

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

**FARKLI BİBER GENOTİPLERİNİN FOSFOR KULLANIM
ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

ABDULLAH SAİM YILDIRIMER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORDU 2018

TEZ ONAY

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Abdullah Saim YILDIRIMER tarafından hazırlanan ve Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU danışmanlığında yürütülen “Farklı Biber Genotiplerinin Fosfor Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 09/02/2018 tarihinde oy birliği / oy çokluğu ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU

Başkan : Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU
: Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Ordu Üniversitesi

İmza : 

Üye : Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ
: Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Ordu Üniversitesi

İmza : 

Üye : Doç. Dr. Mehmet Eren ÖZTEKİN
: Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü,
Çukurova Üniversitesi

İmza : 

ONAY:

15/02/2018 tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 15/02/2018 tarih ve 2018./102 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Enstitü Müdürü

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Sami GÜLER

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.

Abdullah Saim YILDIRIMER

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

FARKLI BİBER GENOTİPLERİNİN FOSFOR KULLANIM ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Abdullah Saim YILDIRIMER

Ordu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 2018
Yüksek Lisans Tezi, 38s.

Danışman: Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU

Bu çalışmanın amacı yerel biber genotiplerinin fosfor (P) kullanım etkinliğini belirlemektir. Bu çalışma, sera koşullarında 8 farklı yerel biber genotipine 5 farklı P dozu (0, 25, 50, 100 ve 200 mg P kg⁻¹) uygulanarak, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Araştırmada, biber bitkisinde, fosfor konsantrasyonları, toplam kaldırılan fosfor, gövde kuru madde miktarları ve bitkilerin P kullanım etkinlikleri incelenmiştir.

Çalışmada, gövde fosfor konsantrasyonundaki genotip ve genotip x doz interaksyonu hariç incelenen tüm parametrelerde doz, genotip ve genotip x doz interaksyon etkisi istatistiki açıdan (P<0.001) düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Kontrol uygulamasında K-7 genotipinde 2.07 g saksı⁻¹ kuru madde üretimi gerçekleşirken, en yüksek doz (200 mg P kg⁻¹ toprak) uygulaması ile meydana gelen kuru madde 2.1 kat artarken, K-3 genotipinde ise kontrole göre 3.4 kat kuru madde artışı olduğu belirlenmiştir. Diğer biber genotiplerinin bu iki değer arasında olduğu ve fosfor uygulamalarının bitkide kuru madde miktarında artış sağladığı saptanmıştır.

Oransal kuru madde artışı ve etkinlik indeksi (EI) göz önüne alınarak değerlendirildiğinde; PS-5 genotipi Etkin Duyarlı; K-2, K-8 ve K-7 genotipleri Etkin Duyarsız; K-9, K-5 ve K-3 genotipleri Etkin Olmayan Duyarlı; PM-5 genotipi ise Etkin Olmayan Duyarsız olarak sınıflandırılmıştır. Bu tez çalışmasından elde edilen verilere göre, yerel biber genotipleri içinde fosfor (P) kullanım etkinliği yönünden önemli farklılıkların olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biber, Fosfor etkinliği, P'lu gübreleme, Besin elementi etkinliği

ABSTRACT

DETERMINATION OF PHOSPHORUS USE EFFICIENCY IN DIFFERENT PEPPER GENOTYPES

Abdullah Saim YILDIRIMER

University of Ordu
Institute of Science
Department of Soil Science and Plant Nutrition, 2018
MSc Thesis, 38 p.

Supervisor: Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU

The purpose of this study was to determine phosphorus (P) use efficiency in local pepper genotypes. In this study, five levels of phosphorus (0, 25, 50, 100 and 200 mg kg⁻¹) were applied to 8 different local pepper genotypes in greenhouse conditions using completely randomized design with three replications. Shoot dry matter, phosphorus concentration, total phosphorus uptake and phosphorus use efficiency of local pepper genotypes were evaluated in the research.

In the study, dose, genotype and genotype x dose interaction effect statistically significant ($P < 0.001$) were found in all examined parameters except genotype and genotype x dose interactions in body phosphorus concentration. In the control application, it was determined 2.07 g pot⁻¹ dry matter was produced in the K-7 genotype, the dry matter increase was 2.1 fold with the highest dose (200 mg P kg⁻¹ soil) application and the dry matter increase was 3.4 times with the K-3 genotype. The other pepper genotypes are between these two values and the amount of dry matter increase with phosphorus applications in the plant.

Considering the relative dry matter growth and efficiency index (EI); i) genotype PS-5 is efficient and responsive ii) genotypes K-2, K-8 and K-7 are efficient and nonresponsive, iii) K-9, K-5 and K-3 genotypes nonefficient and responsive, IV) the number PM-5 genotype is classified as nonefficient and nonresponsive. When the results are evaluated, it has been found that there are significant differences in the usage of phosphorus (P) use efficiency among local pepper genotypes.

Key words: Pepper, Phosphorus activity, P fertilization, Nutrient use efficiency

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazımı esnasında bana her türlü yardımı esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU'ya, değerli bilgilerini ve deneyimlerini paylaşarak bana ışık tutan Sayın Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ'a ve eğitimim boyunca bizlere destekçi olan Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nün değerli hocaları ve araştırma görevlilerine teşekkür ederim.

Bu araştırmanın yapılması ve yazımı aşamasında yardımını benden esirgemeyen Araştırma Görevlisi Mehmet AKGÜN'e, teşekkür ederim.

Tüm eğitimimde ve hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan çok sevdiğim ve değer verdiğim babam Mustafa YILDIRIMER, annem Aliye YILDIRIMER, kardeşlerim Fatmanur ve Ahmed Said'e ve bu araştırmanın her aşamasında desteğini benden esirgemeyen değerli eşim Sümeyra YILDIRIMER'e ve öz babamdan farklı görmediğim kayınpederim Ertuğrul ARPAT'a en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Bu çalışmamı bana babalık duygusunu tattıran canım kızım Feyza'ma armağan ediyorum.

Not: Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (BAP) TF-1532 nolu projeye desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
ÇİZELGELER LİSTESİ	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Toprakta Fosfor.....	4
2.2. Bitkilerde Fosfor.....	6
2.2.1. Bitkilerde Fosfor Etkinliği ve Fosfor Uygulamalarıyla İlgili Yapılan Çalışmalar.....	7
3. MATERYAL ve METOD	11
3.1. Materyal.....	11
3.1.1. Deneme Yeri ve Yılı.....	11
3.1.2. Deneme Toprağının Özellikleri.....	11
3.1.3. Denemede Kullanılan Biber Genotipleri.....	11
3.1.4. Sera Denemesinin Yürütülmesi ve Sonuçlandırılması.....	12
3.2. Metot.....	12
3.2.1. Toprak Örneklerine Yapılan Analizler ve Uygulama Metotları.....	12
3.2.1.1. Toprak Tekstürünün Belirlenmesi.....	13
3.2.1.2. Toprak pH'sının Belirlenmesi.....	13
3.2.1.3. Toprağın Kireç İçeriğinin Belirlenmesi.....	13

3.2.1.4. Toprak Tuzluluğunun Belirlenmesi (EC).....	13
3.2.1.5. Organik Maddenin Belirlenmesi.....	13
3.2.1.6. Toplam Azot'un Belirlenmesi.....	13
3.2.1.7. Yarayırlı Fosfor'un Belirlenmesi.....	13
3.2.2. Bitki Örneklerinde Yapılan İşlemler.....	14
3.2.2.1. Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması.....	14
3.2.2.2. Bitki Örneklerinin Analizi.....	14
3.2.2.3. Bitki Örneklerinde Fosfor Analizi.....	14
3.2.2.4. Bitki Örneklerinin Fosfor Etkinliğinin Hesaplanması.....	14
3.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi.....	14
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	15
4.1. Bulgular.....	15
4.1.1. Yerel Biber Genotiplerinde Kuru Madde Verimi.....	15
4.1.2. Düşük ve Yüksek Fosfor (P)'lu Koşullarda Gövde Kuru Madde Miktarı ve Fosfor Kullanım Etkinliği.....	19
4.1.3. Yerel Biber Genotiplerinde Gövde Fosfor Konsantrasyonları.....	21
4.1.4. Yerel Biber Genotiplerinde Gövde Tarafından Kaldırılan Fosfor Miktarı.....	23
4.2. Tartışma.....	25
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	29
6. KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ.....	38

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1	Ortofosfat iyon çeşitlerinin dağılımı üzerine pH'nın etkisi.....	5
Şekil 4.1	Yerel biber genotiplerinin gövde kuru madde verimi.....	16
Şekil 4.2	Sera koşullarında 48 gün boyunca yetiştirilen 8 farklı biber genotipinin $P_0= 0 \text{ mg P kg}^{-1}$ uygulaması altındaki genel görünümü.....	17
Şekil 4.3	Sera koşullarında 8 farklı biber genotipinin farklı P doz uygulamaları altında ($P_0= 0 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{25}= 25 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{50}= 50 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{100}= 100 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{200}= 200 \text{ mg P kg}^{-1}$ toprak) 48 gün boyunca yetiştirilen K-5 genotipinin görünümü.....	17
Şekil 4.4	Sera koşullarında 8 farklı biber genotipinin farklı P uygulamaları altında ($P_0= 0 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{25}= 25 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{50}= 50 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{100}= 100 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{200}= 200 \text{ mg P kg}^{-1}$ toprak) 48 gün boyunca yetiştirilen PS-5 genotipinin görünümü.....	18
Şekil 4.5	Sera koşullarında 48 gün boyunca yetiştirilen 8 farklı biber genotipinin $P_{100}= 100 \text{ mg P kg}^{-1}$ uygulaması altındaki genel görünümü.....	18
Şekil 4.6	Sera koşullarında 48 gün boyunca yetiştirilen 8 farklı biber genotipinin $P_{200}= 200 \text{ mg P kg}^{-1}$ uygulaması altındaki genel görünümü.....	19
Şekil 4.7	Düşük ($P_0= 0 \text{ mg P kg}^{-1}$) ve yüksek ($P_{200}= 200 \text{ mg P kg}^{-1}$) fosfor (P)'lu koşullarda gövde kuru madde miktarı ve etkinliği.....	20
Şekil 4.8	Yerel biber genotiplerinin gövde fosfor konsantrasyonu.....	22
Şekil 4.9	Yerel biber genotiplerinin gövde tarafından kaldırdıkları fosfor miktarı.....	24

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1	Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	11
Çizelge 4.1	Yerel biber genotiplerinin gövde kuru madde verimi.....	16
Çizelge 4.2	Yerel biber genotiplerinin gövde fosfor konsantrasyonu.....	22
Çizelge 4.3	Yerel biber genotiplerinin gövde tarafından kaldırdıkları fosfor miktarı.	24



SİMGELER VE KISALTMALAR

M	: Molar
ppm	: Part Per Million (Milyonda Bir Kısım)
Da	: Dekar
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
H	: Hidrojen
HCl	: Hidroklorik Asit
EC	: Elektriksel İletkenlik
Ca	: Kalsiyum
CaCO ₃	: Kalsiyum Karbonat
CO ₂	: Karbondioksit
pH	: Ortamda bulunan H ⁺ konsantrasyonunun negatif logaritması
P	: Fosfor
N	: Azot
K	: Potasyum
S	: Kükürt
Fe	: Demir
Mn	: Mangan
Zn	: Çinko
Cu	: Bakır
Al	: Alüminyum

1. GİRİŞ

Biberin anavatanı Amerika'nın tropik bölgeleridir. Güney ve Kuzey Amerika ülkelerinden Şili, Peru ve Meksika'da 2000 yıldan bu zamana kadar üretimi yapılmaktadır. Amerika keşfedilmeden önce diğer kıtalarda biber bitkisi bilinmezken, Kristof Colomb tarafından yakıcı ufak biberler Avrupa'ya getirilmiş ve popüler duruma gelmiştir (Şeniz, 1992). Amerika'dan da 1493 yılında İspanya'ya geldiği, 1548 yıllarında İngiltere'ye ve 1578 yılından sonra da tüm Avrupa ülkelerine getirildiği ve buradan da dünyaya dağıldığı bildirilmiştir (Somos, 1984). Biberin orijini Amerika olarak bilinse de türlere göre değişiklik gösterdiği biber orijinleri üzerine yapılan taksonomik araştırmalar ile bildirilmiştir. Acı biberlerin özellikle Bolivya ile Güney Brezilya orijinli olduğu açıklanmıştır (McLeod ve ark., 1983; Pickersgill, 1984). Osmanlı İmparatorluğu zamanında ilk olarak biber İstanbul'a 16. yüzyılda gelmiş ve buradan da diğer bölgelerimize dağılmıştır (Vural ve ark., 2000).

Biber, *Capsicum* türünden ve *Solanacea* familyasında yer almaktadır. *Capsicum* geniş bir çeşitliliğe sahip olması ve içinde 20 ila 25 civarında biber türü olmasına rağmen bunların 5 tanesi ile (*C. annuum*, *C. frutescens*, *C. pubescens*, *C. baccatum*, *C. chinense*) kültürü yapılabilmektedir (Andrews, 1999). Biber önemli sebzelerden birisi olup, taze ve salça şeklinde yemeklerde renk kaynağıdır. Ayrıca biber, toz ve pul, turşu, dondurulmuş gıda, salata, yeşil zeytinlerin içi, konsantre domates çorbaları, hazır çorbalar, konserve, ketçap, sos, tarhana, sucuk, pastırma, bazı peynirler, çocuk mamaları, kurutularak, ilaç sanayisinde ve boya sanayisinde fazla miktarda kullanılmaktadır (Aybak, 2002).

Ülkemizde çoğunlukla yetiştiriciliği yapılan biberler; sofralık olarak sivri, kapyra, dolmalık, çarliston, kurutmalık olarak yetiştirilen biberler ise süs biberleri ve turşuluk biberler gibi çeşitlerdir. Ayrıca bunlarla birlikte daha az üretimi olan Yunan çarlisi, Macar biberi, Şili biberi, blok biberler (California Wonder-iri dolmalık) ve Jalapeno gibi biber çeşitleri de yetiştirilmektedir (Özalp, 2010).

FAO 2017 verilerine göre, dünya biber üretimi alanları son beş yılda (2012-2016) artış göstermiştir. Dünyadaki artış alanlarına paralel olarak ülkemizde de artışlar söz konusudur. Türkiye üretim miktarı 1 975 269 ton iken 2016 yılında 482 553 ton artış göstererek 2 457 822 ton miktarına yükselmiştir. Bu üretim miktarı ile Çin ve

Meksika'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Dünya'da toplam biber üretim miktarları Çin % 50.60, Meksika % 7.93, Türkiye % 7.12, Endonezya % 5.68, İspanya % 3.13 ve diğer bütün ülkelerin toplamı ise % 25.50 üretim potansiyeline sahiptirler (Anonim, 2017a). Türkiye'nin % 7.12'lik üretim miktarının büyük bir bölümünü Şanlıurfa, Gaziantep, Kilis ve Kahramanmaraş illerinde üretilen biberlerin oluşturduğu belirlenmiştir (Anonim, 2017b). Biberin en çok üretilen ülkeler içerisinde ilk 3'te yer alan Çin, Meksika ve Türkiye'deki 2012-2016 yılları arasında dekar başına verimlerine bakıldığında Çin'de sırasıyla 2203, 2221, 2247, 2292, 2318; Meksika'da 1748, 1726, 1661, 1607, 1609 kg; Türkiye'de ise 2595, 2742, 2694, 2711, 2761 kg da⁻¹ biber elde edilmektedir. Türkiye'nin üretim miktarına göre üçüncü sırada yer almasına rağmen dekar başına alınan verimde ise birinci sırada yer almaktadır. Bu rakamlarda göstermektedir ki ülkemizde verimli çeşitlerin kullanılması ve gübrelemenin uygun miktarlarda yapılmasının rolü bulunmaktadır. Biberde daha yüksek verim toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin uygun olması ve toprakta yeterli miktarda bitki besin elementlerinin bulunmasıyla elde etmek mümkündür. Bitki besin elementlerinin optimum düzeyde bitki tarafından alınmasıyla daha yüksek verim elde edilebilir. Bitki besin elementlerinin toprakta dengeli miktarda bulunmadığı durumlarda ve eksik bulunan besin elementleri gübreler ile verilmediği takdirde bitkinin gelişimi olumsuz etkilenmekte ve bitkide verim kayıpları söz konusu olmaktadır. Bunun yanı sıra toprakta düşük ve yüksek pH ile yüksek miktarda kireç olması durumunda bitkiler için gerekli olan fosfor fikse olarak verimliliğin düşük olmasına neden olmaktadır. Fosfor, bitki gelişimi üzerine önemli rol oynadığından bitkilerin beslenmesi ve yüksek verim için gereklidir. Fosforun bitkilerde erken gelişme, kök gelişimi, çiçeklenme ve tohum bağlama üzerine etkileri vardır. Toprakta organik ve inorganik formlarda bulunan fosforu bitkiler inorganik formlarda kullanabilmektedir. Fosfor döngüsünün çok uzun zamanda gerçekleşmesi, fosfor rezervinin az olması ve toprak bünyesindeki fosforun uygun olmayan toprak özellikleriyle fosfor yarayışsız forma dönüşerek bitkilerin etkin şekilde beslenememesine neden olmaktadır. Syers ve ark., (2008), bitkilere uygulanan fosforun sadece % 10-25'nin bitki tarafından kullanıldığını ve toprakta bulunan fosforun % 75-90'ının bitkiler tarafından alınmaz veya zor alınabilir durumda olduğunu ileri sürülmüştür. Bitki gelişiminde önemli olan fosfor organik ve

inorganik fosfor kaynakları ile Türkiye topraklarındaki fosfor miktarı düşük seviyede olduğu görülmektedir (Gök, 2007). Topraklarımız toplam P bakımından yeterli düzeyde iken (Kacar, 1997), yarayışlı P (Olsen ve ark., 1954) bakımından düşük olduğu bildirilmektedir. Ülkemiz genelinde Toprak Gübre ve Araştırma Enstitüsünce tarım alanlarını temsil edecek şekilde 243.453 toprak örneğinde yapılan P analizlerine göre ülke topraklarının % 5.8'inde bitkiye elverişli P kapsamının az (3-6 kg P₂O₅ da⁻¹) ve çok az (<3 kg P₂O₅ da⁻¹) sınıfında olduğu bildirilmiştir (Eyüpoğlu, 1999). Bu sonuçlardan da görüldüğü gibi Türkiye topraklarının fosforca fakir olması nedeniyle son yıllarda özellikle P elementinin etkin kullanımıyla ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Besin elementlerinin etkin kullanımı ile ilgili çalışmalar sonucunda hem yüksek verim elde etmek için yeni genotipler belirlenmiş olacak hem de daha az gübre kullanımıyla daha az girdi sağlanarak daha yüksek gelir elde etmek mümkün olabilecektir. Etkinlik çalışmalarının yararlı yanlarının yanı sıra kimyasal gübrelerin gereğinden fazla kullanılmasının önüne geçilmiş ve daha az gübre kullanımıyla su, toprak ve çevre kirliliği de önlenmiş olacaktır.

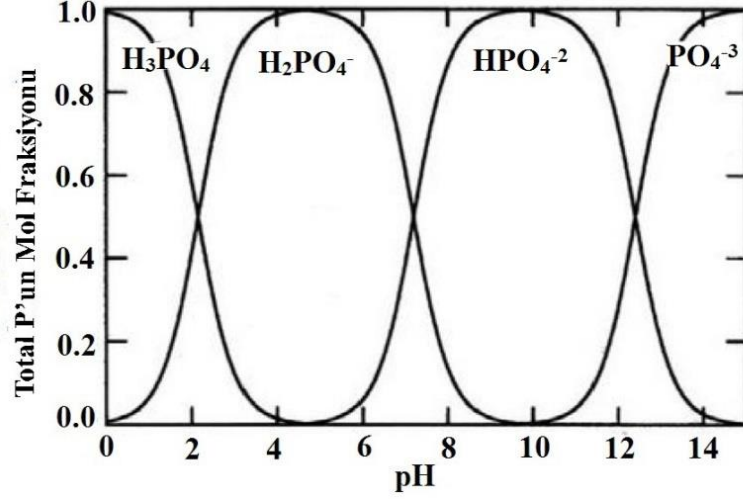
Bu tez çalışmasında, Kahramanmaraş çevresinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan 8 farklı yerel biber genotipinin P uygulamalarına karşı verdiği tepkiler ve P kullanım etkinlikleri belirlenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Toprakta Fosfor

Toprakların fosfor içeriğini ana materyalin cinsi, dağılıp parçalanma derecesi, iklim, tekstür ve organik madde içeriği gibi çok farklı etmenler etkilemektedir. Toprakların fosfor içeriklerini toprak yapısı, erozyon ve münavebe sistemi gibi etmenler de etkilemektedir (Kacar ve Katkat, 2010). Toprakların toplam fosfor miktarları bakımından toprak grupları arasında önemli farklılıkların olduğu görülmektedir. Bu farklılıklar toprağın oluşumundaki farklılıktan ileri gelmektedir. Toprakta toplam fosforun büyük kısmını inorganik fosfor oluşturmaktadır. Bu bitkiye yararlı olan fosforun önemli kısmını oluşturmaktadır. Bitkiler topraklardaki organik fosforu farklı toprak enzimleri tarafından gerçekleşen katalizleme ve mineralizasyon süreçlerinden sonra inorganik forma dönüşmesi sonucu bitkiler tarafından kullanılabilir (Sarapatka, 2003). Toprak çözeltisindeki fosfor miktarı 0.3 ile 3 kg ha⁻¹ aralığında olduğunda bitkinin ihtiyacı kolay bir şekilde karşılanmaktadır. Toprak çözeltisinde ortamdaki azalan fosforun telafi edilebilmesinde en önemli görevde bulunan toprak katı fazında toprağın üst 20 cm'lik kısmında hektar başına yaklaşık olarak 150 ile 500 kg arası fosfor bulunmaktadır. Tamponlama kapasitesi fazla olan topraklarda bitki ihtiyaçlarını giderebilmek için katı fazdan daha fazla ve sık toprak çözeltisine fosfor geçmelidir (Kacar ve Katkat, 2010). Bitkilerin fosfor ihtiyaçlarını iyi bir şekilde gidermelerinde toprağın tamponlama kapasitesi ile toprak çözeltisindeki fosfor içeriği önemli bir kıstastır (Olsen ve Watanable, 1970). Turan ve Horoz, (2012), 'a göre toprağın üst kısmı olan 10 cm derinliğinde 200-2200 mg kg⁻¹ civarında organik ve inorganik fosfor bulunmaktadır. Toprakların üst kısmı genellikle P bakımından daha zengin olmaktadır.

Bitkiler fosforu absorbe ederken genellikle primer (H₂PO₄⁻) ve sekonder (HPO₄⁻²) ortafosfatlar şeklinde kullanmaktadır. Topraklardaki fosfor formları toprak çözeltisinin pH'sına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Şekil 2.1). Toprak pH değeri 7.2'nin üzerine çıktığı durumlarda HPO₄⁻² formu bitkilerce kullanılırken, pH 7.2'nin altında olduğu durumlarda H₂PO₄⁻ formu daha baskın olmaktadır. Bitkilerce H₂PO₄⁻ formu HPO₄⁻² formundan daha hızlı absorbe edilmektedir (Güzel ve ark., 2008).



Şekil 2.1. Ortofosfat iyon çeşitlerinin dağılımı üzerine pH'nın etkisi (Güzel ve ark., 2008).

Toprak organik maddesinin parçalanma prosesi topraklarda organik ve inorganik fosfor miktarında önemli yer tutmaktadır. Toprakta bulunan organik maddenin parçalanmasından toprak mikroorganizmaları birinci derece sorumludur. Mikroorganizmalar topraklardaki hareketsiz fosfor formlarını yarayışlı duruma gelmesinde rol oynamaktadırlar. Ayrıca topraklarda bulunan yarayışlı fosforu mikro organizmalar metabolik faaliyetlerinde kullanmalarıyla inorganik formdaki fosforun organik forma geçmesinde de rol oynamaktadırlar. Biyolojik immobilizasyon bunun sonucu olarak ortaya çıkabilmektedir (Coetzee, 2013). Toprak çözeltisinde mevcut fosforu veya uygulanan fosforlu gübrenin çözünürlüğünden faydalanabilmek için mikrobiyal canlılardan faydalanmanın uygun olabileceği araştırmalarda belirtilmiştir (Richardson, 2001; Trolove ve ark., 2003). Topraklarda bitkiler tarafından alınan fosforun yarayışlılığını artırmak amacıyla uygulanan fosfat çözücü bakteriler bitkilerin fosfor alımını ve ürün miktarını artırmaktadır (Gyaneshwar ve ark., 2002; Fankem ve ark., 2006). Bunun aksine ikincil fosfor mineralleri olan Al, Ca ve Fe fosfatların çözünürlüğü minerallerin partikül büyüklüğüne ve toprak pH'sına göre farklılık gösterebilmektedir (Shen ve ark., 2011). Yüksek pH'da topraktaki fosfor Ca ile bağlanırken, düşük pH'ya sahip topraklarda, toprağa ilave edilen fosfor ise Fe ve Al ile bileşik oluşturması sonucu yarayışsız forma geçer (Uzun, 2014).

Toprakta bulunan fosfor diğer makro besin elementleri ile karşılaştırıldığında, bitkiler tarafından alınabilirliği ve hareketliliği sınırlı olmakta, topraklarda immobil halde bulunmaktadır (Yıldız, 2012). Topraklarda azot, potasyum ve fosfor'un günlük

hareketlerine bakıldığında azot 2 cm hareketliliğe, potasyum 0.2 cm hareketliliğe ve fosfor'un ise 0.02 cm harekete sahip olduğu söylenmektedir (Güzel ve ark., 2008).

Topraklardaki fosfor konsantrasyonunun az olmasından veya fosforun fiksasyona uğramasından dolayı bitkilerin fosfor alımı sınırlı olmaktadır (Gerke, 1992; Hoberg ve ark., 2005). Toprağa uygulanan fosfor toprakta fiksasyona uğramasıyla çiftçinin üretim maliyetlerinin artmasına ve çevre kirliliğine sebep olmaktadır (Yang ve ark., 2011). P'un tarımsal üretim sisteminde alternatifi olmadığı ve fosfat kayalarının da yakın gelecekte biteceği düşünüldüğünde fosforu daha etkin kullanma yollarının belirlenmesi gerekmektedir.

2.2. Bitkilerde Fosfor

Fosfor bitkiler için mutlak gerekli besin elementi olup, bitkilerin daha iyi gelişimi ve yüksek oranda verim alınabilmesinde en önemli besin elementlerindedir (Rodriguez ve ark., 1999; Abbadi ve Gerendas, 2011). Fosfor noksanlığında bitkilerde eksiklik belirtileri olarak yaprak sayısında azalma ve yaprak yüzey alanında gerileme görülmektedir (Lynch ve ark., 1991). Yetersiz P koşullarında yetişen bitkilerin kök büyümesi yeşil aksam büyümesinden daha az etkilenmektedir. Fosfor eksikliğindeki bitkiler fotosentezi de daha düşük yapmaktadırlar (Lauver ve ark., 1989). Fosfor bitki gelişiminde depolama ve transfer, koenzimler, nükleotidler, nükleik asitler, şeker fosfatlar, fosfolipidlerin yapısında, anahtar enzimlerde, adenozintrifosfat ile ilgili reaksiyonlarda ve fitatlar gibi birçok önemli enzimlerin yapısında da bulunmaktadır (Raghothama, 1999; Smith, 2002; Gök, 2007). Fosforun bitkilerde çiçeklenme, erken gelişim, kök gelişimi ve tohum bağlama üzerine etkileri araştırılmıştır (Mengel ve ark., 2001; Marschner, 2008; Geren ve Güre, 2017). Bitkilerin olgunlaşma zamanında ortamda fosfor noksanlığı görülmesi ile üreme organlarında bozulmalara, çiçeklenme zamanında gerilemelere, çiçeklenmede, dölllenme ve tohum oluşturmada azalmalara neden olabilmektedir (Öztürk, 2001). Farklı bitkiler üzerine yapılan araştırmalarda uygulanan fosforun biyolojik verimde artış sağladığı belirtilmiştir (Helvacı, 2006; Gök, 2007). Fosfor, bitki büyümesi için gerekli besin maddesidir, ancak bitkiler tarafından topraktaki alınımı zayıf olduğundan tarımda optimum verim elde etmede sınırlayıcı bir faktördür (Smit ve ark., 2009).

Bitkiler toprakta fosforun yarayışsız bulunduğu durumlarda fosfordan faydalanabilmek için, birçok fizyolojik, morfolojik, biyokimyasal ve moleküler

adaptasyon mekanizması geliştirebilmektedirler (Abel ve ark., 2002; Stone ve ark., 2003; Hammond ve ark., 2004). Fosfor toprakta yüksek miktarlarda olsa bile, fosforun bitkilerde bulunabilirliği, toprağın fosfor fiksasyon kapasitesi nedeniyle genellikle problem teşkil etmektedir (Syers ve ark., 2008).

Fosfor çoğu bitkilerin bileşiminde % 0.1-0.5 konsantrasyonları civarında olmakla birlikte, azot ve potasyum oranından daha az bulunmaktadır (Güzel ve ark., 2008). Fosfor noksanlığı durumunda bitkide kuru madde miktarı ve yaprak alanı azalmakta, bitki gelişmesi ve fotosentez olumsuz yönde etkilenmektedir (Colomb ve ark., 2000; Rodriguez ve ark., 2000). Yürütülen çalışmalar fosfor stresi görülen bitkide yaprak alanında ortalama % 83 azalma olduğu ve bununla birlikte bitkinin gerçekleştirdiği fotosentez de % 50 azalma olduğu bildirilmiştir (Rodriguez ve ark., 2000). Fosfor noksanlığı gösteren topraklarda bitkide kök/yeşil aksam oranı artmakta ve bitkinin daha fazla kök yapmasını sağlayarak ortamda yetersiz miktarda bulunan fosfordan yararlanmayı sağlamaktadır (Sanchez ve ark., 2001; Watt ve Evans, 2003; Zhu ve ark., 2003).

Topraklarda P noksanlığının giderilmesinde akla ilk gelen çözümlerden birisi P'lu gübrelemedir (Vaccari, 2009). Fosfor yenilenemez bir kaynak olmasından dolayı son yıllardaki yaklaşımlardan biriside Wiel ve ark., (2016), bitkilerdeki genetik yollarla yani bitki ıslahıyla fosfor kullanım etkinliğini iyileştirilmesi ve etkin fosfor kullanımı olan yeni genotiplerin belirlenmesi olmuştur.

2.2.1. Bitkilerde Fosfor Etkinliği ve Fosfor Uygulamalarıyla İlgili Yapılan Çalışmalar

Fosfor etkinliği bitki tür veya çeşitlerinin P'u alabilme ve alınan P'u vejetatif ve generatif kısımlarında kullanabilme yeteneği olarak açıklanmaktadır. Fosfor etkinliğiyle ilgili çalışmaların ana amacı düşük P koşullarında yüksek verim oluşturabilen yeni genotiplerin seleksiyonu ve geliştirilmesidir. Daha geniş anlamda etkinlik; tane ürünü ve biomas oluşturmak üzere bitkilerin besin maddelerini alma ve kullanma kapasitesi şeklinde de tanımlanmıştır (Gourley ve ark., 1993). Besin maddesi kullanım etkinliği; toprak çözeltisinde besin elementinin yetersiz bulunduğu şartlarda, aynı genotiplerin varyansları içerisinde bir genotipin başka bir genotipe göre daha iyi gelişme gösterme yeteneği olarak belirtilmiştir (Graham ve ark., 1992).

Gerloff, (1977), bitkilerin besin elementi kullanım etkinliğini 4 farklı şekilde değerlendirmiş. Buna göre;

1- Etkin ve duyarlı genotipler; toprakta bulunan alınabilir durumdaki besin elementinin yetersiz olduğu şartlarda bitkideki gelişmenin olumsuz etkilenmediği ve besin elementi uygulamasına da olumlu tepki veren çeşitlerdir.

2- Etkin ve duyarsız genotipler; toprakta bulunan alınabilir durumdaki besin elementinin yetersiz olduğu şartlarda bitkideki gelişmenin olumsuz etkilenmediği fakat besin elementi uygulamasına da olumlu tepki vermeyen çeşitlerdir.

3- Etkin olmayan ve duyarlı genotipler; toprakta bulunan alınabilir durumdaki besin elementinin yetersiz olduğu şartlarda bitkinin gelişmesinin olumsuz etkilendiği fakat besin elementi uygulamasına olumlu tepki veren çeşitlerdir.

4- Etkin olmayan ve duyarsız genotipler; toprakta besin elementinin yetersiz olduğu şartlarda bitkinin gelişmesinin olumsuz etkilendiği ve besin elementi uygulamasıyla da olumlu tepki vermeyen çeşitlerdir.

Son yıllarda yapılan araştırmalarda farklı bitki tür ve çeşitlerinde P etkinliği yönünden önemli düzeyde varyasyonların olduğu belirlenmiştir. Fosfor bitkinin yüksek verim vermesi için gereklidir. Literatür bildirişlerine göre örneğin Karaca, (2017), yapmış olduğu çalışmada artan dozlarda fosfor (0, 4, 8, 12 kg P/da) uygulanması ile birlikte çiçeklenme süresinde kısalmanın olduğunu görmüştür. Ayrıca kontrol dozuna göre 12 kg P/da uygulaması ile birlikte hasat tarihinin daha erken olduğunu ve bitki boyunu olumlu yönde etkilediğini ve artan doz uygulamasıyla tohum veriminde de artışların olduğunu bildirmiştir. Geren ve Güre, (2017), fosfor seviyesinin yükselmesi ile birlikte çiçeklenme gün sayısında azalmaların olduğunu belirtmiştir. Fosfor tohumlarda enerji kaynağını oluşturmakta ve çimlenme sonrası fotosentezi artırmasıyla iyi bir vejetatif gelişme göstererek daha iyi tohum verimi elde ettirebilmektedir (Taiz ve Zeiger, 2008). Bitki türleri ve hatta aynı türün genotipleri arasında dahi besin maddesi alımı ve besin maddesi kullanım etkinliği açısından farklılıklar olduğu araştırmacılarca ifade edilmiştir (Gill ve ark., 1994; Yaseen ve ark., 1998; Yaseen ve Malhi 1999; Karaman ve ark., 2010). Fosfor etkin bitkilerin başarılı şekilde yetiştirilmesi için, en iyi genotiplerin yüksek düzeyde seçilmesi gerekmektedir. Bu, ancak fosfor kullanım etkinliğine dahil olan özelliklerin etkili bir şekilde tanımlanıp belirlendiğinde uygulanabilir olacaktır (Wiel ve ark., 2016).

Topraklarda fosfor yarayırlılığının az olduğu şartlarda, bazı bitki çeşitleri fosfor hareketliliğini arttırabilmektedir (Blair, 1993; Horst ve ark., 2002; Stone ve ark., 2003). Yetiştirme yöntemleri ve bitkilerin genetik özellikleri de fosfor kullanım etkinliği üzerinde rol oynayan en büyük faktörlerden birisidir (Wiel ve ark., 2016). Bitkilerin fosfor kullanım etkinliğinin arttırılmasında, bitki, toprak ve iklim özelliklerinin dikkate alınması gerektiğini söylemiştir (Kacar, 2013).

Fosfor eksikliği görüldüğü durumlarda verim düşüklüğüne ve bitkisel üretimin kısıtlanmasına sebep olan durumları yok etmek için P gübrelmesi ve P noksanlığına dayanıklı genotiplerin seçilmesi gibi iki farklı yol izlenmelidir. Wiel ve ark., (2016), göre fosfor kullanımını azaltmak için doğru gübreleme ile fosforun daha etkin kullanılması sağlanabilir. Örneğin toprak parametrelerini baz alarak fosfatın bitkiler için uygun miktarda uygulanması yada bitkilerin ihtiyaç zamanlarına göre optimum fosfor kullanımının sıralı bir şekilde uygulanması şeklinde olmaktadır.

Biberle ilgili yapılan bir çalışmada azot ve fosfor gübrelmesini atıksu ile sulamanın büyüme ve gelişme üzerine etkisi incelenmiştir. Söz konusu çalışmada N ve P doz uygulamalarını (N_0P_0 , $N_{20}P_{30}$, $N_{20}P_{60}$, $N_{40}P_{30}$ ve $N_{40}P_{60}$) yapmışlardır. Artan doza bağlı olarak uzunluk, yaş ve kuru ağırlık, yaprak alanı, yaprak sayısı, pedikül uzunluğu, meyve uzunluğu, meyve sayısı ve tohumluk gibi büyüme ve verimin, $P \leq 0.05$ değerinde önemli olduğunu saptamıştır. Elde edilen sonuçlara göre, atık su sulamayla birlikte uygulanan $N_{20} \text{ kg ha}^{-1}$ ve $P_{30} \text{ ha}^{-1}$ ile biberlerin verimini arttırdığını açıklamıştır. Ancak, aynı çalışmada atık su en yüksek doz gübrelmesinin bitki büyümesini ve gelişimini azalttığını bildirmiştir (Chalkoo ve ark., 2014).

Biberde yapılan diğer bir araştırmada ise P'lu (0, 20, 40 ve 60 kg ha^{-1}) gübrelmenin acı biber çeşitlerinin verim ve kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, kontrol bitkilerinin artan P doz uygulamalarıyla karşılaştırıldığında P uygulamalarının bitki boyu (% 28-59), yaprak alanı (% 10-11), filiz (% 54-118) ve kök kuru madde (% 37-59), meyve/bitki sayısı (50-117), meyve uzunluğu (% 8-9), meyve suyu içeriği ve meyve verimini/ha (% 92-178) pozitif etkilediğini açıklamıştır. Bununla birlikte, P uygulamaya bağlı olarak bitkideki büyüme, verim ve verim unsurlarındaki artıştan dolayı en iyi doz uygulamasının hektar başına 40 kg olduğunu saptamıştır (Emongor ve Mabe, 2012).

Roy ve ark., (2011) tarafından tarla koşullarında biber bitkisinde N ve P'lu gübre uygulamalarının meyve büyüklüğü ve verimi üzerindeki etkilerini incelemiştir.

Araştırmada N'un 4 farkı (0, 50, 100 ve 150 kg ha⁻¹) ve P'un (0, 30 ve 60 kg ha⁻¹) 3 farklı dozunun uygulanmasıyla hektar başına 100 kg N ve 30 kg P uygulamasının bitki başına meyve uzunluğu, genişliği ve bitki başına düşen meyve sayısında belirgin artış olduğunu bildirmiştir. Benzer bir çalışmada Khan ve ark., (2010), tarafından yapılmıştır. Bu araştırmada tarla koşullarında 4 doz N (0, 50, 100 ve 150 kg ha⁻¹) ve 3 doz P (0, 30 ve 60 kg ha⁻¹) uygulayarak ilk çiçeklenme ve ilk hasattaki bitki boyu, ilk çiçeklenme sırasındaki dal sayısı ve bitki başına meyve sayısının hektara 100 kg N doz uygulanmasıyla söz konusu parametreleri önemli ölçüde arttırmıştır. Bununla birlikte, hasat sonundaki bitki boyu, ilk ve son hasatta bulunan dal sayısını ise 150 kg N ha⁻¹'a kadar önemli ölçüde arttığını ayrıca ilk hasattaki bitki boyu ve ilk hasatta bulunan dal sayısı 30 kg P ha⁻¹ uygulanmasıyla belirgin olarak arttığı bildirilmiştir. Azot ve P'nin kombine etkisi göz önüne alındığında son hasattaki maksimum bitki yüksekliği 100 kg N + 60 kg P ha⁻¹'dan elde edildiğini ve bitki başına azami meyve sayısını, 150 kg N + 30 kg P ha⁻¹ uygulamasında olduğu saptanmıştır. Naeem ve ark., (2002), biber bitkisinin sanam çeşidine uygulanan N (0, 30, 60, 90 kg ha⁻¹), P'un (0, 30, 60 kg ha⁻¹) ve K'un (30 kg ha⁻¹) uygulamasıyla biber bitkisinin verim ve kalite parametreleri üzerine etkisini incelemiştir. Elde edilen verilere göre, çiçeklenme gün sayısı, meyvelenme gün sayısı, bitki başına düşen dal sayısı, bitki boyu (cm), bitki başına meyve sayısı, meyve uzunluğu (cm) ve toplam verim (kg ha⁻¹) bakımından önemli bir farklılık olduğunu ortaya koymuştur. Arazilerdeki çiçek açma 30-60-30 kg NPK ha⁻¹ ile gübrelenen yerlerde 42 gün, 30-30-30 kg NPK ha⁻¹ ile gübreleme yapılan yerlerde çiçek açması 54 gün olarak belirlenmiştir. Bu çalışmalardan da görüldüğü gibi biber bitkisinde N ve P'un verimi arttırmadaki rolü büyüktür. Özellikle P'lu gübrelemenin hem verimi hem de tohum üzerine etkisi yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur.

Bu tez çalışmasında da sera koşullarında 8 yeni biber genotipinin P kullanım etkinliği ortaya çıkarılmıştır.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Yeri ve Yılı

Deneme, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliğinde bulunan Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında 2015 yılı sonbahar döneminde yürütülmüştür. Sera koşullarında yürütülen denemenin ayrıntılı tanıtımı aşağıda sunulmuştur.

3.1.2. Deneme Toprağının Özellikleri

Sera koşullarında yürütülen denemede yetiştirme ortamı olarak kullanılan toprak; Ordu ilinde tarım yapılan arazilerden toprak örnekleri alınarak bu toprakların analizleri yapıldıktan sonra belirlenmiştir. Denemede kullanılacak toprak olarak, alınan örneklerdeki fosfor durumları belirlenmiş ve fosfor içeriğinin yetersiz olduğu toprak seçilmiştir.

Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri incelendiğinde (Çizelge 3.1); hafif alkali yapıda olup, killi tın tekstüre, tuzsuz, organik madde miktarı az, az kireçli, azot, fosfor ve potasyum yetersiz miktarda olduğu belirlenmiştir. Deneme toprağındaki mikro element miktarları ise demir ve bakır konsantrasyonu yeterli, çinko konsantrasyonu fazla, mangan konsantrasyonu az olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme toprağıının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tekstür	pH	EC	Kireç	O.M.	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu
		dS m ⁻¹	-----%	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Killi Tın	7.8	3.48	3.17	1.47	0.083	6.1	55.2	14.9	7.1	2.3	5.4

3.1.3. Denemede Kullanılan Biber Genotipleri

Sera denemesinde kullanılan biber genotipleri, uzun yıllardır Kahramanmaraş bölgesinde yetiştiriciliği yapılan ve bölgeye adapte olabilecek 8 farklı yerel biber genotipi seçilmiştir. Biberler Kahramanmaraş; Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Denemede kullanılan genotipler PM-5, K-2, PS-5, K-9, K-5, K-8, K-7 ve K-3 genotipleri kullanılmıştır.

3.1.4. Sera Denemesinin Yürütülmesi ve Sonuçlandırılması

Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliğinde, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü araştırma serasında 20 Eylül 2015 yılında P bakımından 6.1 mg kg^{-1} sahip ve P'ca noksan olan toprak açık hava koşullarında kurutulduktan sonra 4 mm'lik elekten geçirilmiştir. Elenmiş topraktan her saksıya 2 kg toprak olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Deneme 8 biber genotipiX 5 P dozuX 3 tekerrür olmak üzere 120 saksıda yürütülmüştür. Denemede kullanılan biber genotipleri viyollere tohum ekilerek, 3 yapraklı 5-6 cm boyunda olacak şekilde fide haline getirilmiştir. Fidelerin saksılara şaşırtılmadan önce tüm saksılara temel gübreleme ve P dozları karıştırılmıştır. Daha sonra elde edilen fideler her saksı başına 5 adet biber fidesi olacak şekilde şaşırtılmıştır. Bir hafta sonra 3 fide kalacak şekilde seyreltilmiştir.

Denemede temel gübreleme olarak her saksıya 100 mg N kg^{-1} [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$], 250 mg K kg^{-1} (K_2SO_4) formunda uygulanmıştır. Bununla birlikte 5 farklı fosfor 0, 25, 50, 100, 200 mg P kg^{-1} dozu Potasyum di hidrojen fosfat (KH_2PO_4) formundan uygulanmıştır. Uygulama yapılırken KH_2PO_4 kaynağından uygulanmış olan potasyum miktarları da hesaplanarak her saksıya eşit olacak şekilde toplamda 250 mg kg^{-1} K olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Denemede toprakların tarla kapasitelerindeki suyun % 60-70'ine denk gelecek şekilde saksılara saf su verilmiştir. Deneme 48 gün süreyle yetiştirilmiş olup deneme süresince eksilen su, saf su ile tarla kapasitesinde olacak şekilde tamamlanmıştır. Bitkilerin hasadı simptomların şiddetine ve büyümede gerileme düzeyine bağlı olarak belirlenmiştir. Buna göre, bitkiler çiçeklenme öncesinde toprak seviyesinden 1 cm yukarıdan olacak şekilde hasadı yapılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Toprak Örneklerine Yapılan Analizler ve Uygulama Metotları

Denemede kullanılan toprak örneği 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve hava kurusu olacak şekilde analize hazır hale getirilmiştir (Richards, 1954).

3.2.1.1. Toprak Tekstürünün Belirlenmesi:

Toprak taneciklerinin büyüklüğüne göre kum, kil ve silt şeklinde toprak içerisindeki yüzde içerikleri (toprak tekstürü), Bouyoucos hidrometre yöntemi ile ölçülmüştür (Bouyoucos, 1951).

3.2.1.2. Toprak pH'sının Belirlenmesi:

1:2.5 oranında toprak:su karışımını 5 dakika çalkalama makinesinde çalkaladıktan sonra, cam elektrotlu pH metreyle ölçülmüştür (Jackson, 1958).

3.2.1.3. Toprağın Kireç İçeriğinin Belirlenmesi:

Seyreltik hidroklorik asit (HCl) ile toprakta bulunan kalsiyum karbonatın (CaCO_3) tepkimeye girmesiyle açığa çıkan karbondioksit (CO_2) miktarının, Scheibler kalsimetresinde standart basınç ve sıcaklık altındaki karbondioksit (CO_2) gazı hacmiyle hesaplanan, kalsimetrik yöntem ile ölçülmüştür (Çağlar, 1949).

3.2.1.4. Toprak Tuzluluğunun Belirlenmesi (EC):

Toprak tuzluluğu örnekleri doygunluk çamurunda hazırlayarak elektriksel iletkenliğin ölçülmesi ile belirlenmiştir (Maas, 1986).

3.2.1.5. Organik Maddenin Belirlenmesi:

Walkey-Black ıslak yakma yöntemi ile toprak içerisinde bulunan karbonun saptanması, buradan da organik madde miktarının hesaplanması Nelson ve Sommers, (1982)'de belirttikleri şekilde bulunmuştur.

3.2.1.6. Toplam Azot'un Belirlenmesi:

Toprağın azot içeriği Kjeldal yaş yakma yöntemi ile hesaplanmıştır (Bremner, 1965).

3.2.1.7. Yarayırlı Fosfor'un Belirlenmesi:

Olsen ve ark., (1954), tarafından sodyum bikarbonat çözeltisi kullanılmasıyla yapılan yöntemin değiştirilmiş halinde, askorbik asit ve çok düşük konsantrasyonda antimonil içeren asitlendirilmiş tek bir amonyum molibdat çözeltisi kullanılarak yapılmıştır (Watanabe ve Olsen, 1965).

3.2.2. Bitki Örneklerinde Yapılan İşlemler

3.2.2.1. Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması

Hasat edilen bitkiler saf su ile yıkandıktan sonra havlu peçete ile kurutulmuştur. Daha sonra bitki örnekleri 48 saat süre ile 65 °C'de kurutulmuştur. Kurutulan bitkilerin kuru ağırlıkları belirlenerek kuru madde verimleri tespit edilmiştir. Daha sonra agat değirmende öğütülmüştür.

3.2.2.2. Bitki Örneklerinin Analizi

Öğütülen bitki örnekleri 0.200 g tartılarak yüksek derecedeki ısıya dayanıklı cam şişelere konulmuştur. Kuru yakma yöntemiyle kül fırınına bırakılan örnekler 550 °C'de 6 saat süre bekletilmiş ve elde edilen küle 2 ml 1/3 HCl eklendikten sonra saf su ile 20 ml'ye tamamlanmış ve mavi-bant filtre kağıdında süzülmüş ve analize hazır hale getirilmiştir.

3.2.2.3. Bitki Örneklerinde Fosfor Analizi

Bitki örneklerindeki fosfor konsantrasyonunun belirlenmesi Olsen ve Watanable, (1957)'nin geliştirdiği molibdofosforik mavi renk yöntemine dayalı spektrofotometrik metot ile bulunmuştur.

3.2.2.4. Bitki Örneklerinin Fosfor Etkinliğinin Hesaplanması

Etkinlik; tane ürünü ve biyomas meydana getirmek üzere bitkilerin besin maddelerini alma ve kullanma kapasitesi şeklinde ifade edilmiştir (Gourley ve ark., 1993).

Etkinlik indeksini (EI) hesaplamak için bitkinin gövde fosfor içeriği ve kuru maddedeki verimlerine bakılarak ($g^2/gövde$ P konsantrasyonu) hesaplaması yapılmaktadır (Siddiqi ve Glass, 1981). Bitkilerdeki fosfor etkinliğini hesaplarken; etkinlik indeksi ve oransal kuru madde artışının (P_{200}/P_0) hesaplanması ile sınıflandırılması yapılmıştır (Korkmaz ve ark., 2009). Hesaplama Microsoft Office Excel paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma verileri tesadüf parselleri deneme desenine göre SAS-JMP 9.0 istatistik programıyla varyans analizine tabi tutulmuş ve çoklu karşılaştırma testlerinden LSD (Least Significant Differences) kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. Yerel Biber Genotiplerinde Kuru Madde Verimi

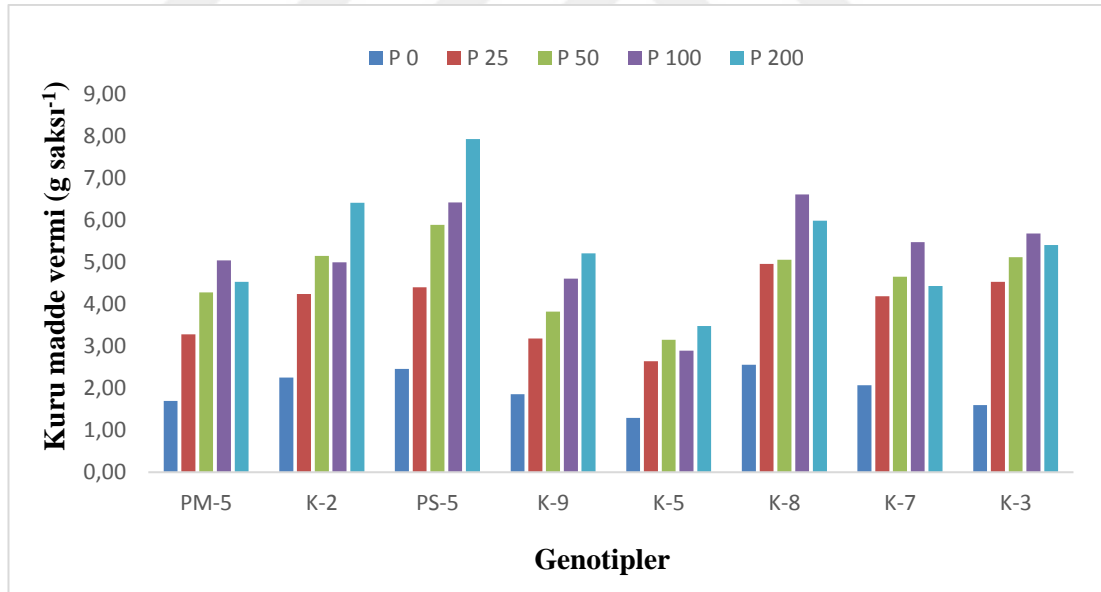
Araştırmada kullanılan 8 farklı yerel biber genotiplerinin, 5 farklı dozda fosfor (0, 25, 50, 100, 200 mg P kg⁻¹) uygulamaları altında ortalama gövde kuru madde ağırlığıyla ilişkili veriler Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir. Bitkideki kuru madde ağırlığı ele alınarak yapılan istatistiksel analiz sonucunda genotip, doz ve genotip ile doz etkileşimi önemli (P<0.001) bulunmuştur. Artan dozlarda fosfor (P) uygulamalarında gövde kuru madde miktarı bakımından istatistiksel olarak en iyi dozun 200 mg P kg⁻¹ olduğu bulunmuştur. Genotiplerdeki kuru maddede etkinlik hesaplaması yapılırken düşük P (0 mg P kg⁻¹) ve yüksek P (200 mg P kg⁻¹) dozları dikkate alınarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Yerel biber genotiplerinde gövde kuru madde verimleriyle fosfor dozları arasındaki ilişkiye bakıldığında, fosfor uygulanmayan kontrol dozunda (0 mg P kg⁻¹) 8 yerel biber genotipinin sahip oldukları kuru madde verimleri arasında farklılıkların olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1; Şekil 4.2). Kontrol saksılarında en düşük kuru madde veriminin 1.29 g saksı⁻¹ ile K-5 (Şekil 4.3) genotipinde iken en yüksek kuru madde verimi 2.56 g saksı⁻¹ ile K-8 genotipinde ve 8 genotipin ortalaması olarak 1.97 g saksı⁻¹ olarak elde edilmiştir. Kuru madde verimleri artan fosfor (P₂₅, P₅₀, P₁₀₀ ve P₂₀₀ mg P kg⁻¹) dozlarıyla artış olduğu belirlenmiştir. Buna göre artan dozlara bağlı olarak 8 farklı genotipin ortalama kuru madde verimleri sırayla 3.93, 4.64, 5.22 ve 5.42 g saksı⁻¹ olmuştur. En yüksek doz olan 200 mg P kg⁻¹ uygulamasında en yüksek kuru madde verimi 7.93 g saksı⁻¹ ile PS-5 (Şekil 4.4) genotipinde saptanırken en düşük kuru madde verimi 3.48 g saksı⁻¹ ile K-5 genotipinde bulunmuştur. Bu durumda kontrol grubunda K-5 genotipi ile en yüksek doz uygulamasında en yüksek verime sahip PS-5 genotipinin kuru madde verimleri arasında yaklaşık 6 kat artış olduğu ve kontrol grubunun ortalaması ile en yüksek P₂₀₀ uygulamasının ortalama kuru madde veriminde 4 kat artış bulunduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.1. Yerel biber genotiplerinin gövde kuru madde verimi (g saksı⁻¹)

Genotipler	-----P Dozları (mg kg ⁻¹)-----					Ortalama
	0	25	50	100	200	
	-----g saksı ⁻¹ -----					
PM-5	1.70 U-W	3.28 O-Q	4.28 J-N	5.04 E-L	4.53 H-M	3.76 D-E
K-2	2.25 R-V	4.24 K-N	5.15 D-J	5.00 E-L	6.41 B-C	4.61 B
PS-5	2.46 Q-V	4.40 I-M	5.89 B-E	6.42 B-C	7.93 A	5.42 A
K-9	1.86 T-W	3.18 O-Q	3.82 M-O	4.61 G-M	5.21 D-I	3.74 E
K-5	1.29 W	2.64 P-T	3.15 O-R	2.89 P-S	3.48 N-P	2.69 F
K-8	2.56 Q-U	4.96 F-L	5.06 E-L	6.61 B	5.99 B-D	5.03 A
K-7	2.07 S-W	4.19 L-N	4.65 G-M	5.48 D-G	4.43 I-M	4.17 C-D
K-3	1.60 V-W	4.53 H-M	5.12 D-K	5.68 C-F	5.41 D-H	4.47 B-C
Ortalama:	1.97 D	3.93 C	4.64 B	5.22 A	5.42 A	
F değeri						
Genotip	***	LSD :0.407				
Doz	***	LSD :0.332				
Genotip x Doz	***	LSD :0.911				

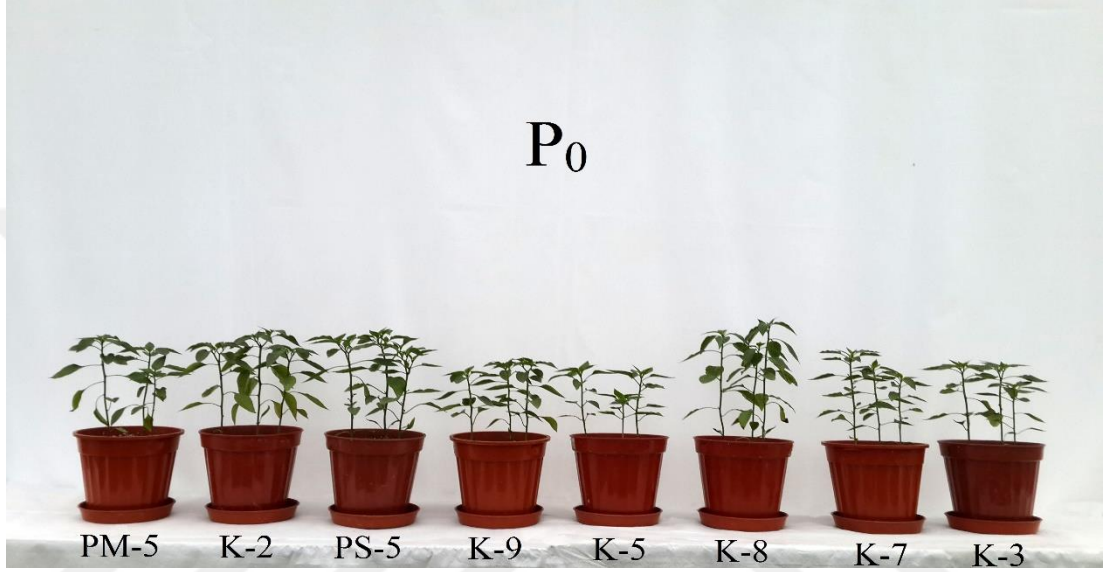
*** İstatistiksel olarak P<0,001 düzeyinde önemlidir.



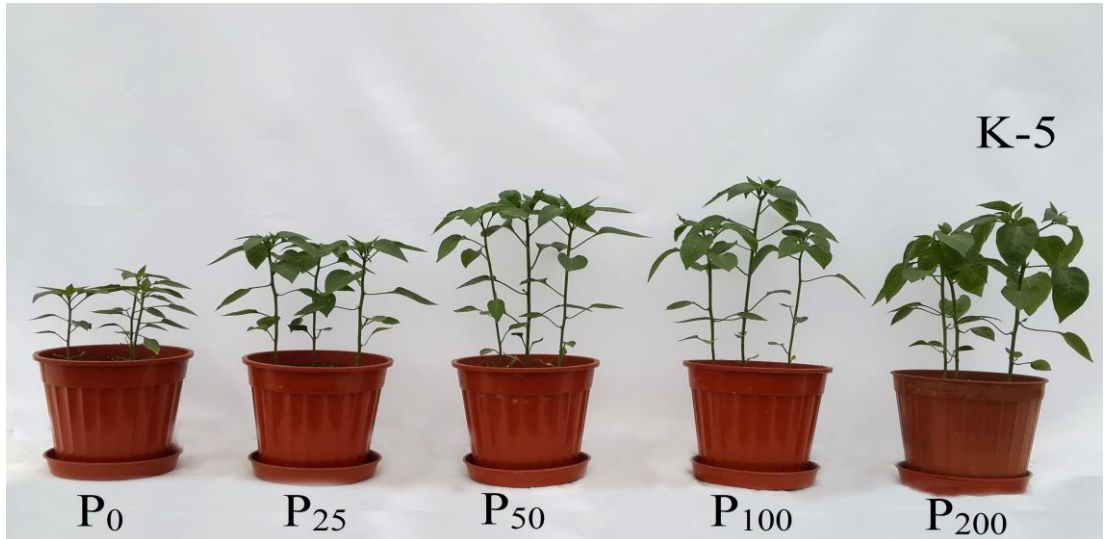
Şekil 4.1. Yerel biber genotiplerinin gövde kuru madde verimi

Araştırma sonuçlarına göre Çizelge 4.1'e bakıldığında gövde kuru madde veriminin istatistiki olarak P₁₀₀ (Şekil 4.5) ve P₂₀₀ (Şekil 4.6) dozları aynı grupta yer almış olup 8 farklı biber genotipinin ortalama gövde kuru madde verimleri sırasıyla 2.65 ve 2.75 kat arttırdığı belirlenmiştir.

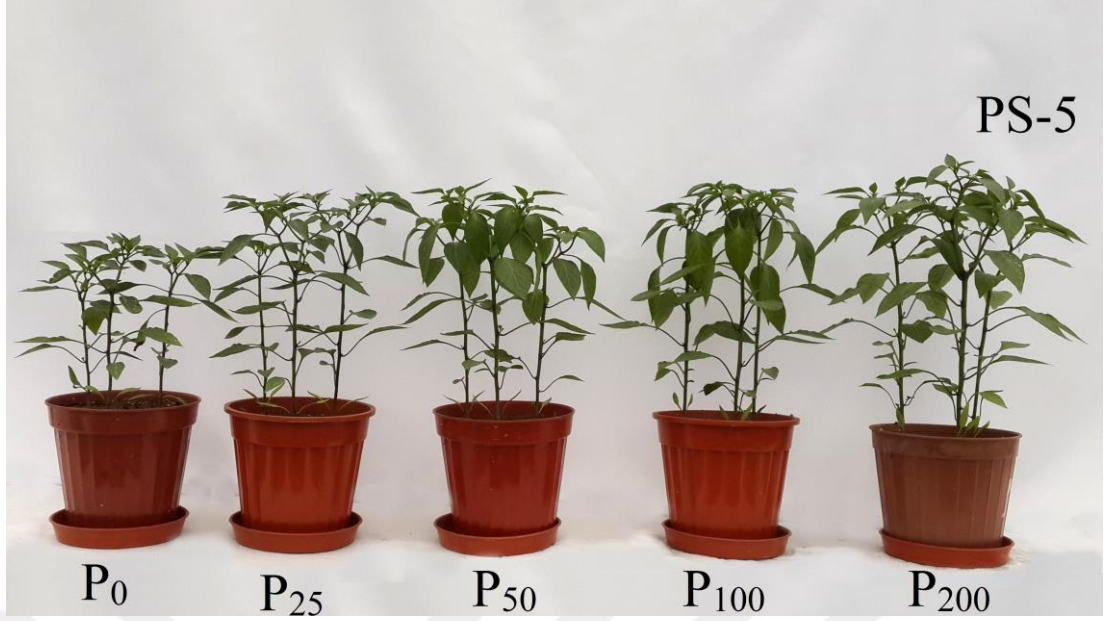
Yerel biber genotipleri gövde kuru madde miktarları açısından istatistiki olarak incelendiğinde (Çizelge 4.1), en yüksek kuru madde miktarı $5.42 \text{ g saksı}^{-1}$ ile PS-5 genotipinde ve en düşük kuru madde miktarı $2.69 \text{ g saksı}^{-1}$ ile K-5 genotipinde bulunmuştur. Yerel biber genotipleri istatistiki olarak incelendiğinde PS-5 ve K-8 genotiplerinin aynı grupta yer aldığı ve sırasıyla ortalama olarak 5.42 ve $5.03 \text{ g saksı}^{-1}$ en yüksek gövde kuru madde miktarına sahip oldukları, bu iki genotipte istatistiki olarak fark olmadığı tespit edilmiştir.



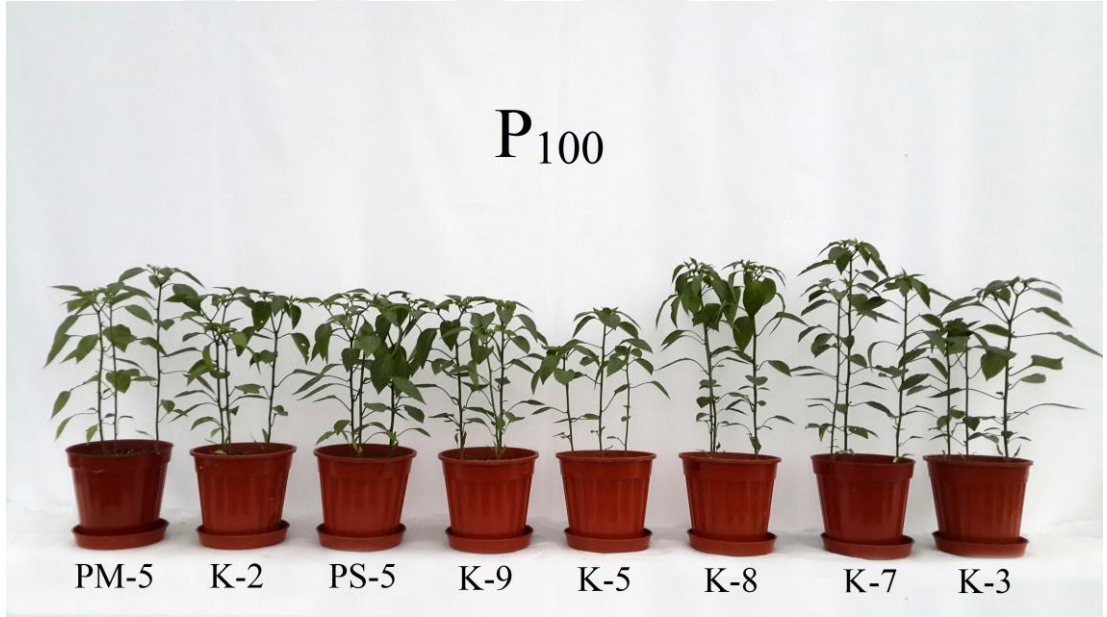
Şekil 4.2. Sera koşullarında 48 gün boyunca yetiştirilen 8 farklı biber genotipinin $P_0 = 0 \text{ mg P kg}^{-1}$ uygulaması altındaki genel görünümü



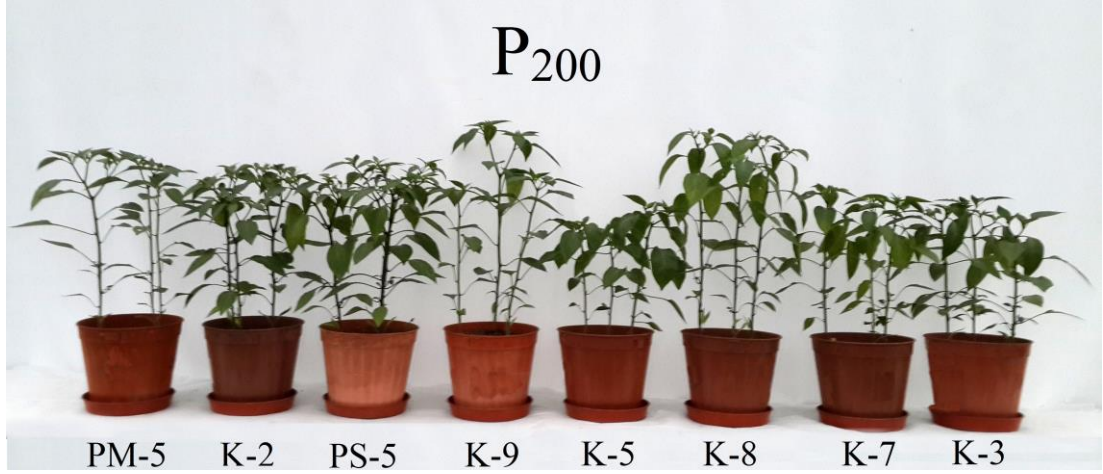
Şekil 4.3. Sera koşullarında 8 farklı biber genotipinin farklı P doz uygulamaları altında ($P_0 = 0 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{25} = 25 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{50} = 50 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{100} = 100 \text{ mg P kg}^{-1}$, $P_{200} = 200 \text{ mg P kg}^{-1}$ toprak) 48 gün boyunca yetiştirilen K-5 genotipinin görünümü



Şekil 4.4. Sera koşullarında 8 farklı biber genotipinin farklı P uygulamaları altında ($P_0= 0$ mg P kg^{-1} , $P_{25}= 25$ mg P kg^{-1} , $P_{50}= 50$ mg P kg^{-1} , $P_{100}= 100$ mg P kg^{-1} , $P_{200}= 200$ mg P kg^{-1} toprak) 48 gün boyunca yetiştirilen PS-5 genotipinin görünümü



Şekil 4.5. Sera koşullarında 48 gün boyunca yetiştirilen 8 farklı biber genotipinin $P_{100}= 100$ mg P kg^{-1} uygulaması altındaki genel görünümü



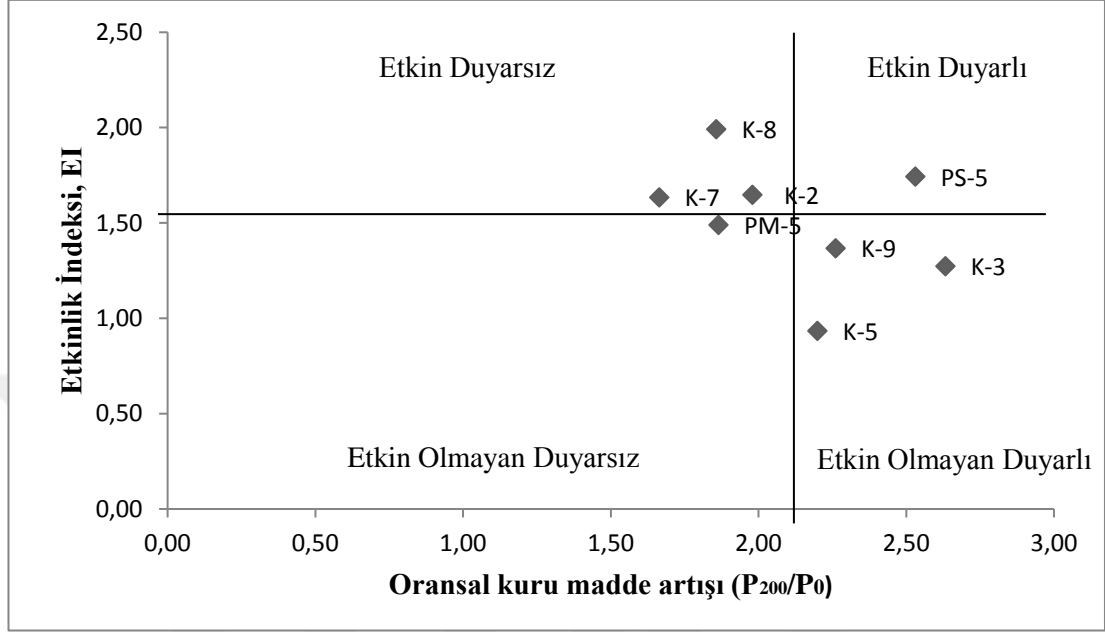
Şekil 4.6. Sera koşullarında 48 gün boyunca yetiştirilen 8 farklı biber genotipinin $P_{200}= 200$ mg P kg^{-1} uygulaması altındaki genel görünümü

4.1.2. Düşük ve Yüksek Fosfor (P)'lu Koşullarda Gövde Kuru Madde Miktarı ve Fosfor Kullanım Etkinliği

Düşük fosfor (0 mg P kg^{-1}) ve yüksek fosfor (200 mg P kg^{-1}) şartlarında sera koşullarında 48 gün süreyle yetiştirilen 8 farklı yerel biber genotipinin kuru madde verimleri ve fosfor kullanım etkinlikleri Şekil 4.7'de verilmiştir. Araştırmaya göre yerel biber genotiplerinde fosfor (P) kullanım etkinliği incelenmesi ile elde edilen sonuçların kontrol dozu (0 mg P kg^{-1}) ile karşılaştırılmasıyla, 200 mg P kg^{-1} dozu uygulamasının bitki kuru madde miktarının ve bitkinin kaldırdığı fosfor miktarında önemli düzeyde artış gösterdiği görülmektedir. Buradaki artış yerel biber genotiplerinin fosfora göstermiş oldukları etkinliklerine göre belirlenerek fosfor etkinlik sınıflandırılması, $0\text{-}200 \text{ mg P kg}^{-1}$ uygulaması dikkate alınması ile hesaplama yapılmıştır.

Yapılan araştırmada, yerel biber genotiplerinin fosfor etkinliği yönünden karşılaştırıldığında, kontrole göre en fazla artışın 3.4 kat ile K-3 yerel biber genotipinde olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada K-3 yerel biber genotipinin kontrol dozunda (0 mg P kg^{-1}) kuru madde verimi ortalama olarak $1.60 \text{ g saksı}^{-1}$ iken en yüksek 200 mg P kg^{-1} doz uygulamasıyla ortalama olarak $5.41 \text{ g saksı}^{-1}$ kuru madde verimi üretmiştir. Hiç fosfor uygulanmayan kontrol grubunda yerel biber genotiplerinin gelişmesinde fosforun sınırlayıcı bir faktör olduğu, fosfor dozlarının artırılması ile birlikte kuru madde miktarlarında artışlar olduğu ve bu artışın $P<0,001$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Yerel biber genotiplerinde görülen bu artış kontrol dozu uygulamasına göre 2.1 kat artış oranı ile K-7 yerel biber genotipinde

olduğu saptanmıştır. K-7 yerel biber genotipinin kontrol dozunda (0 mg P kg^{-1}) ortalama olarak $2.07 \text{ g saksı}^{-1}$ kuru madde verimine sahip olurken, uygulama yapılan fosfor dozlarına olumlu tepki göstererek uygulanan fosforun 200 mg P kg^{-1} dozuna yükseltilmesi sonucu ortalama olarak $4.43 \text{ g saksı}^{-1}$ kuru madde verimi sağlamıştır.



Şekil 4.7. Düşük ($P_0= 0 \text{ mg P kg}^{-1}$) ve yüksek ($P_{200}= 200 \text{ mg P kg}^{-1}$) fosfor (P)'lu koşullarda gövde kuru madde miktarı ve etkinliği

Yapılan çalışmada 8 farklı biber genotipinde, bitkilerin kaldırdığı fosfor ve oransal kuru maddenin esas alınmasıyla fosfor kullanım etkinliğinin sınıflandırılmasına göre (Şekil 4.7) yerel biber genotipleri;

Etkin duyarlı; PS-5

Etkin Duyarsız; K-2, K-7 ve K-8

Etkin Olmayan Duyarlı; K-3, K-5 ve K-9

Etkin Olmayan Duyarsız; PM-5

Araştırmaya konu olan yerel biber genotipleri içinde etkin duyarlı genotip olarak PS-5 genotipinin olduğu tespit edilirken etkin olmayan duyarsız genotip olarak da PM-5 genotipinin olduğu bulunmuştur. Yerel biber genotipleri topraktan farklı miktarlarda fosfor kaldırmışlardır ve kaldırmış oldukları fosfora göre de farklı miktarlarda kuru madde üretimi yaptığı belirlenmiştir. Fosfor noksanlığının olduğu şartlarda fosfor kullanım etkinliği yüksek olan bitkinin adaptasyonları, kök mimarisindeki ve morfolojisindeki farklılıklar ile kök tüylerinde uzama ve artması (Lynch, 2007), bitkilerin kökler aracılığı ile organik asit ve karboksilatların yanı sıra OH^- ve H^+

salgılaması sonucu rizosfer pH'sını değiştirmesi (Shen ve ark., 2011), karbon metabolizmasını ve solunum yollarını yenileyerek bitki içindeki fosforu etkin kullanmayı sağlaması (Wanke ve ark., 1998) aracılığıyla fotosentez ve fotosentez ürünlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak, inorganik durumdaki fosforun taşıyıcı enzimlerini salgılanması (Raghothama, 2005) ve yüksek oranda fosforun taşınması işleminde önemli görev üstlenen genler ile ifade edilebilmektedir (Raghothama, 1999).

4.1.3. Yerel Biber Genotiplerinde Gövde Fosfor Konsantrasyonları

Araştırmada kullanılan 8 farklı yerel biber genotiplerinin, artan dozlarda fosfor (0, 25, 50, 100, 200 mg P kg⁻¹) uygulamaları altında ortalama gövdedeki % P konsantrasyonlarının ortalama değerleri Çizelge 4.2 ve Şekil 4.8'de verilmiştir. Gövde aksamı fosfor (P) konsantrasyonu dikkate alınması ile yapılan istatistiki analiz sonuçlarında doz etkileşimi önemli (P<0.001) bulunmuştur.

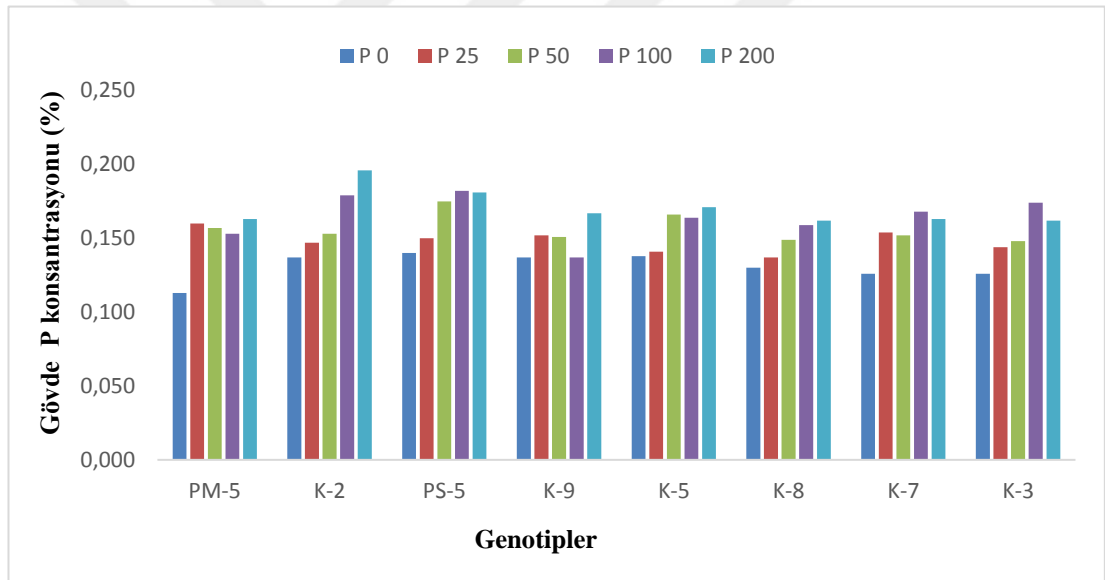
Fosfor dozlarının yerel biber genotiplerinde gövde fosfor konsantrasyonlarına bakıldığında (Çizelge 4.2), 8 farklı biber genotipinin % P konsantrasyonu kontrol uygulamasında ortalama değer olarak % 0.131 ile en düşük fosfor konsantrasyonuna sahip iken, artan fosfor dozları ile 25, 50, 100 ve 200 mg P kg⁻¹ dozlarında sırayla % 0.148, % 0.156, % 0.165 ve % 0.171 şeklinde gövde fosfor konsantrasyonu olduğu bulunmuştur. Yapılan araştırmada en yüksek gövde fosfor konsantrasyonu 200 mg P kg⁻¹ dozunda artış % 0.171 olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Yerel biber genotiplerindeki gövde aksamı fosfor konsantrasyonuna bakıldığında, en düşük fosfor konsantrasyonu % 0.147 ile K-8 genotipinde ve en yüksek fosfor konsantrasyonu ise % 0.166 ile PS-5 genotipinde olduğu saptanmıştır. Diğer biber genotipleri ise bu değerler arasında dağılım göstermektedir (Çizelge 4.2). Araştırmada kullanılan 8 farklı biber genotipinde gövde aksamındaki % P konsantrasyonlarının bitkiler içerisinde önemli farklılıkları olduğu belirlenmiştir. Gözlemlenen bu farklılıklar fosfor alınımının ve fosfor kullanım etkinliği yönünden önem taşımaktadır. Bitki türlerinde hatta aynı türe sahip çeşitler içinde fosfor kullanımı yönünden farklılıklar olduğu belirtilmektedir (Fohse ve ark., 1991; Korkmaz ve ark., 2009).

Çizelge 4.2. Yerel biber genotiplerinin gövde fosfor konsantrasyonu (%)

Genotipler	-----P Dozları (mg kg ⁻¹)-----					Ortalama
	0	25	50	100	200	
	----- % -----					
PM-5	0.113	0.160	0.157	0.153	0.163	0.149
K-2	0.137	0.147	0.153	0.179	0.196	0.162
PS-5	0.140	0.150	0.175	0.182	0.181	0.166
K-9	0.137	0.152	0.151	0.137	0.167	0.149
K-5	0.138	0.141	0.166	0.164	0.171	0.156
K-8	0.130	0.137	0.149	0.159	0.162	0.147
K-7	0.126	0.154	0.152	0.168	0.163	0.153
K-3	0.126	0.144	0.148	0.174	0.162	0.151
Ortalama	0.131 D	0.148 C	0.156 B-C	0.165 A-B	0.171 A	

LSD(Doz) :0.0102, *** istatistiksel olarak P<0.001 düzeyinde önemli.



Şekil 4.8. Yerel biber genotiplerinin gövde fosfor konsantrasyonu

Yapılan çalışmalarda toprağa uygulanan fosforlu gübrelerle, bitkilerin kök bölgesindeki fosfor konsantrasyonunun arttığı ve bitki dokularındaki fosfor konsantrasyonunun da arttığı belirtilmektedir (Güneş ve ark., 2004; İbrikçi ve ark., 2009; Korkmaz ve ark., 2009; Mustonan ve ark., 2014; Akgün, 2015; Soratto ve ark., 2015; Nisar ve ark., 2016).

Araştırmadaki veriler genotip ile doz interaksyonu açısından bakıldığında gövde fosfor konsantrasyonu % 0.113 ile % 0.196 arasında farklılık göstermektedir. Araştırmada veriler incelendiğinde en düşük değer PM-5 genotipinde ve bu genotipin

de kontrol dozunda elde edilmiştir. En yüksek değer ise K-2 genotipinde ve bu genotipin ise 200 mg P kg⁻¹ dozunda bulunmuştur (Çizelge 4.2).

4.1.4. Yerel Biber Genotiplerinde Gövde Tarafından Kaldırılan Fosfor Miktarı

Araştırmada kullanılan 8 farklı yerel biber genotiplerinin, 5 farklı dozda fosfor (0, 25, 50, 100, 200 mg P kg⁻¹) uygulamaları altında gövde tarafından kaldırılan P ortalamaları ve istatistiki veriler Çizelge 4.3 ve Şekil 4.9'de verilmiştir. Gövde tarafından kaldırılan fosfor (P) oranı dikkate alınması ile yapılan istatistiki analiz sonuçlarına göre; genotip, doz ve genotip ile dozun etkileşimi önemli (P<0.001) olduğu saptanmıştır.

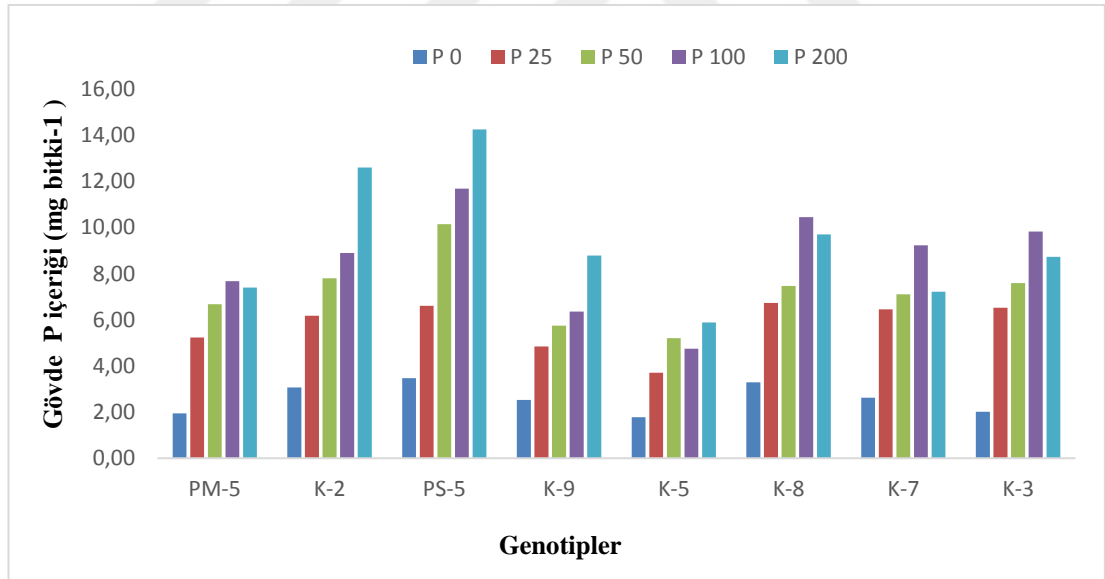
Fosfor dozlarının yerel biber genotiplerinde gövdenin kaldırdığı fosfor konsantrasyonları üzerindeki etkisi incelendiğinde, en düşük kaldırılan fosfor 2.59 mg P saksı⁻¹ ile kontrol grubunda olduğu ve artan P dozlarının uygulanmasıyla genotiplerde kaldırılan fosfor miktarlarında da artışların olduğu belirlenmiştir. Söz konusu artış 25, 50, 100 ve 200 mg P kg⁻¹ de sırası ile 5.78, 7.21, 8.60 ve 9.32 mg P saksı⁻¹ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Yerel biber genotiplerine fosfor uygulaması ile doğru orantılı bir şekilde bitkilerin kaldırdığı fosfor miktarında da artış olmuştur. Bu artış kontrol uygulamasına nazaran önemli görülmektedir. Bitkilerde fosfor kullanma etkinliği değerlendirilirken, bitkilerin aldığı her birim besin elementine ürettiği kuru maddenin miktarı önemli görülmektedir. Bu şekilde değerlendirildiğinde bitkilerin kaldırmış olduğu fosfor miktarı ve kuru madde üretim miktarı, etkinliğin bulunması için güvenilir bir parametredir.

Yerel biber genotiplerinin gövdeleri ile topraktan kaldırdıkları fosfor bakımından karşılaştırılması ile en düşük fosfor alımına 4.27 mg P saksı⁻¹ ile K-5 genotipinde bulunurken, en yüksek fosfor alımına ise 9.23 mg P saksı⁻¹ ile PS-5 genotipinde görülmüştür. Diğer sonuçlar incelendiğinde bu iki değer arasında değişmektedir. PS-5 genotipinden sonra en yüksek fosfor alımına 7.71 mg P saksı⁻¹ ile K-2 genotipinin geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Yerel biber genotiplerinin kaldırdıkları fosfor açısından değerlendirildiğinde yerel biber genotiplerinde istatistiki olarak (P<0.001) düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Yerel biber genotiplerinin gövde tarafından kaldırdıkları fosfor miktarı (mg P saksı⁻¹)

Genotipler	-----P Dozları (mg kg ⁻¹)-----					Ortalama
	0	25	50	100	200	
	-----mg P saksı ⁻¹ -----					
PM-5	1.94 R	5.23 K-N	6.67 H-K	7.67 E-H	7.39 F-J	5.78 E-F
K-2	3.07 P-R	6.18 H-M	7.80 E-H	8.89 D-F	12.59 A-B	7.71 B
PS-5	3.47 O-R	6.60 H-K	10.14 C-D	11.68 B-C	14.25 A	9.23 A
K-9	2.53 Q-R	4.84 L-O	5.74 J-M	6.36 H-M	8.78 D-G	5.65 F
K-5	1.78 R	3.71 N-Q	5.20 K-N	4.75 M-P	5.89 I-M	4.27 G
K-8	3.29 O-R	6.73 H-K	7.46 F-I	10.44 C-D	9.70 D	7.52 B-C
K-7	2.62 Q-R	6.45 H-M	7.11 G-J	9.22 D-E	7.21 F-J	6.52 D-E
K-3	2.01 Q-R	6.52 H-L	7.59 E-I	9.82 D	8.73 D-G	6.93 C-D
Ortalama	2.59 E	5.78 D	7.21 C	8.60 B	9.32 A	
F değeri						
Genotip	***	LSD: 0.0770				
Doz	***	LSD: 0.0609				
Genotip x Doz	***	LSD: 0.1723				

*** istatistiksel olarak P<0.001 düzeyinde önemlidir.



Şekil 4.9. Yerel biber genotiplerinin gövde tarafından kaldırdıkları fosfor miktarı

Araştırma sonuçları incelendiğinde gövde tarafından kaldırılan fosfor miktarı, genotip ile doz interaksyonu açısından 1.78 mg P saksı⁻¹ ile 14.25 mg P saksı⁻¹ arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 4.3). Araştırmada en düşük gövde tarafından kaldırılan fosfor miktarı K-5 genotipinin kontrol şartlarında görülürken, en yüksek değer PS-5 genotipinde 200 mg P kg⁻¹ dozunda gerçekleşmiştir. Diğer biber

genotipleri bu değerler arasında dağılım göstermektedir. Yürütülen çalışmada incelenen 8 biber genotipinin kaldırdıkları fosfor miktarı istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir, göstermiş oldukları bu farklılıklar genotipsel farklılıklardan meydana gelebilir.

4.2.Tartışma

Yerel biber genotiplerinin P etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yürütülen tez çalışmasında önemli sonuçlar elde edilmiştir. Fosfor eksikliğinde, yerel biber genotiplerin gövde gelişimlerinin birbirinden farklı oldukları belirlenmiştir. Fosfor noksanlığında biber genotipleri arasında noksanlık belirtilerinin ortaya çıkış zamanı ve şiddeti birbirlerinden farklı dönemlerde meydana geldiği saptanmıştır. Bu durum genotiplerin topraktan P kaldırma kapasitelerindeki farklılıktan ileri gelmektedir. Bu tez çalışmasından elde edilen bulgulara göre, özellikle yetersiz P koşullarında yetiştirilen biber genotiplerine artan P doz uygulanmalarıyla birlikte bitkilerin gövde kuru madde verimleri, P konsantrasyonları ve topraktan kaldırdıkları P miktarında önemli oranda artış olduğu bulunmuştur. Araştırma sonuçları değerlendirildiğinde, bitkilerde etkinlik mekanizmalarının daha detaylı bir şekilde araştırılarak yerel popülasyonlarda ki bitki türleri ve hatta aynı türün genotipleri arasındaki farklılıkların ortaya konulması genetik kaynakların değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir. Yerel popülasyonlarda; bitkisel parametreler ve besin elementi kullanımıyla diğer özellikler açısından farklılıklar bulunmaktadır. Düşük P koşullarında yüksek verim için ilk akla gelen zm P gübrelemesi olsa da, bu uygulamanın, en iyi ve sürdürülebilir strateji olmadığı geniş oranda kabul edilmektedir. Bunun en önemli nedeni, gübre formunda toprağa uygulanan P'un % 80'inden fazlasının kısa sürede toprağın katı fazında fikse olarak bitkiler için elverişsiz formlara dönüşmesidir (Holford, 1997; Marschner, 1995). Türkiye topraklarının genel karakteristikleri arasında yüksek pH, yüksek kil ve kireç içeriği, düşük organik madde ve uygun olmayan toprak nemi gibi özellikler yer almaktadır. Söz konusu toprak özelliklerinin topraklarda P fiksasyonunu arttırıcı özellikte olduğu ileri sürülmektedir (zbek ve ark., 1993). Son yıllarda eksikliği görülen elementlerin oldukları alanlarda o alanlara adepte olmuş bitkilerin eksikliği görülen elementlerle ilgili olarak etkin genotiplerin seçimi ön plandadır. Literatürde ele alınan en önemli etkinlik çalışmalarından birisi de bitkilerin P etkinliğiyle ilgili olanlarıdır. Farklı bitki türlerinde fosfor etkinliğindeki varyasyonu ve bunu

belirleyen bitkisel özellikleri ortaya koymasının bir gereklilik olduğu bildirilmiştir (George, 1993). Literatürde yer alan etkinlik çalışmalarından bazıları burada verilen sonuçlarla benzer olarak, buğday (Fageria ve Baligar, 1999; Kara, 2013; Kara ve Telli, 2016), domates (Yazıcı ve Derici, 2008), çörek otu (Turan, 2014), mısır (Akgün, 2015), patates (Soratto ve ark., 2015), mercimek ve nohut (Özdemir, 2017) gibi birçok bitki tür ve çeşidinde fosfor etkinliğinde geniş varyasyon bulunduğu gösterilmiştir. Fosfor etkinliği düşük ve yüksek bulunan çeşitler veya genotipler arasındaki en önemli farkın, düşük P uygulamasındaki yeşil aksam kuru madde ve yeşil aksamdaki P miktarı olduğu bildirilmiştir (Fageria ve Baligar, 1997). Burada sunulan tez çalışmasında 8 farklı biber genotipinin fosfor kullanım etkinliği incelendiğinde, önemli farklılıkların olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmaya benzer olarak, Korkmaz ve Altıntaş, (2016), kanola genotiplerinde fosfor kullanım etkinliği üzerine yaptıkları araştırmada 10 kanola genotipi üzerinde 3 doz fosfor (0, 50 ve 100 mg kg⁻¹) uygulamışlar. Artan fosfor dozları ile kök ve sürgün de kuru madde artışı olduğunu ve Elvis genotipinin diğer fosfor uygulamalarına göre 100 mg kg⁻¹ dozunda yüksek miktarda kuru madde ürettiğini belirtmişler, araştırmaya söz konusu olan 10 kanola genotipinin fosfor kullanım etkinliği incelendiğinde 1 tanesi etkin duyarlı, 5 genotipin etkin duyarsız ve 4 genotipin de etkin olmayan duyarlı olarak sınıflandırmasını yapmışlar ve fosfor kullanım etkinliği için bitki türlerinde hatta aynı türe sahip çeşitlerin içerisinde bile değişiklikler gösterdiğini söylemişlerdir. Buradaki sonuçlar yerel biber genotipinin fosfor kullanım etkinliği açısından yürütülen çalışma ile benzer sonuçlar göstermiş ve araştırmayı destekler niteliktedir.

Yürütülen tez çalışmasında 8 farklı biber genotipine uygulanan 5 farklı fosfor dozunun (0, 25, 50, 100, 200 mg P kg⁻¹) gövde kuru madde verimi üzerine önemli farklılıklar yaptığı bulunmuştur. Fosfor uygulanmayan kontrol şartlarında en düşük kuru madde veriminin olduğu (1.29 g saksı⁻¹) ve en fazla kuru madde veriminin 200 mg P kg⁻¹ doz uygulamasında (7.93 g saksı⁻¹) olduğu saptanmıştır. Bu durumda genotipler arasında geniş bir varyasyon bulunduğu tespit edilmiştir. Farklı bitki türlerinde P uygulamasıyla bitkilerin kuru madde veriminde artışların bulunduğu benzer çalışmalar örneğin; mısır (İbrikçi ve ark., 2009; Mustonan ve ark., 2014; Akgün, 2015), buğday (Nisar ve ark., 2016; Akhtar ve ark., 2016), patates (Soratto ve ark., 2015), kinoa (Geren ve Güre, 2017) yer almaktadır. Bu çalışmadaki bulgular

ile yukarıda verilen literatür çalışmalarının uyumlu olduğu saptanmıştır. Yapılan başka bir araştırma ise Korkmaz ve Altıntaş (2016) tarafından 10 farklı kanola genotipine 3 farklı fosfor dozu (0, 50 ve 100 mg kg⁻¹) uygulamasıyla bitkilerin gövde kuru madde miktarı 2.33 g saksı⁻¹ ile 7.85 g saksı⁻¹ arasında geniş varyasyon gösterdiğini bildirmiştir. Altıntaş, (2013), 10 farklı kolza genotipinde 3 farklı fosfor dozu (0, 50 ve 100 mg P kg⁻¹) uygulamış en düşük fosfor konsantrasyonunun % 0.48 ile kontrol dozunda olduğunu ve en fazla % 0.59 ile 100 mg P kg⁻¹ doz uygulamasında elde ettiğini belirlemiştir. Artan P dozlarıyla birlikte bitkilerin yeşil aksamında P konsantrasyonlarının da arttığı bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında sunulan 8 farklı yerel biber genotipi çalışmasında da literatür bulgularıyla benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Biber genotiplerine uygulanan P dozları (0, 25, 50, 100 ve 200 mg P kg⁻¹) çalışmaya benzer nitelikte en düşük fosfor konsantrasyonunun % 0.113 ile kontrol dozunda olduğu ve en yüksek P konsantrasyonunun % 0.196 ile 200 mg P kg⁻¹ dozunda olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda toprağa uygulanan fosforlu gübrelerle, bitkilerin kök bölgesindeki fosfor konsantrasyonunun arttığı ve bitki dokularındaki fosfor konsantrasyonunun da arttığı belirtilmektedir (Güneş ve ark., 2004; İbrikçi ve ark., 2009; Korkmaz ve ark., 2009; Mustonan ve ark., 2014; Akgün, 2015; Soratto ve ark., 2015; Nisar ve ark., 2016).

Burada sunulan tez çalışmasında 8 farklı biber genotipine uygulanan 5 farklı P dozunun (0, 25, 50, 100, 200 mg P kg⁻¹) gövde tarafından kaldırılan fosfor miktarı üzerine önemli farklılıklar yaptığı bulunmuştur. En düşük fosfor alınımının kontrol şartlarında 1.78 mg P saksı⁻¹ olarak bulunurken fosfor dozlarının artması ile kaldırılan fosfor miktarında da artışların görüldüğü ve en fazla 200 mg P kg⁻¹ uygulamasında 14.25 mg P saksı⁻¹ olarak bulunmuştur. Kaldırılan P miktarına, bitkilerin dokusundaki fosfor kapsamı ile kuru madde miktarları etki etmektedir. Bitkilerin kaldırdıkları fosfor miktarları, bitkilerin yetiştirilme dönemindeki ihtiyaç duyduğu fosfor miktarını belirlemektedir (Turan, 2014). Konu ile ilgili benzer çalışmada Akgün, (2015), uygulanan fosforla birlikte bitkide önemli gelişmelerin olduğunu belirtmiş. Kaldırılan fosfor miktarının en düşük 0 mg P kg⁻¹ uygulamasında 3.50 mg P saksı⁻¹ olarak ve en yüksek 100 mg P kg⁻¹ uygulamasında 66.76 mg P saksı⁻¹ şeklinde olduğunu belirtmiştir. Turan, (2014), çörek otu genotiplerine 5 farklı fosfor dozu (0, 2, 4, 6 ve 8 kg P₂O₅ da⁻¹) uygulamış ve fosfor dozunun artması ile birlikte kaldırılan fosforda artış meydana geldiğini belirtmiş, en yüksek kaldırılan

fosfor miktarının 6 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasından elde ettiğini söylemiştir. Bu sonuçlar yürütülen çalışma ile benzerlik göstermekte ve araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir.

Bu tez çalışmasında yerel biber genotiplerinin P etkinliğinde seleksiyona olanak veren oldukça geniş bir varyasyon olduğu gösterilmiştir. Düşük P koşullarında yeşil aksam kuru madde verimi ve fosfor içeriği biber genotiplerinin P etkinliği mekanizmasının dokulardaki mevcut P'un metabolizma içerisinde etkin olarak kullanımı ile ilişkili olabileceğini göstermektedir. Fosfor etkinliğinde genotip x çevre interaksyonu önemli olduğundan farklı iklim koşullarının hakim olduğu bölgelere adapte olmuş yeni genotiplerin elde edilmesi ve P'a olan tepkilerinin belirlenmesi gerekmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yürütülen "Farklı Biber Genotiplerinin Fosfor Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi" adlı tez çalışmasında elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir. Buna göre;

Yerel biber genotipleri fosfor eksikliği durumunda hem gövde hem de yapraklarda gelişimin olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Yerel biber genotiplerinin fosfor noksanlığının olduğu durumlarda noksanlık belirtilerinin ortaya çıkma zamanı ve noksanlık şiddeti genotipler arasında farklılıklara neden olmuştur. Yürütülen çalışma verilerine göre, özellikle fosforun yetersiz olduğu durumlarda yetiştirilen yerel biber genotiplerine, fosfor verilmesi ile beraber bitkilerin gövde kuru madde verimleri, topraktan kaldırdıkları fosfor miktarında ve fosfor içeriklerinde yüksek miktarda artış olduğu belirlenmiştir. Fosfor uygulamasının yapılmadığı kontrol şartlarında biber bitkilerinde kuru madde miktarı ve kaldırılan toplam fosfor miktarı yönünden gelişme göstermezken, artan dozlarda fosfor verilmesi ile birlikte denemede incelenen parametrelerde artış olduğu tespit edilmiştir. Yürütülen çalışmada incelenen parametreler göz önüne alındığında, gövde fosfor konsantrasyonundaki genotip ve genotip x doz interaksyonu hariç incelenen tüm parametrelerde doz, genotip ve genotip x doz interaksiyon etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($P < 0.001$) bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak, biber bitkisine erken gelişim döneminde fosfor uygulanmasının mutlak gerekli element olduğu bulunmuştur.

İncelenen 8 farklı biber genotipinin; oransal kuru madde miktarı ve etkinlik indeksi göz önüne alınarak bakılan fosfor kullanım etkinlik sınıflandırılmasına göre biber genotipleri; i) Etkin Duyarlı; PS-5, ii) Etkin Duyarsız; K-2, K-8 ve K-7, iii) Etkin Olmayan Duyarlı; K-9, K-5 ve K-3, IV) Etkin Olmayan Duyarsız; PM-5 genotipi olarak sınıflandırılması yapılmıştır.

Deneme sonuçlarına göre yerel biber genotipleri içinde etkin duyarlı genotip olarak, PS-5 genotipinin olduğu tespit edilmiştir. Fosfor uygulamasına bağlı olarak K-3 yerel biber genotipinde kontrol dozundan (0 mg P kg^{-1}) 200 mg P kg^{-1} çıkması ile birlikte gövde kuru madde miktarında 3.4 kat artış meydana geldiği bulunmuştur. Yerel biber genotiplerinin topraktan farklı miktarlarda fosfor kaldırdığı ve kaldırmış oldukları fosfor miktarına oranla farklı düzeylerde kuru madde ürettiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yerel biber genotiplerinin fosfor kullanım etkinliklerinde önemli genotipsel değişikliklerin olduğu anlaşılmaktadır. Bu tür araştırmaların özellikle fosfor eksikliği görülen bölgelerde araştırılması gerekmektedir.

Deneme sonuçları incelendiğinde, bitkideki etkinlik mekanizmasının daha kapsamlı bir şekilde çalışılmasıyla yerel popülasyonlarda ki bitki türlerinin yanı sıra aynı türe sahip genotiplerin içerisindeki farklılıkların da belirlenmesi genetik kaynakları değerlendirmek yönünden önemlidir. Yerel popülasyonlarda hastalıklara dayanıklılık, besin elementi kullanımı ve bitkisel parametreler gibi özellikler yönünden farklılıklar görülmektedir. Bu genotiplerin kayıp olmadan toplanması, tanımlama yapılması ve bu genotiplerin bitki ıslah programlarında kullanılması oldukça önemlidir.

Yerel biber genotipleri üzerine yapılan bu tez çalışmasında, fosfor kullanım etkinlikleri yönünden büyük değişiklikler görüldüğü tespit edilmiştir. Böyle çalışmaların farklı bitkilerde ve tarla şartlarında da denenmesi fosforun etkin kullanımını yönünden büyük önem taşımaktadır. Yürütülen çalışmanın ışığında fosfor noksanlığı durumunda fosfor etkin genotipin belirlenmesi ile verim ve kaliteyi düşürmeden P'lu gübrelerin kullanımının azalması, işgücü ihtiyacının azalması ve ekonomik olarak tasarruf edilmesine katkı sağlanacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abbadi, J. and Gerendas, J., 2011. Effects of phosphorus supply on growth, yield and yield components of safflower and sunflower, *Journal of Plant Nutrition*, 34: 1769-1787.
- Abel, S., Ticconi, A.C., Delatorre, A.C. 2002. Phosphat sensing in higher plants. *Physiologia Plantarum*, (115):1-8.
- Akgün, M. 2015. Yerel mısır (*Zea mays* L.) genotiplerinin fosfor kullanım etkinliğinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Akhtar, M. S., Oki, Y., Nakashima, Y., Adachi, t., Nishigaki, M., 2016. Phosphorus stress induced differential growth, and phosphorus acquisition and use efficiency by spring wheat cultivars. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47:sup1, 15-27, DOI: 10.1080/00103624.2016.1232089.
- Altıntaş, Ç. 2013. Sera koşullarında kolza çeşitlerinde fosfor etkinliğinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Andrews, J. 1999. *The Pepper Trail: History and Recipes from Around the World*.
- Anonim, 2017a. *The State of Food and Agriculture 2016*. FAO, Rome.
- Anonim, 2017b. TÜİK, İstatistiklerle Türkiye, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu, Yayın no: 3352, Ankara.
- Aybak, H.Ç. 2002. *Biber Yetiştiriciliği*. Hasad Yayıncılık 155 s.
- Blair, G. 1993. Nutrient efficiency-What do we really mean. Ed: P. J. Randall et al., *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*, 205-213.
- Bouyoucos, G.L. 1951. A Recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*. (43):434-438.
- Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen. In. C.A. Black et al. *Methods of Soil Analysis*. Part 2. *Agronomy* (9): 1149-1178. USA.
- Chalkoo, S., Sahay, S., Inam A., Iqbal, S. 2014. Application of wastewater irrigation on growth and yield of chilli under nitrogen and phosphorus fertilization. *Journal of Plant Nutrition*, 37:7, 1139-1147.
- Coetzee, P.E. 2013. Response of maize to phosphorus and nitrogen fertilizers on a soil with low phosphorus status. Doktora Tezi. University of the Free State Bloemfontein, Department of Soil, Crop and Climate Sciences, Bloemfontein.
- Colomb, B., Kiniry, R. J., Debaeke, P. 2000. Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field-grown maize. *Argon J.* 2:428-435. Lynch, J., Lauchli, A., Epstein, E., 1991. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. *Crop Sci.*, 31: 380-387.
- Çağlar, K.Ö. 1949. *Toprak bilgisi*. Ankara Üniveristesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Emongor, V.E and Mabe, O. 2012. Effects of phosphorus on growth, yield and yield components of chilli pepper (*Capsicum Annuum* L.). XXVIII International

Horticultural Congress On Science And Horticulture For People: International Symposium On Quality-Chain Management Of Fresh Vegetables: From Fork To Farm.

- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye topraklarının verimlilik durumu. Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Genel Yayınları No:220, Ankara, 221 s.
- Fageria, N.K. and Baligar, V.C. 1997. Upland rice genotypes evaluation for phosphorus use efficiency. *J.Plant Nutr.*, 20(4&5),499-509.
- Fageria, N.K. and Baligar, V.C. 1999. Phosphorus efficiency in wheat genotypes. *Journal of Plant Nutrition*, 22(2): 331-340.
- Fankem, H., Nwaga, D., Deubel, A., Dieng, L., Merbach, W., Etoa, F.X. 2006. Occurrence and functioning of phosphate solubilizing microorganisms from oil palm tree (*Elaeis guineensis*) rhizosphere in Cameroon. *African J. Biotech.* 5, 2450-2460.
- Fohse, D., Claassen, N., Jungk, A. 1991. Phosphorus efficiency of plants. *Plant & Soil*, (132): 261-272.
- George, E. 1993. Growth and phosphate efficiency of grain legumes and barley under dryland conditions in northwest Syria. Doctorate thesis. Universitat Hohenheim. Institut für Pflanzenernährung. Verlag Ulrich E. Grauer. Wendlingen. 257 s.
- Geren, H., ve Güre, E. 2017. Farklı azot ve fosfor seviyelerinin kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)’da tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi üzerinde bir ön araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54 (1):1-8.
- Gerke, J. 1992. Phosphate, aluminum and iron in the soil solution of three different soils in relation to varying concentrations of citric acid. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 155, 339-343.
- Gerloff, G.C. 1977. Plant efficiencies in the use of N, P and K. In plant adaptation to mineral stress in problem soils. Ed. M.J. Wright, pp, 161-174, Cornell University Press, New York.
- Gill, M.A., Rahmatullah, Salim, M. 1994. Growth responses of twelve wheat cultivars and their P utilization from rock phosphate. *J. Agron. Crop Sci.*, 173(3-4), 204-209.
- 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 Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Adana 86 s.
- Graham, R.D., Ascher, J.S., Hynes, S.C. 1992. Selecting zinc efficiency cereal genotypes for soils of low zinc status. *Plant and Soil*. 146: 241-250.
- Güneş, A., Alpaslan, M., Önal, A. 2004. Bitki Besleme ve Gübreleme (Ders Kitabı), Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 1539, Ankara, s. 324.

- Güzel, N., Gülüt, Y.K., Büyük, G. 2008. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayınları No:246, Ders Kitapları Yayın No: A-80 s:654, Adana.
- Gyaneshwar, P., Kumar, G.N., Parekh, L.J., Poole, P.S. 2002. Role of microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant and Soil* 245: 83- 93.
- Hammond, J.P., Broadley, M.R., White, P.J., 2004, Genetic responses to phosphorus deficiency. *Annals of Botany* 94: 323-332.
- Helvacı, D. 2006, Farklı dozlarda fosfor uygulamasının tritikale (*Triticosecale wittmack*) genotiplerine etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 59 s.
- Hoberg, E., Marschner, P., Lieberei, R., 2005. Organic acid exudation and pH changes by *Gordonia* sp. and *Pseudomonas fluorescens* grown with P adsorbed to goethite. *Microbiological Research*, 160, 177–187.
- Holford, I.C.R. 1997. Soil phosphorus – its measurement and its uptake by plants. *Aust. J. Soil Res.* 35(2), 227-239.
- Horst, W.J., Kamh, M., Jibrib, J.M., Chude, V.O. 2002, Agronomic measures for increasing P availability to crops. *Plant and Soil*, 237, 211-223.
- İbrikci, H., Ulger A.C., Kormaz, K., Okdem, A., Buyuk, G., Amar, B., Konuskan, O., Karnez, E., Ozgenturk, G., Oguz, H., Ryan, J. 2009. Genotypic responses of corn to phosphorus fertilizer rates in calcareous soils. *Communications in Soil Science & Plant Analysis.* (40):1418–1435.
- Jackson, M.L. 1958. *Soil Chemical analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Kacar, 1997. *Tarımda Fosfor*. Bursa Ticaret Borsası Yayınları, No:5.
- Kacar, B. ve Katkat, V.A. 2010. *Bitki Besleme (Ders Kitabı)*. 5. Baskı, s. 1-659. Nobel Yayın Dağıtım Ankara.
- Kacar, B. 2013. *Temel Gübre Bilgisi*. 1. Baskı, s.1-502, Nobel Yayın ve Dağıtım Ankara.
- Kara, B. 2013. Phosphorus use efficiency of some bread wheat cultivars. *Res. on Crops* 14 (2) : 389-394.
- Kara, B. ve Telli M. 2016. Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench) fosfor kullanım etkinliği. *Derim*, 2016, 33(2):327-336.
- Karaca, K. 2017. Kurak koşullarda farklı azot ve fosfor dozlarının aspirde (*Carthamus tinctorius*L.) verim ve verim öğelerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kırşehir.
- Karaman, M.R., Kandemir, N., Şahin, S., Çoban, S. 2010. Strategies to select genetical variations of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars for agronomic zinc utilization characters . *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8 (2), 395399.
- Khan M.S.I., Roy S.S., Pall K.K. 2010. Nitrogen and phosphorus efficiency on the growth and yield attributes of capsicum. *Academic Journal of Plant Sciences* 3 (2): 71-78.

- Korkmaz, K., İbrikçi, H., Karnez, E., Büyük, G., Ryan, J., Ülger A.C., Oguz, H. 2009. Phosphorus use efficiency of wheat genotypes grown in calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, (32): 2094-2106.
- Korkmaz, K. and Altıntaş, Ç. 2016. Phosphorus use efficiency in canola genotypes. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 4(6): 424-430.
- Lauver, M., Blevins, D.G., Sierzputowska-Gracz, H. 1989. P-nuclear magnetic resonance determination of phosphate compartmentation in leaves of reproductive soybeans (*Glycine max L.*) as affected by phosphate nutrition. *Plant Physiol.*, 89: 1331-1336.
- Lynch, J., Lauchli, A., Epstein, E., 1991. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. *Crop Sci.*, 31: 380-387.
- Lynch, J.P. 2007. Roots of the second green revolution. *Aust. J. Botany* (55): 493–512.
- Maas, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research*,1;12-26.
- Marschner, H. 1995. Rhizosphere pH effects on phosphorus nutrition. In *Genetic manipulation of crop plants to enhance integrated nutrient management in cropping systems-1. Phosphorus: proceedings of an FAO/ICRISAT Expert Consultancy Workshop, 15-18 Mar 1994. ICRISAT Asia Center., Patancheru, India. Eds. Lee, J.C., Sharma, K.K., Subbarao, G.V., Kueneman, E.A., p. 107-115.*
- Marschner, H. 2008. *Mineral nutrition of higher plants. Digital Print. Academic Press., pp. 88.*
- McLeod, M.J., Guttman, S.I., Eshbaugh, W.H., Rayle, R.E. 1983. An electrophoretic study of the evolution in capsicum (*Solanaceae*). *Evolution* 37:562-574.
- Mengel, K., Kirkby, E.A., Kosegarten, H., Appel, T. 2001. Soil copper. In *Principles of plant nutrition* (pp. 599-611). Springer Netherlands.
- Mustonen, P.S.J., Oelbermann, M., Kass, D.C.L. 2014. Biomass production phosphorus use efficiency in two tithonia diversifolia (Hemsl.) gray phenotypes. *Journal of Plant Nutrition*, DOI: 10.1080/01904167.2014.957397.
- Naeem, N., Muhammad, I., Khan, J., Nabi, G., Muhammad, N., Badshah, N. 2002. Influence of various levels of nitrogen and phosphorus on rowth and yield of chilli (*Capsicum annum L.*). *Asian journal of plant sciences* 1682-3974.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In 'Methods of Analysis. Chemical and Microbiological Propertise', s:539-580.
- Nisar, A., Khan, S.U.,Shah, A.H. 2016. Screening and evaluation of wheat germplasm for phosphorus use efficiency. *Iran J Sci Technol Trans Sci* 40:201–207.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanable, F.S., Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Cir. No. 939.*

- Olsen, S.R. and Watanable, F.S. 1957. A method to determine a phosphorus adsorption maximum for soils as measured by the langmuir isotherm. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. (21): 144-149.
- Olsen, S.R. and Watanable, F.S. 1970. Diffusive supply of phosphorus in relation to soil texture variations. Soil Sci. 110:318-327.
- Özalp, R. 2010. Ülkemizde biber üretimi ve örtüaltı biber yetiştiriciliği. Tarım Türk Dergisi. 24(5): 29-32.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H. 1993. Toprak bilimi. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No 73 Ders Kitapları No: 16.
- Özdemir, O. 2017. Değişik mercimek ve nohut genotiplerinin sera koşullarında fosfor eksikliğine tolerans düzeylerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Adana.
- Öztürk, L. 2001. Fosfor eksikliğine dayanıklı buğday genotiplerinin belirlenmesi ve etkinlik mekanizmalarının morfolojik ve fizyolojik açıdan karakterize edilmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 144 s.
- Pickersgill, B. 1984, Migrations of Chili Peppers, Capsicum Spp., in The Americas, P. 105-123. In: D. Stone (Ed.). Pre-Columbian Plant Migration. Papers of The Peabody Museum of Archeology and Ethnology. Vol. 76. Harvard Univ. Press, Cambridge, MA.
- Raghothama, K.G. 1999. Phosphate acquisition. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology (50): 665-693.
- Raghothama, K.G. 2005. Phosphorus and plant nutrition: an overview. In: Sims, J.T. (Ed.), Phosphorus Agriculture and the Environment. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. 355-378.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali Soils. United States Department of Agriculture Handbook, 60.
- Richardson, A.E. 2001. Prospects for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. Australian Journal of Plant Physiology 28, 897-906.
- Rodriguez, D., Andrade, F.H., Goudrian, J. 1999, Effects of phosphorus nutrition on tiller emergence in wheat. Plant and Soil, 209, 283-295.
- Rodriguez, D., Andrade, F.H., Goudrian, J. 2000, Does assimilate supply limit leaf expansion in wheat grown in the field under low phosphorus availability. Field Crops Research, 67, 227-238.
- Roy, S.S., Khan M.S.I., Pall, K.K. 2011. Nitrogen and phosphorus efficiency on the fruit size and yield of capsicum. Journal of Experimental Sciences Vo 1. 2, Issue 1, Pages 32-37.
- 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.
- Sarapatka, B. 2003. Phosphatase activities (ACP, ALP) in agroecosystem soil. Ph.D Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. Sweden.

- Shen, J., Yuan, L., Zhang, j., Li, H., Bai, Z., Chen, X., Zhang, W., Zhang, F. 2011. Phosphorus dynamics: From soil to plant. *Plant Physiology*, (156): 997-1005.
- Siddiqi, M.Y. and Glass, A.D.M. 1981. Utilization index. A modified approach to estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *Journal of Plant Nutrition*, (4): 289-302.
- Smit, A.L., Bindraban, P.S., Schröder, J.J., Conijn, J.G., Meer, H.G. 2009. Phosphorus in agriculture: global resources, trends and developments: report to the steering committee technology assessment of the ministry of agriculture, nature and food quality, The Netherlands. *Plant Research International Report* 282. Plant Research International, Wageningen, 42 pp.
- Smith, F.W. 2002. The phosphate uptake mechanism. *Plant and Soil*, 245, 105-114.
- Somos, A. 1984. The paprika. Akademiai Kiado, Biudapest.
- Soratto, R.P., Pilon, C., Fernandes, A.M., Moreno, L.A. 2015. Phosphorus uptake, use efficiency, and response of potato cultivars to phosphorus levels. *Potato Research* 58:121–134.
- Stone, U.C., Zinn, K.E., Yanez, M.R., Li, A., Vance, C.P., Allan, D.L. 2003. Nylon filter arrays reveal differential gene expression in proteid roots of white lupin in response to phosphorus deficiency, *Plant Physiology*, 131(3), 1064.
- Syers, J.K, Johnston, A.E, Curtin, D. 2008. Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use: reconciling changing concepts of soil phosphorus behaviour with agronomic information. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin*; 2008 18. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Şeniz, V. 1992. Domates biber ve patlıcan yetiştiriciliği. Tarımsal araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı (TAV) Yayınları. No:26, Yalova, 174s.
- Taiz, L. ve Zeiger, E. 2008. Bitki Fizyolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara, 690 s.
- Trolove, S.N., Hedley, M.J., Kirk, G.J.D., Bolan, N.S., Loganathan, P. 2003. Progress in selected areas of rhizosphere research on P acquisition. *Australian Journal of Soil Research*, 41, 471-499.
- Turan, M. ve Horuz, A. 2012. Bitki beslemenin temel ilkeleri. Bitki Besleme. Ed. M.R. Karaman. pp. 123-345 ISBN 978-605-87103-2-0.
- Turan, Y.S. 2014. Fosfor dozlarının çörek otunun (*Nigella sativa* L.) verim ve kalitesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Uzun, O. 2014. Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi deneme alanı topraklarına biyogübre uygulamalarının mısır bitkisinin (*Zea Mays* L.) fosforlu gübre kullanım etkinliği üzerine etkisi. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Erzurum.
- Vaccari, D.A. 2009. Phosphorus: a looming crisis. *Sci Am* 300:42–47.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. 2000. Kültür sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İZMİR.

- Wanke, M., Ciereszko, I., Podbielkowska, M., Rychter, A.M. 1998. Response to phosphate deficiency in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) roots. Respiratory metabolism, sugar localization and changes in ultra structure of bean root cells. *Ann. Bot. (London)* (82): 809–819.
- Watanabe, F.S., Olsen, S.R. 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO₃ extracts from soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* (29): 677-678.
- Watt, M. and Evans, J.R., 2003, Phosphorus acquisition from soil by white lupin (*Lupinus Albus* L.) and soybean (*Glycine max* L.), species with contrasting root development. *Plant and soil* 248 (1-2): 271-283.
- Wiel, C.C.M., Linden, C.G., Scholten, O.E. 2016. Improving phosphorus use efficiency in agriculture. Opportunities for breeding. *euphytica* 207:1–22.
- Yang, M., Ding, G., Shi, L., Xu, F., Meng, J. 2011. Detection of QTL for phosphorus efficiency at vegetative stage in brassica napus. *Plant Soil* (339):97–111.
- Yaseen, M., Sohail, M., Mahmood, R., Hussain, S.A., Rahim, A., Ahmad, W., Saif, R.K., 1998. Phosphorus use efficiency in wheat genotypes: II. Chemical composition. *Pakistan Journal of Life Society and Science*, 2, 159-162.
- Yaseen, M. and Malhi, S.S. 1999. Variation in yield, phosphorus uptake, and physiological efficiency of wheat genotypes at adequate and stress phosphorus levels in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40, 3104–3120, 2009.
- Yazıcı, M.A. ve Derici, M.R. 2008. Domateste farklı fosfor etkinliği üzerine fosfor alımının etkisi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Cilt:17-8.
- Yıldız, N. 2012. Bitki beslemenin esasları ve bitkilerde beslenme bozukluğu belirtileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü. ISBN:978-605-62759-0-6.
- 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

Kişisel Bilgiler:

Adı Soyadı	Abdullah Saim YILDIRIMER
Uyruğu	T.C
Doğum Yeri	Kahramanmaraş
Doğum Tarihi	08.05.1988
Medeni Hali	Evli
E-mail	a_saim_y@hotmail.com

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü	Ordu Üniversitesi	2014
Ön Lisans	Organik Tarım	K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi Göksun Meslek Yüksek Okulu	2011