Adv. Agron* 19: 151-210.
- Lickfett, T., Matthaus, B., Velasco, L., Möllers, C., 1999. Seed yield, oil and phytate concentration in the seeds of two oilseed rape cultivars as affected by different phosphorus supply. *European Journal of Agronomy*, 11: 293–299.
- Lindsay, W. L., Norvell, W. A., 1978. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Sci. Soc. Amer: Proc.*, 42: 421-428.
- Machado, T. T. C., Furlani, C. M. A., 2004. Kinetics of phosphorus uptake and root morphology of local and improved varieties of Maize. *Sci. Agric.*, 61(1): 69-76.
- 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. Mineral nutrition of higher plants. Second Edition. Academic Pres., NewYork., USA.
- Marschner, P., Solaiman, Z., Rengel, Z., 2007. Brassica genotypes differ in growth, phosphorus uptake and rhizosphere properties under P-limiting conditions. *Soil Biology & Biochemistry* 39: 87–98.
- Matar, A., J., Torrent, J. Ryan, 1992. Soil and fertilizer phosphorus and crop responses in the dryland mediterranean zone. *Advences in Soil Science*, 18: 81-146.
- Mckenzie, R. H., Bremer, E., Kryzanowski, L., Middleton, A. B., Solberg, E. D., Heaney, D., Coy, G., Harapiak, J., 2003. Yield benefit of Phosphorus fertilizer for wheat, barley and canola in Alberta. *Can. J. Soil Sci.*, 83: 431–441.
- McLaren, R. G., Cameron, K. C., 1996. *Soil Science. Sustainable Production and Environmental Protection*, Melbourne Oxford, New York, pp: 209–213.

- Mengel, K., Grimme, H., Nemeth, K.(ALM), 1969. Potential and actual availability for plant nutrients in soils. Landw. Forsch. 23/1. Sonderh., 79- 91.
- Mengel, K., Kirby, E.A., 1987. Principles of plant nutrition. International Potash Institute. Bern.
- Morshedi, A., Farahbakhsh, H., 2009. Effects of sowing time, N and P fertilizers on seed yield, oil and protein production in canola. Plant Ecophysiology, pp: 9-15.
- Murphy, J., Riley, J. P., 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta, 27: 31-36.
- Nelson, D. W., Sommers, L. E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In 'Methods of Soil Analysis. Chemical and Microbiological Properties'. (Eds AL Page, RM Miller, DR Keeney) pp: 539-580. (Eds AL Page, RM Miller, DR Keeney) pp: 167-179. (American Society of Agronomy Inc., Madison, WI).
- Nuttall, W. F., Button, R. G., 1990. The effect of deep banding N and P fertilizer on the yield of canola (*Brassica napus* L.) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Can. J. Soil Sci., 70: 629-639.
- Odabaşı, S., Taşkaya, B., 2004. Kolza (Kanola). Tarımsal Ekonomi Araş. Enst. Bakış, 11(7).
- Olsen, J. K., Lyons, P. J., Kelly, M. M., 1954. Nitrogen uptake and utilization by bell pepper in subtropical Australia. J. Plant Nutr., 16:177–193.
- Omidi, H., Tahmasebi, Z., Torabi, H., Miransari, M., 2008. Soil enzymatic activities and available P and Zn as affected by tillage practices, canola (*Brassica napus* L.) cultivars and planting dates. European Journal of Soil Biology, 44: 443–450.
- Otto, M. W. ve Kilian, W. H., 2001. Response of Soil Phosphorus Content, Growth and Yield of Wheat to Long-Term Phosphorus Fertilization in A Conventional Cropping System. Nutrient Cycling in Agroecosystems 61: 283-292.
- Öktem, A., Ülger, A. C., 1998. Harran ovası koşullarında 10 mısır (*Zea mays* L.) genotipinin fosfor kullanımının belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (4):71-80.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1993. Toprak Bilimi. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 73 Ders Kitapları No: 16.
- Özer, H., Peker, K., 1998. Erzurum ekolojik koşullarında kolza üretiminde optimum azot kullanımının belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (1): 50-57.

- Özgülven, M., Kırıcı, S., Tansı, S., Gür, A., 1992. GAP bölgesine uygun kolza çeşitlerinin saptanması. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Genel Yayın No:36. GAP Yay. No:65. Adana.
- Öztürk, L., Torun, B., Gültekin, I., Çekiç, C., Keklikçi, Z., Çakmak, İ., 2000. Fosfor eksikliğine dayanıklı buğday genotiplerinin belirlenmesi ve buğdayın fosfor etkinliğinde rol alan mekanizmalarının araştırılması (TARP-2028). Tübitak TARP Sempozyumu Program ve Bildiri Özetleri, s: 9-10.
- Pinkerton, A., 1991. Critical phosphorus concentrations in oilseed rape (*Brassica napus*) and indian mustard (*Brassica juncea*) as affected by Nitrogen and plant age. Australian Journal of Experimental Agriculture, 31 (1): 107 -115.
- Qian, P., Schoenau, J. J., 2000. Effect of swine manure and urea on soil phosphorus supply to canola. Journal of Plant Nutrition, pp: 381- 390.
- Rebeille, F., Bligny, R., Douce, R., 1984. Is the cytosolic P<sub>i</sub> conce ntration a limiting factor of cell respiration. Plant Physiol, 74: 355- 359.
- Richard, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agriculture Handbook, No: 60, U.S. Department of Agriculture. U.S. Grovement Priting Office, Washington D.C.
- Rose, T. J., Rengel, Z., Ma, Q., Bowden, J. W., 2008. Post-flowering supply of P, but not K, is required for maximum canola seed yields. Europ. J. Agronomy, 28: 371–379.
- Salimpour, S., Khavazi, K., Nadian, H., Besharati, H., Miransari, M., 2010. Enhancing phosphorus availability to canola (*Brassica napus* L.) using P solubilizing and sulfur oxidizing bacteria. AJCS, 4(5): 330-334.
- Samadi, A., Gilkes, R. J., 1999. Phosphorus transformations and their relationships with calcereous soil properties of Southern Western Australia. Soil Sci. Soc. Am. J., 63: 815-822.
- Sanchez, E., Etchevers, J. D., Ortic, C. J., Nunez, E. R., Martinez, G. A., Castellanos, J. Z., 2001. Phosphorus nutrition of potato and maize seedlings. Terra, 19: 55-65. Mexico.
- Schierholt, A., Rucker, B., Becker, H., 2001. Inheritance of high oleic acid mutations in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) Crop Sci., 41: 1444-1449.

- Seeling, B., Zasoski, R. J., 1993. Microbial effects in maintaining organic and inorganic solution phosphorus concentrations in a grassland topsoil. *Plant Soil*, 148: 277-284.
- Sheppard, S. C., Bates, T. E., 1980. Yield and chemical composition of rape in response to Nitrogen, Phosphorus and Potassium. *Can. J. Soil Sci.*, 60: 153-162.
- Siddiqi, M. Y., A. D. M. Glass. 1981. Utilization Index: A modified approach to estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *Journal of Plant Nutrition*, 4: 289–302.
- Sobutay, T., 2004. Kanola Sektör Araştırması, İstanbul Ticaret Odası Dış Ticaret Şubesi Araştırma Servisi, 24 Şubat 2004.
- Solaiman, Z., Marschner, P., Wang, D., Rengel, Z., 2007. Growth, P uptake and rhizosphere properties of wheat and canola genotypes in an alkaline soil with low P availability. *Biol Fertil Soils*, 44: 143–153.
- SPSS, 2006. SPSS Base 15.0 User's Guide, SPSS Inc., Chicago, USA.
- Stone, U. C., Zinn, K. E., Yanez, M.R., Li, A., Vance, C. P., Allan, D. L., 2003. Nylon filter arrays reveal differential gene expression in proteoid roots of white lupin in response to phosphorus deficiency. *Plant Physiology*, 131 (3): 1064.
- Strom, L., Owen, G. A., Godbold, D. L., Jones D. L., 2002. Organic acid mediated P mobilization in the rhizosphere and uptake by maize roots. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 703-710.
- Strong, W. M., Soper, R. J., 1973a. Phosphorus utilization by flax, wheat, rape and buckwheat from a band or pellet-like application. I. Reaction Zone Root Proliferation 1. *Agronomy Journal.*, 66 (5): 597- 601.
- Süzer, S., 2001. Kolza Tarımı. Marmara'da Tarım. Yayın No: 77-78: 38-43.
- Süzer, S., 2006. Kanola Yetiştirme Tekniği. *Gıda 2000 Teknoloji ve Tarım Dergisi*. 79: 49-54.
- Tang, X., Li, J., Ma, Y., Hao, X., Li, X., (2008). Phosphorus efficiency in long term (15 years) wheat-maize cropping systems with various soil and climate conditions. *Field. Crops. Res.*, 108: 231-237.
- Thomas, B. M., Rengel, Z., 2002. Di-ammonium phosphate and mono-ammonium phosphate improve canola growth when banded in a P-fixing soil compared with triple superphosphate. *Australian Journal of Agricultural Research*, 53 (11): 1211- 1218.

- Thompson, L. M., 1973. Soils and Soil Fertility, McGraw-Hill, New York.
- Tickel, J., 2000. From the fyer to the fuel tank, the complete guide to using vegetabloil as an alternative fuel. Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). Crop Sci., 1444-1449.
- Toker, E., Zincirlioğlu, M., Alarslan, Ö. F., 1998. Hayvan Yetiştirme, Yemler ve Hayvan Besleme, Baran Ofset, 2. Baskı, Ankara, s: 212.
- Tunçtürk, M., 2008. Bazı yazlık kolza çeşitlerinde fosforlu gübrelemenin bazı verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 14 (3): 259-266.
- U.S. Salinity Lab. Staff. 1954. Methods for Soil Characterization, 83: 147-655.
- 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.
- Wahidi, M. A., Cheema, M. A., Malik, M. A., Ashrafi, M., 2009. Comparative performance of canola hybrids in response to different phosphatic fertilizers. International Journal Of Agriculture & Biology, pp: 306- 310.
- Walker, N. A., Syers, J. K., 1976. The rate phosphorus during pedogenesis. Geoderma, 15: 1-19.
- Watanabe, F. S., Olsen, S. R., 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO<sub>3</sub> extracts from soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 29: 677- 678.
- Weiss, E. A., 1983. Rapeseed. In Oilseed Crops. Longman Group, New York, pp: 161-215.
- Williams, E.G., 1959. Influence of parent material and drainage conditions on soil phosphorus relationships. Agrochimice 3-279.
- Zhang, T. Q., Mackenzie, A. F., 1997. Phosphorus in zero tension soil solution as influenced by long-term fertilization of corn (*Zea mays* L.). Canadian Journal of Soil Science, 77(4): 685-691.
- Zhou, M. F., Li, Y. C., 2001. Phosphorus-sorption charecteristics 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

**Adı Soyadı** : Çağatay ALTINTAŞ  
**Doğum Yeri** : Trabzon  
**Doğum Tarihi** : 03.01.1985  
**Yabancı Dil** : İngilizce  
**E-mail** : cagatayaltintas@gmail.com  
**İletişim Bilgileri** : Merkez Kuledibi Mah. Turgay Ciner Cad. No:36/A  
Hopa/ARTVİN

### Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Toprak	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2009
Y. Lisans	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme	Ordu Üniversitesi	2013

### İş Deneyimi :

Görev	Görev Yeri	Yıl
Tarım Temsilcisi	Denizbank A.Ş.	2011-(Halen)