

Fosfor Dozlarının  rek Otunun (*Nigella sativa* L.) Verim ve Kalitesine Etkisi

Yeşim Sıla Turan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Mayıs 2014

The Effects of Phosphorus Doses on Yield and Quality of Black Cumin
(*Nigella sativa* L.)

Yeşim Sıla Turan

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Field Crops

May 2014

Fosfor Dozlarının  rek Otunun (*Nigella sativa* L.) Verim ve Kalitesine Etkisi

Yeşim Sıla Turan

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç. Dr. Nurdilek Gülmezoğlu

Mayıs 2014

ONAY

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Yeşim Sıla Turan'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Fosfor Dozlarının Çörek Otunun (*Nigella sativa* L.) Verim ve Kalitesine Etkisi” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Nurdilek Gülmezoğlu

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Doç. Dr. Nurdilek Gülmezoğlu

Üye : Prof. Dr. Hayriye İbrikçi

Üye : Doç. Dr. Hatice Dağhan

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nihal Kayan

Üye : Yrd. Doç. Dr. Zehra Aytaç

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada, Eskişehir ekolojik koşullarında iki çörek otu genotipine (Çameli çeşidi, Bilecik popülasyonu) uygulanan farklı fosfor dozlarının (0, 2, 4, 6 ve 8 kg P₂O₅ da⁻¹) verim ve kalite unsurları üzerine etkileri incelenmiştir.

Araştırmada çörek otu genotiplerinin bitki boyu, toplam kapsül sayısı, tek bitki toplam tohum ağırlığı, bin tohum ağırlığı, biyolojik verim, tohum verimi, yağ içeriği, yağ verimi, tohum ve gövdede fosfor konsantrasyonu, tohum ve gövde ile kaldırılan fosfor miktarları belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre çörek otu genotiplerinin fosfor dozlarına tepkileri incelenen özelliklere göre değişmiştir. En yüksek tohum ve yağ verimi Çameli çeşidinde 2 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasından, Bilecik popülasyonunda 4 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Genotiplerin kaldırdıkları toplam fosfor miktarı 0.89 kg P da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak çörek otu genotiplerinin en yüksek tohum ve yağ verimi için 2 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunun uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çörek otu, *Nigella sativa* L., verim, yağ içeriği, yağ verimi, fosfor

SUMMARY

The effects of different phosphorus doses (0, 20, 40, 60 and 80 kg P₂O₅ ha⁻¹) on yield and quality components of two black cumin genotypes (Cameli variety, Bilecik population) were investigated under Eskişehir ecological conditions. Plant height, the number of capsule, seed weight, thousand-seed weight, biological yield, seed yield, oil content, oil yield, seed and stem phosphorus concentration and accumulated phosphorus in seed and stem of black cumin were determined in this study.

According to the results, significant differences were determined among the phosphorus doses applications for yield and quality components of black cumin genotypes. The highest seed and oil yield were obtained from 20 kg P₂O₅ ha⁻¹ fertilizer application for Cameli variety and 40 kg P₂O₅ ha⁻¹ fertilizer application for Bilecik population. Total accumulation of phosphorus was found 8.9 kg P ha⁻¹. As a result, the optimum dose for the highest seed and oil yield of black cumin genotypes was determined 20 kg P₂O₅ ha⁻¹ application.

Keywords: Black cumin, *Nigella sativa* L., yield, oil content, oil yield, phosphorus

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde değerli fikirleri ve yardımlarıyla beni yönlendiren ve her türlü olanağı sağlayan danışmanım Sayın Doç. Dr. Nurdilek GÜLMEZOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım esnasında tohum temini sağlayan ve değerli bilgi ve desteklerini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Zehra AYTAÇ'a, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ve Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi personeli ve öğrencilerine teşekkürlerimi arz ederim.

Hayatım boyunca her konuda maddi ve manevi desteğini esirgemeyen ve bugünlere ulaşmamı sağlayan aileme, denemenin her aşamasında yanımda ve bana destek olan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	v
SUMMARY.....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
 1.GİRİŞ.....	 1
 2.LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	 3
2.1. Bitki Gelişimde Fosforun Önemi.....	3
2.2. Çörek Otu Bitkisinin Yetiştirme Teknikleri.....	4
2.3. Çörek Otu Bitkisinin Gübrenmesi ve Tohum Kalitesine Etkileri	6
2.4. Çörek Otu Tohumunun Mineral Element İçerikleri.....	8
 3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	 9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1. Araştırmada kullanılan çörek otu tohumlarının özellikleri.....	9
3.1.2. Araştırma yerinin konumu ve iklim özellikleri.....	9
3.1.3. Araştırma yerinin toprak özellikleri.....	10
3.2. Yöntem.....	11
3.2.1. Ekim ve bakım işlemleri.....	11
3.2.2. Toprak analizleri.....	14
3.2.2.1. Toprak bünyesi tayini.....	14
3.2.2.2. Topraktaki organik madde tayini.....	14
3.2.2.3. Toplam tuz tayini.....	15
3.2.2.4. Bünye reaksiyonunun pH tayini.....	15
3.2.2.5. Topraktaki alınabilir fosfor tayini.....	15
3.2.2.6. Topraktan alınabilir potasyum tayini.....	15

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2.2.7. Toprakta alınabilir mikro element tayini.....	15
3.2.3. İncelenen özellikler ve verilerin elde edilmesi.....	15
3.2.3.1. Bitki boyu (cm).	16
3.2.3.2. Bitkide toplam kapsül sayısı (kapsül/bitki).....	16
3.2.3.3. Tek bitki toplam tohum ağırlığı (g)....	16
3.2.3.4. Bin tohum ağırlığı (g).....	16
3.2.3.5. Biyolojik verim (g).	16
3.2.3.6. Tohum verimi (kg da ⁻¹)	17
3.2.3.7. Yağ içeriği (%).	17
3.2.3.8. Yağ verimi (kg da ⁻¹).	17
3.2.3.9. Tohum fosfor konsantrasyonu (%).	17
3.2.3.10. Gövde fosfor konsantrasyonu (%).	17
3.2.3.11. Tohum ile kaldırılan toplam fosfor miktarı (kg da ⁻¹).	18
3.2.3.12. Gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarı (kg da ⁻¹).	18
3.2.3.13. Bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı (kg da ⁻¹).	18
3.2.4. İstatistiki analiz ve değerlendirmeler.....	18
4.BULGULAR.....	19
4.1. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinin Bitki Boyuna Etkisi.....	19
4.2. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinin Toplam Kapsül Sayısına Etkisi.....	21
4.3. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tek Bitki Toplam Tohum Ağırlığına Etkisi.....	22
4.4. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Bin Tohum Ağırlığına Etkisi.....	24
4.5. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Biyolojik Verime Etkisi.....	26
4.6. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tohum Verimine Etkisi.....	27
4.7. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Yağ İçeriğine Etkisi.....	29
4.8. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Yağ Verimine Etkisi.....	31

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.9. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tohum Fosfor Konsantrasyonuna Etkisi.....	32
4.10. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Gövde Fosfor Konsantrasyonuna Etkisi.....	34
4.11. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tohumla Kaldırılan Toplam Fosfor Miktarına Etkisi.....	36
4.12. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Gövde ile Kaldırılan Toplam Fosfor Miktarına Etkisi.....	38
4.13. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Bitkice Kaldırılan Toplam Fosfor Miktarına Etkisi.....	40
5.TARTIŞMA.....	43
5.1. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Bitki Boyuna Etkisi.....	43
5.2. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Toplam Kapsül Sayısına Etkisi.....	44
5.3. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tek Bitki Toplam Tohum Ağırlığına Etkisi.....	44
5.4. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Bin Tohum Ağırlığına Etkisi.....	45
5.5. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Biyolojik Verime Etkisi.....	45
5.6. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tohum Verimine Etkisi.....	46
5.7. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Yağ İçeriğine Etkisi.....	48
5.8. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Yağ Verimine Etkisi.....	48
5.9. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tohum ve Gövde Fosfor Konsantrasyonuna Etkisi.....	49
5.10. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tohumla, Gövdeyle ve Bitkice Kaldırılan Toplam Fosfor Miktarına Etkisi.....	50
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	52
7. KAYNAKLAR DİZİNİ.....	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
3.1	Bitkilerin çıkış dönemi sonrasına ait deneme alanından bir görüntü....	12
3.2	Çiçeklenme dönemi sonrasına ait deneme alanından bir görüntü.....	12
3.3	Çörek otu bitkisi çiçeklerine ait bir görüntü.....	13
3.4	Hasat öncesine ait deneme alanından bir görüntü.....	13
3.5	Hasat öncesi çörek otu kapsüllerine ait bir görüntü.....	14
4.1	Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde bitki boyuna(cm) etkisi....	20
4.2	Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde toplam kapsül sayısına(adet/bitki) etkisi.....	22
4.3	Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde tek bitki toplam tohum ağırlığına(g) etkisi.....	24
4.4	Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde bin tohum ağırlığına(g) etkisi.....	25
4.5	Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde biyolojik verime(g) etkisi.....	27
4.6	Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde tohum verimine(kg da ⁻¹) etkisi.....	29
4.7	Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde yağ içeriğine(%) etkisi.....	30
4.8	Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde yağ verimine(kg da ⁻¹) etkisi.....	32
4.9	Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde tohum fosfor konsantrasyonuna(%) etkisi.....	34
4.10	Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde gövde fosfor konsantrasyonuna(%) etkisi.....	36
4.11	Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarına(kg da ⁻¹) etkisi.....	38
4.12	Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarına(kg da ⁻¹) etkisi.....	40
4.13	Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarına(kg da ⁻¹) etkisi.....	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Eskişehir ilinin çörek otunun yetiştirme dönemine ait bazı meteorolojik değerleri.....	10
3.2 Deneme yeri toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	10
4.1 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde bitki boyu değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	19
4.2 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde bitki boyuna (cm) ait ortalama değerler.....	20
4.3 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde toplam kapsül sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	21
4.4 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde toplam kapsül sayısına (kapsül/bitki) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları.....	21
4.5 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tek bitki toplam tohum ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	23
4.6 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tek bitki toplam tohum ağırlığına (g) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları.....	23
4.7 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde bin tohum ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	24
4.8 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde bin tohum ağırlığına (g) ait ortalama değerler.....	24
4.9 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde biyolojik verim değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	26
4.10 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde biyolojik verime (g) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları.....	26
4.11 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tohum verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	27
4.12 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tohum verimine (kg da ⁻¹) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları.....	28
4.13 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde yağ içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	29
4.14 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde yağ içeriğine (%) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları.....	30
4.15 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde yağ verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	31
4.16 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde yağ verimine (kg da ⁻¹) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları.....	31
4.17 Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tohum fosfor konsantrasyonu değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	33

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>		<u>Sayfa</u>
4.18	Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tohum fosfor konsantrasyonuna (%) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları.....	33
4.19	Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde gövde fosfor konsantrasyonu değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	34
4.20	Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde gövde fosfor konsantrasyonuna (%) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları.....	35
4.21	Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	36
4.22	Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarına (kg da^{-1}) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları.....	37
4.23	Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	38
4.24	Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarına (kg da^{-1}) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları.....	39
4.25	Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	40
4.26	Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarına (kg da^{-1}) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları.....	41

SİMGELER ve KISALTMALAR

<u>Simgeler ve Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
AN	Amonyum nitrat
cm	Santimetre
Cu	Bakır
DTPA	Dietilen triamin penta asetik asit
F	F değeri
Fe	Demir
g	Gram
K	Potasyum
kg da ⁻¹	Kilogram/dekar
K.O	Kareler ortalaması
K.T	Kareler toplamı
LSD	En küçük önemli fark
m	Metre
mm	Milimetre
Mn	Mangan
ort	Ortalama
P	Fosfor
S.D	Serbestlik derecesi
TEA	Tri etanol amin
Zn	Çinko

1.GİRİŞ

Çörek otu (*Nigella sativa* L.), *Ranunculaceae* (Düğün çiçeğigiller) familyasından olup günümüzde başta Doğu Akdeniz ülkeleri olmak üzere birçok ülkede yaygın olarak tarımı yapılan tek yıllık otsu bir bitki türüdür. Türkiye’de 12 *Nigella* türü yetişmektedir. Bunlardan *Nigella sativa*, *Nigella damascena* ve *Nigella arvensis*’in tohumları halk hekimliğinde ve baharat olarak yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Ülkemizde tarımı yapılan ve ticarete konu olan tek çörek otu türü *Nigella sativa* L.’dir. Türkiye’de yaygın olarak Afyon, Isparta, Burdur ve Konya yörelerinde tarımı yapılmaktadır (Baytop, 1984).

Çörek otu tohumları uzun yıllardan beri halk hekimliğinde kullanıldığı gibi günümüzde de tedavi edici özelliklerinin yanı sıra yaygın olarak bilinen baharat bitkilerinden biridir (Tutin, 1968; Akgül, 1993; Küçükemre, 2009). Halk hekimliğinde idrar ve süt artırıcı, iştah açıcı, midevi, gaz ve adet söktürücü özelliklerinden dolayı kullanılır (Baytop, 1999). Bunların yanı sıra antioksidan özelliğinden dolayı kolesterol düşürücü ve tansiyon tedavisinde de kullanılmaktadır (Morsi, 2000; Al-Jishi and Abuo Hozafa, 2003). Ünlü Yunan hekimi Dioscorides çörek otunu baş ve diş ağrıları için önermiştir. Ayrıca, Hipokrat ve İbn-i Sina’nın reçetelerinde de çörek otuna özel bir önem verilmiştir. Özellikle Tıbbi Nebevi’de geçtiği için, İslam ülkelerinde kutsanmış tohum olarak değer görür; ölüm dışında her hastalığın şifasına sahiptir (Baydar, 2005).

Çörek otu bitkisi tek yıllık ve dik gelişen otsu gövdeye sahip bir bitkidir. Az veya çok dallanan gövdesi 20-60 cm arasında boylanır ve tüylü bir sap yapısı vardır. Her biri üç parçalı olan yaprakları ana sap üzerinde almasıklı olarak dizilmiştir. Genellikle açık yeşil renklidir. Her ana dal ve yan dalın ucunda bir çiçek bulunur. Her bir çiçekte açık mavi 5 adet taç yaprak bulunur; çiçeklerinde bol miktarda nektar vardır ve bu nedenle arılar için son derece çekicidir (Baydar, 2013).

Çörek otu Dünya’da ve Türkiye’de tüketiminin çok olmasına karşın bitkinin yetiştiriciliğinde özellikle bölgesel popülasyonlardan üretilip, tescilli çeşit sayısının fazla olmaması önemli bir araştırma sorunudur. Bu nedenle bitkinin popülasyonları ile en yüksek verim ve en kaliteli ürün almak amacıyla az sayıda çalışma mevcuttur. Verim

ve kalite özelliklerinin çevre koşullarından etkilendiği araştırmalarla belirtilmiştir (Özel vd., 2009; Akgören, 2011; Baytöre, 2011).

Tarımsal olarak üretilen ürünün bol ve kaliteli olabilmesi için, toprakta bulunan bitki besin elementlerinin miktarları önemli olduğu kadar, bitki besin elementlerinin birbirleri ile dengeli bir oranda olması da büyük önem taşımaktadır. Bitki besin elementleri toprakta dengeli olarak bulunmadığı koşullarda, bunların bitkiler tarafından alınımı sırasında birbirleri üzerine çeşitli olumsuz etkileri ortaya çıkacak ve bitki gelişimi olumsuz yönde etkilenecektir.

Bitkilerin verimliliklerinin artırılmasında yurdumuz toprakları için azottan sonra en çok noksanlığı görülen elementlerden birisi de fosfordur. Bitki kuru maddesinin %0,3-0,5'ini oluşturan fosfor; bitkilerin yapısında anahtar enzimlerin, nükleik asitlerin, fosfolipidlerin yapısında ve ATP ile ilgili reaksiyonlarda bitki gelişimi için mutlak gerekli olan besin elementlerinden birisidir (Ragothera, 1999; Smith, 2002). Fosforun bitki gelişimindeki en önemli görevi enerji depolama ve transferidir. Fosfat bitkilerin yapısı içinde Adenozin-difosfat (ADP) ve Adenozin-trifosfat (ATP)'ın herhangi birinde merkezi element olarak görev yapar ve enerji transferini sağlar. Bu fonksiyonunun yanı sıra nükleik asitler, koenzimler, nükleotidler, fitatlar, fosfolipidler ve şeker fosfatlar gibi önemli olan birçok enzimin yapısında bulunmaktadır (Gök, 2007).

Ülkemiz içinde bulunduğu iklim kuşağı, jeolojik yapısı ve coğrafi konumundan dolayı, topraklar yüksek kil, kireç, yüksek pH ve düşük organik madde içeriklerine sahiptirler (Dinç vd., 1988). Bu tür kimyasal özellikler, topraklarda fosforun bitkilere yararlanılabilirliğini önemli ölçüde sınırlamaktadır (Mengel and Kirkby, 1987; Rodriguez et al., 2000).

Toprakta, ekstrakte edilen fosfor dikkate alınmadan sürekli yapılan aşırı gübreleme sonucu, hem ülke ekonomisi zarar görmekte hem de çevre ve insan sağlığı olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu nedenle topraktaki artık fosfor da dikkate alınarak gübreleme yapılmalıdır (Amrani et al., 1999).

Bu çalışma, farklı fosfor dozu uygulamalarının çörek otu genotiplerinde verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

2.1. Bitki Gelişiminde Fosforun Önemi

Fosfor, bitki gelişmesi için önemli bitki besin elementlerinden birisidir ve optimum bitki büyümesi için gerekli olan fosfor miktarı bitki kuru maddesinin %0,3-0,5'ini oluşturmaktadır (Blair, 1993; Marschner, 1997). Bitkiler, fosforu çoğunlukla $H_2PO_4^-$ ve HPO_4^{2-} formunda topraktan absorbe etmektedirler (Marschner, 1997; Hinsinger, 2001; Rausch and Bucher, 2002; Smith, 2001; Dodor et al., 2003; Vance et al., 2003). Fosfor; bitkilerde nükleik asitler, koenzimler, nükleotidler, fitatlar, fosfolipidler ve şeker fosfatlar gibi önemli olan birçok enzimin yapısında bulunmaktadır (Gök, 2007; Ragotama, 1999; Smith, 2002). Fosforun bitki gelişimindeki en önemli görevi enerji depolama ve transferidir. Ayrıca fosfor, bitkilerin yapısı içinde Adenozin-difosfat (ADP) ve Adenozin-trifosfat (ATP)'ın herhangi birinde merkezi element olarak görev yapar.

Bitkiler, topraktaki yarayışlı olmayan fosfordan yararlanabilmek için birçok morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler adaptasyon mekanizmaları geliştirmişlerdir (Abel et al., 2002; Stone et al., 2003; Hammond et al., 2004). Topraklardaki düşük fosfor koşullarında, fosforlu gübre kullanımını en aza indirmek ve bitkilerin fosfor kullanım etkinliğini artırabilmek için bitkilerde genler üzerinde durulması gerekir; çünkü fosfor noksanlığında bitkide gövde ve kökte meydana gelen değişiklikler ancak genler ile açıklanabilir (Hammond et al., 2004). Bu sebeple bitki türleri arasında ve hatta aynı türün genotipleri arasında bile fosforun etkinliği ve kullanımı açısından farklılıklar görülebilmektedir (Brohi et al., 1994; Blair, 1993; Horst et al., 2002; Stone et al., 2003).

Fosfor noksanlığında yetiştirilen bitkilerin kök/yeşil aksam oranı artar, böylece bitki daha fazla kök yapar ve ortamda yetersiz durumda bulunan fosforun alımını artırır (Sanchez et al., 2001; Watt and Evans, 2003; Zhu et al., 2003). Topraklarda fosfor yarayışlılığının düşük olduğu zaman kök tüyleri, absorpsiyon yüzeyini artırarak, çok

düşük yarıçap oranı ile daha büyük toprak hacimlerine nüfuz eder ve önemli ölçülerde fosfor yararlanılabilirliğini artırabilme yeteneğine sahip olurlar. Bitki köklerinin fosfor absorpsiyonu sonucu, rizosfer bölgesinde oluşturdıkları yoksul kısım, kök bölgesinde fosfor difüzyonunun devamlılığını sağlar (Fohse et al., 1991). Bu nedenle, fosfor yararlanılabilirliğinin düşük olduğu koşullarda bitkilerin kök morfolojisi fosfor beslenmesi açısından çok önemlidir.

Bitki köklerince toprak çözeltisinden alınan fosfor daha sonra ksilem boruları ile bitkinin kök üstü aksamına taşınmaktadır. Fosfor noksanlığında, köklerden gövdeye sağlanan fosfor azalmakta ve sonucunda yaşlı yapraklarda depolanmış olan fosfor bileşikleri hareketlilik kazanarak köke ve genç yapraklara doğru hareket etmektedir. Bu geri taşınım floem boruları ile sağlanmaktadır. Yaşlı yapraklarda depolanan ve hareket eden fosfor organik formdaki fosforun parçalanması ile oluşur. Bitkilerde depolanan toplam fosforun yaklaşık %50-70'ini fitat gibi polifosfatlar oluşturmaktadır. Çimlenme sırasında fitat, fosfor sağlanması için enzim-fitata dönüşür ve bitkilerde diğer moleküller ile reaksiyona girer (Johnston, 2000). Bitki içerisinde bulunan inorganik fosforun neredeyse tamamı ksilemde bulunurken, floemde ise fosforun organik formu bulunmaktadır (Marschner, 1997; Schachtman et al., 1998; Rausch and Bucher, 2002).

Fosfor noksanlığında bitkilerin özellikle kuru ağırlıklarında ve yaprak alanlarında önemli bir azalma olur ve noksanlık ile birlikte bitki gelişimi ve fotosentez olumsuz yönde etkilenir (Colomb, 2000; Rodriguez et al., 2000). Ayrıca olgunluk döneminde fosfor noksanlığı görülen bitkilerde üreme organlarında bozukluklara, çiçeklenmede gecikmeye, çiçek sayısında azalmaya, dölleme ve tohum oluşumunda gerileme görülebilir (Öztürk, 2001).

2.2. Çörek Otu Bitkisinin Yetiştirme Teknikleri

Çörek otu tohum ve yağ elde etmek için üretilmektedir. Çörek otu ile yapılan çalışmalarda tohum verimi ve kalite özelliklerini arttırmak amaçlanmıştır. Çörek otunun optimum büyüme ve gelişme göstermesi için ihtiyaç duyduğu sıcaklık 20-25 °C'dir.

Farklı iklim koşullarında çörek otu tohumunun ekim tarihi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Akdeniz Bölgesi'nde Çukurova koşullarında çörek otunda farklı ekim zamanlarının verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla Ertuğrul (1986), 7 farklı ekim zamanı (4 Kasım, 4 Aralık, 11 Şubat, 5 Mart, 11 Nisan, 19 Nisan, 19 Haziran) çalışmış ve çörek otunda en yüksek tohum verimini 11 Şubat tarihinde yaptığı ekimden elde etmiştir. Ayrıca Çukurova koşullarında yürütülen diğer çalışmalarda Özgüven ve Tansı (1989), 6 farklı ekim zamanının iki çörek otu türünde (*Nigella sativa* L. ve *Nigella damascena*) verim ve uçucu yağ oranına etkilerini inceledikleri araştırmalarında ise her iki tür için de en uygun ekim zamanının sonbahar olduğunu tespit etmişlerdir. En yüksek tohum verimlerini, birinci yıl Aralık ayında *Nigella sativa* türünde, ikinci yıl Kasım ayı ekiminden *Nigella damascena* türünden elde edildiği bildirilmiştir.

Çukurova koşullarında farklı yılda Karaman (1999)'ın yürüttüğü araştırmada 01 Ekim, 15 Ekim, 01 Kasım, 15 Kasım, 01 Aralık ve 15 Aralık tarihlerinde çörek otu tohumlarını ekilmiş ve 01 Aralık tarihindeki ekimden en yüksek tohum verimini, 01 Ekim tarihinde yapılan ekimlerden en yüksek yağ içeriğini elde edilmiştir.

Çörek otunun, Akdeniz iklimi görülen bölgelerde sonbahar aylarında, Karasal iklimin hakim olduğu İç Anadolu bölgesinde erken ilkbaharda (Mart - Nisan) ekilmesinin uygun olduğu belirlenmiştir (Baydar, 2013). Çörek otu ekiminin Mart ayı başından Nisan ayı sonuna kadar yapılabileceği, Mayıs ayında yapılan ekimlerde yazları serin geçen kuzey iklimlerde bitkinin tohum olgunlaştıramayacağı, bu yüzden en uygun ekim zamanının Nisan ayı olduğu İlisulu (1992) tarafından bildirilmiştir.

Çörek otu bitkisi 15-20 cm sıra arası ile ekilir ve dekara atılacak tohum miktarı 1-2 kg'dır (Baydar, 2013). Yapılan çalışmalarda çörek otu tohumlarının dekara 1-2 kg arasında uygulanmasıyla yüksek verim elde edileceğini belirtilmektedir. Tuncurk (2005), Van koşullarında 1,5 kg da⁻¹ tohum uygulaması ile en yüksek tohum verimini elde etmiştir. Çörek otu bitkisinin yetiştirilişinde sıra arası mesafede önemlidir. En uygun mesafenin 15-20 cm olduğu, eğer daha sık ekim yapılırsa vejetasyon süresinin uzadığı yapılan çalışmalar ile bildirilmiştir (Telci, 1995).

Çörek otu tohum veriminde bölgelere göre değişiklik görülmektedir. Telci (1995) Tokat koşullarında tohum veriminin 104,18- 151,95 kg da⁻¹ arasında, İpek (2005) Çukurova koşullarında tohum veriminin 70,7- 95,1 kg da⁻¹ arasında, Baytöre (2011) Tekirdağ ve Kocaeli koşullarında tohum veriminin 28,43- 43,50 kg da⁻¹ arasında, Akgören (2011) Eskişehir koşullarında en yüksek tohum veriminin 188,13 kg da⁻¹ olarak belirlendiğini bildirmişlerdir.

2.3. Çörek Otu Bitkisinin Gübrenmesi ve Tohum Kalitesine Etkileri

Çörek otu yetiştiriciliği için en uygun toprak koşulları besin maddelerince zengin, çok killi ve çok kumlu olmayan topraklar, özellikle kumlu-tınlı topraklardır (Ceylan, 1996; Baydar, 2013). Genelde tahıllara uygulanan gübre çeşit ve dozları çörek otuna da uygulanabilmektedir, yüksek tohum verimi ve yağ kalitesi için üreticilere dekara 6 kg saf N ve 4-6 kg P₂O₅ uygulanması önerilmektedir (Baydar, 2013).

Farklı azot dozu uygulamalarının çörek otu bitkisinde verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Van koşullarında, Türközü (2005), yaptığı çalışmada üç farklı ekim zamanı (30 Nisan, 10 Mayıs ve 20 Mayıs) ve üç değişik azot dozu (0, 4 ve 8 kg da⁻¹) uygulamış ve en yüksek tohum verimini (64,5 kg da⁻¹) 8 kg N da⁻¹ uygulaması ile 10 Mayıs ekiminden elde edilmiştir. Uşak koşullarında Tulukçu (2011) tarafından yürütülen benzer bir çalışmada çörek otuna (0, 4, 8 ve 12 kg da⁻¹) azot uygulamış ve 8 kg N da ile en yüksek tohum verimini (74 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Van koşullarında çörek otuna (0, 2, 4, 6 ve 8 kg da⁻¹) azot uygulayan Tuncturk et al. (2012) 6 kg da⁻¹ uygulaması ile en yüksek tohum verimini (57,5 kg da⁻¹) elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Güney Kore koşullarında çörek otuna farklı azot dozları (0, 30, 60 ve 90 kg N ha⁻¹) uygulanan çalışmada en yüksek tohum verimi 30 ve 60 kg N ha⁻¹ uygulamalarından elde edilmiş, en yüksek tohum veriminin 1250- 1350 kg ha⁻¹, yağ içeriğinin %37,82 olarak belirlendiği Ashraf et al. (2006) tarafından bildirilmiştir.

Fosforlu gübre uygulamalarının çörek otunun verim ve kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalar sonucunda, İzmir koşullarında Geren

vd. (1997), en yüksek tohum verimini (60 kg da^{-1}) 15 Kasım tarihinde yapılan ekim ve 8 kg P da^{-1} gübre uygulamasından elde etmişlerdir. Diyarbakır koşullarında çörek otu bitkisine 0, 4, 8, 12 ve 16 kg P da^{-1} triple süper fosfat uygulamasının verim, verim ögeleri ve yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkilerinin incelendiği çalışma sonucunda Kizil et al. (2008) en yüksek tohum verimini ($153,4 \text{ kg da}^{-1}$) 12 kg P da^{-1} uygulamasından ve en yüksek sabit yağ içeriğini (%36,7) 16 kg P da^{-1} uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Van Koşullarında yapılan benzer bir çalışmada ise Tuncur et al. (2011) 0, 2 ve 4 kg da^{-1} fosfor dozu uygulamasının sonucunda en yüksek tohum verimini ($59,7 \text{ kg da}^{-1}$) 4 kg P da^{-1} uygulamasından elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Çörek otu bitkisinin gübrenmesi üzerine yapılan diğer çalışmalarda; Hindistan koşullarında çörek otu bitkisine azot ve fosfor gübrelemesinin etkilerini birlikte inceleyen Ghosh et al. (1981), çörek otu bitkisine 0, 50 ve 100 kg ha^{-1} azot ve 0 ve 50 kg ha^{-1} fosfor uygulamış ve en yüksek tohum verimini (698 kg ha^{-1}) 50 kg N ha^{-1} ve fosfor uygulanmayan kombinasyondan elde etmişlerdir. Çörek otu parsellerine 0, 20, 40 ve 60 kg N ha^{-1} ile 0, 20, 30 ve 40 kg P ha^{-1} gübresini tek başına veya kombineli olarak uygulayan Das and Sadhu (1991) yaptıkları çalışma sonucunda en yüksek verimi (1632 kg ha^{-1}) 60 kg N ha^{-1} ile 30 kg P ha^{-1} uygulamasından elde etmişlerdir. Ozguven and Sekeroglu (2007) ise Çukurova koşullarında çörek otuna 0, 3, 6 ve 9 kg N P da^{-1} ve 0, 3 ve 6 kg P da^{-1} dozlarını uygulamış, 6 kg N da^{-1} ve 6 kg P da^{-1} gübre uygulaması ile en yüksek tohum veriminin ($100,6 \text{ kg da}^{-1}$) elde edildiği ve gübre dozlarının tohumda yağ içeriğine önemli etkisinin olmadığı belirtilmiştir.

Çörek otu tohumlarının gübre dozu uygulanmadan yağ içerikleri ile ilgili bilgilere göre; tohumunda %35 oranında sabit yağ ve %0,3-0,5 oranında uçucu yağ içermektedir. Çörek otu uçucu yağının %20-65'ini oluşturan thymoquinone çörek otu tohumlarının en önemli ve en aktif fitokimyasallarından biridir ve bu çörek otu uçucu yağı antihistamin ve antioksidan etkisini artırır (Anonim, 2014a). Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan çörek otu tohumlarının sabit yağının %16,71- 52,73 arasında olduğu bildirilmiştir (Telci, 1995; Türker, 1996; Karaman, 1999; Kar, 2007; Baytöre, 2011; Akgören, 2011).

2.4. Çörek Otu Tohumunun Mineral Element İçerikleri

Bu güne kadar yapılan bilimsel çalışmalarda çörek otu tohumunda 115'ten fazla etkili madde olduğu belirlenmiştir. Bu maddeler şöyle gruplandırılabilir: protein %21, karbonhidrat %35, yağ %35-38, özellikle yağında doymuş yağ asitleri % 18, doymamış yağ asitleri ise %82 oranındadır (Anonim, 2014a).

Bir gram çörek otunda bulunan vitaminler: B1 (Thiamin) (0,015 mg), B2 (Riboflavin) (0,001 mg), B3 (Niacin) (0,057 mg), B6 (Pyridoxine) (0,005 mg) ve folik asit (Folacin) (610 IU) olarak, çörek otunda bulunan yağ asitleri ise linoleik asit (Omega-6), oleik asit, palmitik asit, stearik asit, arachidik Asit, linolenik asit (Omega-3) olarak sıralanabilir. Çörek otunda bulunan mineraller genel olarak (1 g çörek otunda): fosfor (P): 5,265 mg, kalsiyum (Ca): 1,85 mg, demir (Fe): 0,105 mg, çinko (Zn): 0,060 mg, bakır (Cu): 0,018 mg'dır (Anonim, 2014b).

Çörek otunun mineral element içeriğini belirlemek üzerine yapılan çalışmalar sonucunda, Cheikh- Rouhou et al. (2007) iki farklı çörek otu popülasyonunda (Tunus ve İran) fosfor içeriğinin 48,9 mg kg⁻¹ ve 51,9 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çörek otunun besin kompozisyonu ve mineral element içeriğini araştırmak üzere üç farklı çörek otu popülasyonunu (Marib, Sadah ve Taiz) inceleyen Al-naqeeb et al. (2009) Yemen koşullarında yürüttüğü çalışma sonucunda popülasyonların fosfor içeriklerini sırasıyla 65 mg kg⁻¹, 54,2 mg kg⁻¹ ve 77,4 mg kg⁻¹ olarak belirlemiştir. Farklı azot dozu uygulamasının çörek otu tohumlarının K, P, Ca, Mg ve Cr içeriğini etkilemediği belirten Ashraf et al. (2006) Pakistan koşullarında yürüttüğü çalışma sonucunda çörek otunun fosfor içeriğini 37,8 mg kg⁻¹ ile 43,3 mg kg⁻¹ arasında belirlemiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu araştırma, iki çörek otu genotipinde farklı fosfor dozlarının verim, verim özellikleri, sabit yağ oranı ve fosfor alımlarına etkisini incelemek amacıyla Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme tarlasında 2012 yetiştirme döneminde yürütülmüştür.

3.1.1. Araştırmada kullanılan çörek otu tohumlarının özellikleri

Araştırmada, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde (Eskişehir) ıslah edilen ve 8 Nisan 2014 tarihinde tescil edilen Çameli çeşidi ve Bilecik popülasyonu kullanılmıştır. Çameli çeşidinin; bitki boyu 40-70 cm, toplam kapsül sayısı 4-40 kapsül/bitki, bin tohum ağırlığı 2-3 g, tohum verimi 140-220 kg da⁻¹, yağ içeriği %15-35 arasında değişmektedir. Bilecik popülasyonu; Bilecik'in Söğüt İlçesi, Küre Köyü'ne ait yerel genotiptir.

3.1.2. Araştırma yerinin konumu ve iklim özellikleri

Eskişehir, Orta Anadolu Bölgesinin Batı Geçit kuşağında olup denizden yüksekliği 798 metredir. Deneme alanı 39° 45' Kuzey enlemleri ile 30° 28' Doğu boylamında bulunmaktadır. Ege, Marmara ve İç Anadolu Bölgeleri arasında bir geçiş noktasında bulunan Eskişehir ilinde Ege ve İç Anadolu'ya özgü iklim özellikleri görülse de, sert bir kara iklimi hâkimdir. Gece ve gündüz sıcaklıkları arasında büyük farklılıklar gözlenir.

Denemenin yetiştirme dönemine ait meteorolojik veriler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Uzun yıllar ortalamasıyla karşılaştırıldığında, yetiştirme mevsiminin sıcaklığı uzun yıllar ortalamasıyla aynı, yağış 13,8 mm fazla ve nem oldukça yüksektir. Araştırma yılında bitkilerin vejetatif dönemden generatif devreye geçmesine rastlayan Haziran ayında hiç yağış olmamıştır.

Çizelge 3.1. Eskişehir ilinin çörek otunun yetiştirme dönemine ait bazı meteoroloji değerleri

Aylar	Uzun Yıllar (1991-2011)			Deneme Yılı (2012)		
	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nem (%)
<i>Mart</i>	4,90	29,60	64,20	1,51	56,40	87,71
<i>Nisan</i>	9,70	44,30	62,30	11,96	22,10	72,60
<i>Mayıs</i>	14,90	39,40	59,30	14,43	80,90	83,26
<i>Haziran</i>	19,20	24,40	55,00	20,11	0,00	70,37
<i>Temmuz</i>	22,00	13,40	51,90	22,81	5,50	68,13
Toplam		151,10			164,90	
Ortalama	14,14		58,40	14,16		76,41

3.1.3. Araştırma yerinin toprak özellikleri

Deneme alanından 0-30 cm derinlikten alınan toprak örnekleri, Eskişehir Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Laboratuvarında analiz edilmiştir. Deneme alanının toprak özelliklerine ait bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir. Toprak bünyesi killi, hafif alkali, az kireçli, tuz sorunu olmayan ve organik maddesi azdır. Besin elementleri ile ilgili değerler yeterlidir.

Çizelge 3.2. Deneme yeri toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	Birimler	Analiz Sonucu
Bünye		Killi
pH		7,67
Kireç	%	3,70
Total Tuz	%	0,09
Organik Madde	%	2,09
Alınabilir Fosfor (P₂O₅)	kg da ⁻¹	6,12
Alınabilir Potasyum (K₂O)	kg da ⁻¹	197
Alınabilir Demir (Fe)	mg kg ⁻¹	2,21
Alınabilir Çinko (Zn)	mg kg ⁻¹	0,48
Alınabilir Bakır (Cu)	mg kg ⁻¹	1,51
Alınabilir Mangan (Mn)	mg kg ⁻¹	8,29

3.2. Yöntem

Araştırma, iki faktörlü tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İki faktörün yer aldığı denemede birinci faktör çörek otu genotipleri ikinci faktör fosfor dozları (0, 2, 4, 6, 8 kg P₂O₅ da⁻¹)'dır. Tohumlar, 30 cm sıra arası, 5 sıralı ve 3 metre uzunluğunda hazırlanmış parsellere ve 1,5 kg da⁻¹ tohum olacak şekilde elle ekilmiştir. Parsel büyüklüğü 3 × 1,5 m boyutlarındadır. Denemede yer alan 2 çörek otu genotipi × 5 fosfor dozu kombinasyonu her bloktaki parsellere tesadüfi olarak dağıtılmıştır.

3.2.1. Ekim ve bakım işlemleri

Ekimle, fosfor dozlarının tamamı (0, 2, 4, 6 ve 8 kg P₂O₅ da⁻¹) triple süper fosfat (%46) olarak, 6 kg saf N da⁻¹ amonyum nitrat (%33) gübresinin yarısı ekimle kalanı çiçeklenme öncesinde banda uygulanmıştır. Ekim 28 Mart 2012 tarihinde elle yapılmıştır. Bitkiler çıktıktan sonra yabancı otlar elle alınmıştır. Bitkiler 8-10 cm boya ulaşınca seyreltme işlemleri yapılmıştır.

30 Temmuz 2012 tarihinde kapsüller kuruyup çatlamaya başladığı dönemde parseller elle hasat edilmiştir.

Deneme alanına ait bazı görüntüler Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.1. Bitkilerin çıkış dönemi sonrasına ait deneme alanından bir görüntü



Şekil 3.2. Çiçeklenme dönemi sonrasına ait deneme alanından bir görüntü



Şekil 3.3. Çörek otu bitkisi çiçeklerine ait bir görüntü



Şekil 3.4. Hasat öncesine ait deneme alanından bir görüntü



Şekil 3.5. Hasat öncesi çörek otu kapsüllerine ait bir görüntü

3.2.2. Toprak analizleri

Deneme yerinin 0-30 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinin analizleri Eskişehir Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne yaptırılmıştır.

3.2.2.1. Toprak bünyesi tayini

Toprağı saf su ile doyurarak saturasyon çamurunda toprak bünyesi belirlenmiştir (Tüzüner, 1990).

3.2.2.2. Topraktaki organik madde tayini

Toprak örneklerinin organik madde tayini Chapman ve Pratt (1961) tarafından bildirildiği şekilde 'Walkley ve Black' yöntemine göre yapılmıştır (Walkley, 1934).

3.2.2.3. Toplam tuz tayini

Saf su ile doyurulmuş toprak saturasyon çamurunda elektrik direncini ölçen kondüktivite cihazı ile örneklerin elektrik dirençleri bulunmuş ve % total tuz içeriği saptanmıştır (Soil Survey Staff, 1954).

3.2.2.4. Bünye reaksiyonunun pH tayini

Toprak örneklerinin pH'sı, cam ve kalomel elektrodlu 'Beckmon pH metre' kullanılarak, saf su ile doyurulmuş toprak macununda tayin edilmiştir (Jackson, 1959). Toprağın pH'ya bağlı isimlendirilmesi ise Kellogg (1952)'a göre yapılmıştır.

3.2.2.5. Topraktaki alınabilir fosfor tayini

Olsen et al. (1954) yöntemine göre toprak 0,5 M NaHCO₃ (pH:8,5) ile ekstrakte edilip kalorimetrik yolla değerlendirilmiştir (Jackson, 1959).

3.2.2.6. Topraktan alınabilir potasyum tayini

Bitkiler tarafından alınabilir potasyum tayini nötr 1N amonyum asetat ekstratına geçen potasyum miktarı olarak belirlenmiştir (Caarson, 1980; Tüzüner, 1990).

3.2.2.7. Topraktaki alınabilir mikro element tayini

Toprak örneklerindeki alınabilir Zn, Mn, Fe, Cu DTPA-TEA ekstraksiyon çözeltisi kullanılarak belirlenmiştir (Lindsay and Norvell, 1978).

3.2.3. İncelenen özellikler ve verilerin elde edilmesi

Ölçümler için her parselden 10 bitki alınıp bitki boyu (cm), biyolojik verim (g), bitkide kapsül sayısı (kapsül/bitki), tek bitki tohum ağırlığı (g), bin tohum ağırlığı (g), tohum verimi (kg da⁻¹), yağ içeriği (%), yağ verimi (kg da⁻¹), tohum ve gövdede fosfor

konsantrasyonu (%) ve tohum ve gövde ile kaldırılan fosfor miktarı (kg da^{-1}) özellikleri incelenmiştir.

3.2.3.1. Bitki boyu (cm):

Bitkiler hasat edilmeden önce her bir parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkinin toprak seviyesinden bitkinin en üst noktasına kadar olan mesafe ölçülerek, ortalamaları alınmıştır.

3.2.3.2. Bitkide toplam kapsül sayısı (kapsül/bitki):

Her parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkideki kapsül sayıları belirlenerek ortalamaları alınmıştır.

3.2.3.3. Tek bitki toplam tohum ağırlığı (g):

Her parselden tesadüfen alınan 10 bitkinin tohumları tartılarak ortalamaları alınmıştır.

3.2.3.4. Bin tohum ağırlığı (g):

Her parselden dört tekerrürlü 100 tohum sayılarak 0,001 duyarlı terazide tartılarak bulunan ortalama ağırlık 10 ile çarpılarak 1000 tane ağırlığı belirlenmiştir.

3.2.3.5. Biyolojik verim (g):

Her parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkinin ağırlıkları ölçülerek ortalamaları alınmıştır.

3.2.3.6. Tohum verimi (kg da^{-1}):

Hasat parselindeki tüm bitkilerden ayrılan tohumlar tartılarak, bu değerler parsel alanı üzerinden dekara tohum verimleri şeklinde hesaplanmıştır.

3.2.3.7. Yağ içeriği (%):

Sabit yağ içeriği, ANCOM XT15 cihazında petrol eteri ekstraksiyonu metodu ile saptanmıştır. Her parselin tohumlarından 5 g örnek alınmış, bu örnekler önce öğütülüp sonra 105°C 'de 3 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra petrol eteri ile muamele edilerek yağı alınmış ve tekrar 105°C 'de 2 saat bekletilerek tartılmıştır. Kuru numuneler arasındaki farklar oranlanarak % yağ içerikleri bulunmuştur (AOCS, 1999).

3.2.3.8. Yağ verimi (kg da^{-1}):

Yağ içeriği (%) ile tohum verimi (kg da^{-1}) çarpılarak hesaplanmıştır.

3.2.3.9. Tohum fosfor konsantrasyonu (%)

Çörek otu tohumları öğütülüp, kuru yakma yöntemi ile elde edilen süzükler vanada molibdat fosforik asit sarı renk yöntemi ile 430 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmüştür (Barton, 1948).

3.2.3.10. Gövde fosfor konsantrasyonu (%)

Hasat zamanı tohumları ayrılan bitkilerin dal, gövde ve kapsülleri öğütülüp, kuru yakma yöntemi ile elde edilen süzükler vanada molibdat fosforik asit sarı renk yöntemi ile 430 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmüştür (Barton, 1948).

3.2.3.11. Tohum ile kaldırılan toplam fosfor miktarı (kg da⁻¹):

Çörek otu tohumunun fosfor konsantrasyonu ve kuru madde ağırlıkları dikkate alınarak hesaplanmıştır.

3.2.3.12. Gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarı (kg da⁻¹):

Gövde fosfor konsantrasyonu ve kuru madde ağırlıkları çarpılarak hesaplanmıştır.

3.2.3.13. Bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı (kg da⁻¹):

Tohum ve gövde ile kaldırılan fosfor miktarları toplanarak hesaplanmıştır.

3.2.4. İstatistiki analiz ve değerlendirmeler

Araştırmada tüm özelliklere ait değerlendirmeler ‘Tesadüf Blokları Deneme Deseni’ ne göre yapılmıştır. Kullanılan genotip ve gübre dozları arasındaki farklılıklar düzeyini belirlemek amacıyla LSD testi uygulanmış, önemlilik grubuna göre harflendirilmiştir. Analizler TARİST paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

Eskişehir koşullarında iki çörek otu genotipine uygulanan farklı fosfor dozlarının verim ve kalite unsurları üzerine etkilerinin araştırıldığı bu araştırmada bitki boyu (cm), toplam kapsül sayısı (kapsül/bitki), tek bitki toplam tohum ağırlığı (g), bin tohum ağırlığı (g), biyolojik verim (g), tane verimi (kg da^{-1}), yağ içeriği (%), yağ verimi (kg da^{-1}), tohum ve gövdede fosfor konsantrasyonu (%), tohum ve gövde ile kaldırılan fosfor miktarları (kg da^{-1}) incelenmiştir.

4.1. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinin Bitki Boyuna Etkisi

Araştırmada kullanılan çörek otu genotiplerinde bitki boyu değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Çörek otu genotiplerinde genotip, fosfor dozları ve $G \times P$ interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde bitki boyu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

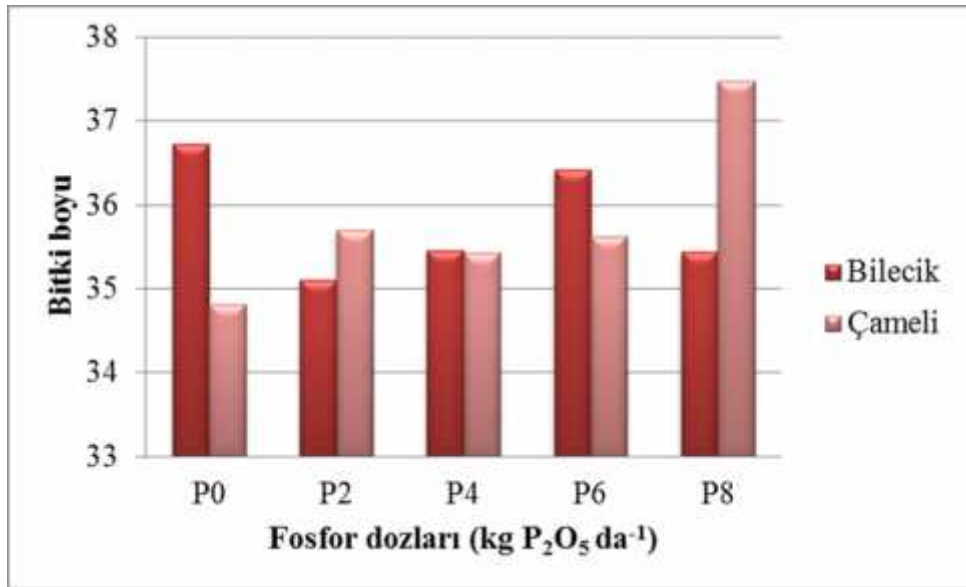
V.K	S.D	K.T	K.O	F
Genotip	1	0,002	0,002	0,001
Fosfor	4	4,626	1,156	0,540
G × P	4	13,112	3,278	1,531
Hata	18	38,549	2,142	
Genel	29	60,876	2,099	

Bitki boyuna ait ortalama değerler Çizelge 4.2’de ve iki genotipin fosfor dozlarına göre karşılaştırması Şekil 4.1’de verilmiştir. En yüksek ve en düşük bitki boyları Çameli çeşidinin $8 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından ($37,48 \text{ cm}$) ve $0 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından ($34,81 \text{ cm}$) elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde bitki boyuna (cm) ait ortalama değerler

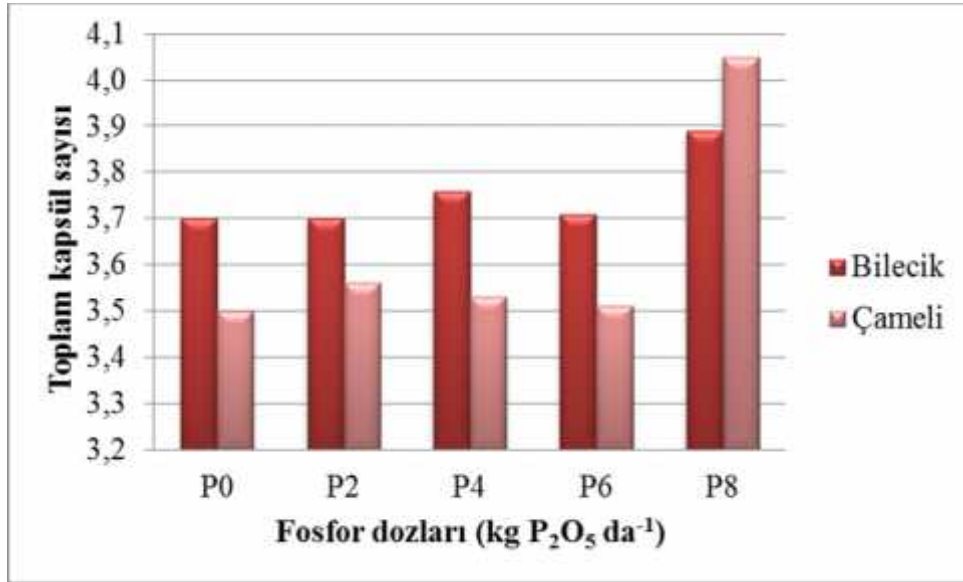
Çörek otu genotipleri	Fosfor dozları (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)					Genotip Ort.
	P ₀	P ₂	P ₄	P ₆	P ₈	
Bilecik	36,72	35,10	35,46	36,42	35,44	35,83
Çameli	34,81	35,70	35,43	35,63	37,48	35,81
P Dozu Ort.	35,77	35,40	35,44	36,03	36,46	

Bilecik popülasyonunun bitki boyu 35,83 cm, Çameli çeşidinin bitki boyu 35,81cm olarak bulunmuştur. Fosfor dozları arttıkça bitki boyları artmış ve en yüksek bitki boyu 8 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulaması ile belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde bitki boyuna (cm) etkisi

Bilecik popülasyonunun toplam kapsül sayısı 3,699 kapsül/bitki, Çameli çeşidinin 3,643 kapsül/bitki olarak belirlenmiştir. Uygulanan en yüksek fosfor dozunda ($8 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$) en fazla toplam kapsül sayısı (3,975 kapsül/bitki) elde edilmiştir.



Şekil 4.2. Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde toplam kapsül sayısına (kapsül/bitki) etkisi

4.3. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tek Bitki Toplam Tohum Ağırlığına Etkisi

Araştırmada kullanılan çörek otu genotiplerinde tek bitki toplam tohum ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge 4.5. incelendiğinde, çörek otu genotiplerinde tek bitki toplam tohum ağırlığı değerlerinde fosfor dozlarının etkisi istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli iken, genotip ve $G \times P$ interaksyonu önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tek bitki toplam tohum ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F
Genotip	1	0,005	0,005	1,707
Fosfor	4	0,065	0,016	5,314**
G × P	4	0,008	0,002	0,641
Hata	18	0,055	0,003	
Genel	29	0,135	0,005	

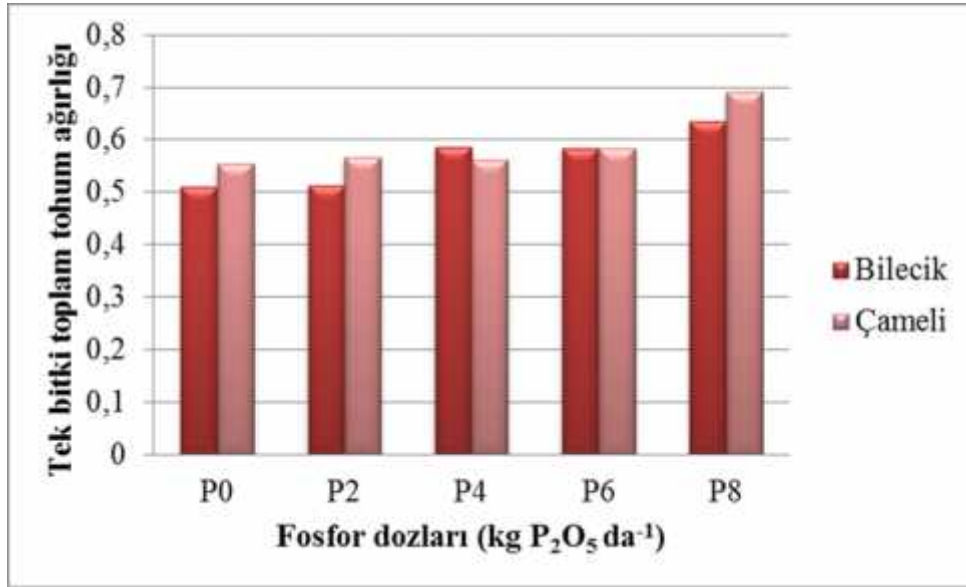
**P< %1

Tek bitki toplam tohum ağırlığına ait ortalama değerler ile ortalamalar arasındaki fark Çizelge 4.6’da ve iki genotipin fosfor dozlarına göre karşılaştırması Şekil 4.3’te verilmiştir. En yüksek tek bitki toplam tohum ağırlığı değerleri Çameli çeşidinde 8 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasından (0,692 g), en düşük bitkide toplam tohum ağırlığı ise Bilecik popülasyonunda fosfor uygulanmayan parsellerden (0,510 g) elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tek bitki toplam tohum ağırlığına (g) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları

Çörek otu genotipleri	Fosfor dozları (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)					Genotip Ort.
	P ₀	P ₂	P ₄	P ₆	P ₈	
Bilecik	0,510	0,514	0,586	0,585	0,636	0,579
Çameli	0,555	0,568	0,563	0,584	0,692	0,592
P Dozu Ort.	0,533B	0,541B	0,574A	0,584A	0,664A	
LSD (%1) P Dozu= 0,092						

Genotiplerin tek bitki toplam ağırlığı değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Tek bitki toplam tohum ağırlığı Bilecik popülasyonunda 0,579 g, Çameli çeşidinde ise 0,592 g olarak elde edilmiştir. Uygulanan en yüksek fosfor dozunda (8 kg P₂O₅ da⁻¹) en yüksek tek bitki toplam tohum ağırlığı (0,664 g) elde edilmiştir.



Şekil 4.3. Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde tek bitki toplam tohum ağırlığına (g) etkisi

4.4. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Bin Tohum Ağırlığına Etkisi

Araştırmada kullanılan çörek otu genotiplerinde bin tohum ağırlığına değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi, çörek otu genotiplerinde genotip, fosfor dozları ve $G \times P$ interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.7. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde bin tohum ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F
Genotip	1	0,010	0,010	0,351
Fosfor	4	0,073	0,018	0,634
G × P	4	0,056	0,014	0,489
Hata	18	0,517	0,029	
Genel	29	0,726	0,025	

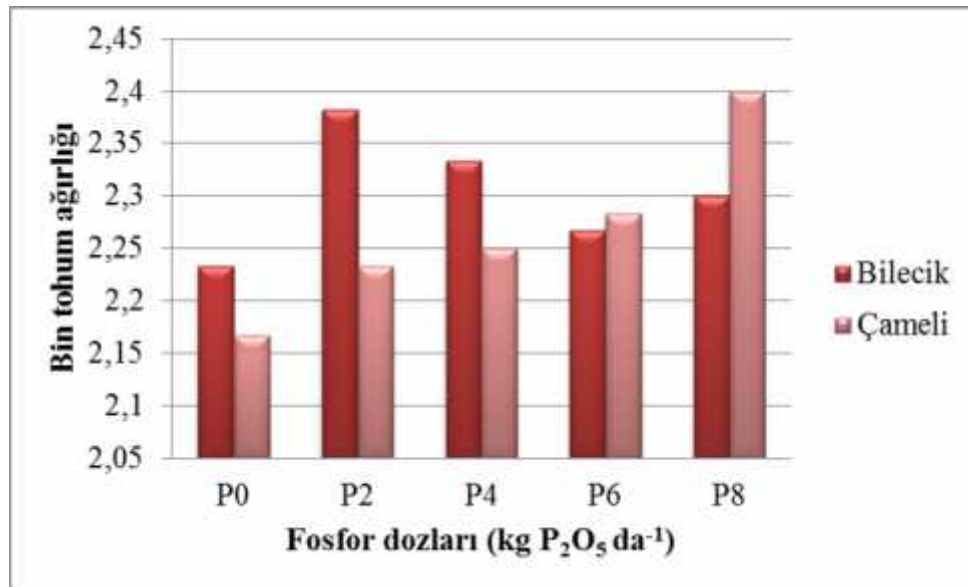
Bin tohum ağırlığına ait ortalama değerler Çizelge 4.8’de ve iki genotipin fosfor dozlarına göre karşılaştırması Şekil 4.4’te verilmiştir. En yüksek bin tohum ağırlığı değerleri Çameli çeşidinde 8 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasından (2,400 g), en düşük bin

tohum ağırlığı yine aynı genotipte fosfor uygulanmayan parsellerden (2,167 g) elde edilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde bin tohum ağırlığına (g) ait ortalama değerler

Çörek otu genotipleri	Fosfor dozları (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)					Genotip Ort.
	P ₀	P ₂	P ₄	P ₆	P ₈	
Bilecik	2,233	2,383	2,333	2,267	2,300	2,285
Çameli	2,167	2,233	2,250	2,283	2,400	2,267
P Dozu Ort.	2,200	2,308	2,292	2,275	2,350	

Bin tohum ağırlığı Bilecik popülasyonunda 2,285 g, Çameli çeşidinde ise 2,267 g olarak elde edilmiştir. Uygulanan en yüksek fosfor dozunda (8 kg P₂O₅ da⁻¹) en yüksek bin tohum ağırlığı (2,350 g) elde edilmiştir.



Şekil 4.4. Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde bin tohum ağırlığına (g) etkisi

4.5. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Biyolojik Verime Etkisi

Araştırmada kullanılan çörek otu genotiplerinde biyolojik verim değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Çizelge 4.9. incelendiğinde, çörek otu genotiplerinde biyolojik verim değerlerinde fosfor dozlarının etkisi istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli, $G \times P$ interaksiyonunun etkisi %5 düzeyinde önemli iken, genotipler arasında önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde biyolojik verim değerlerine ait varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F
Genotip	1	0,080	0,080	3,898
Fosfor	4	0,402	0,101	4,915**
$G \times P$	4	0,336	0,084	4,100*
Hata	18	0,368	0,020	
Genel	29	3,864	0,133	

*P< %5, **P< %1

Biyolojik verime ait ortalama değerler ile ortalamalar arasındaki farklar sonucunda oluşan gruplandırmalar Çizelge 4.10'da ve iki genotipin fosfor dozlarına göre karşılaştırması Şekil 4.5'te verilmiştir. En yüksek biyolojik verim Çameli çeşidinde $8 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından (1,984 g), en düşük biyolojik verim yine aynı genotipin fosfor uygulanmayan parsellerinden (1,299 g) elde edilmiştir.

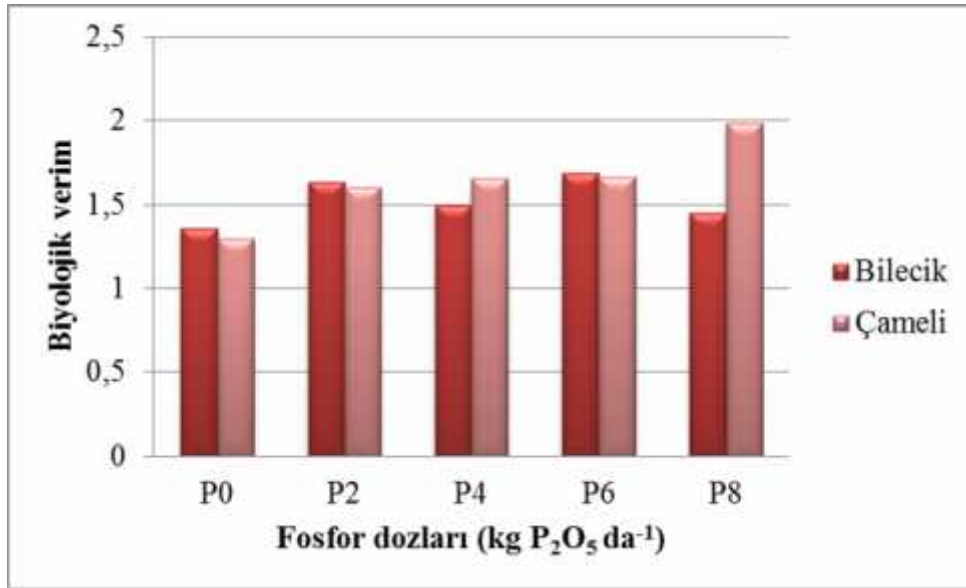
Çizelge 4.10. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde biyolojik verime (g) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları

Çörek otu genotipleri	Fosfor dozları ($\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$)					Genotip Ort.
	P ₀	P ₂	P ₄	P ₆	P ₈	
Bilecik	1,360c	1,637b	1,500bc	1,686b	1,452bc	1,584
Çameli	1,299c	1,607b	1,655b	1,663b	1,984a	1,642
P Dozu Ort.	1,329C	1,622A	1,577AB	1,674A	1,718A	

LSD (%1) P dozu= 0,238

LSD (%5) $G \times P$ = 0,246

Genotiplerin biyolojik verim değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Biyolojik verim Bilecik popülasyonunda 1,584 g, Çameli çeşidinde ise 1,642 g olarak elde edilmiştir. Uygulanan en yüksek fosfor dozunda ($8 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$) en yüksek bin tohum ağırlığı (1,718 g) elde edilmiştir.



Şekil 4.5. Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde biyolojik verime (g) etkisi

4.6. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tohum Verimine Etkisi

Araştırmada kullanılan çörek otu genotiplerinde tohum verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Çizelge 4.11. incelendiğinde, çörek otu genotiplerinde tohum verimi değerlerinde genotip, fosfor dozlarının ve $G \times P$ interaksiyonunun etkisi istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tohum verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F
Genotip	1	608,580	608,580	74,417**
Fosfor	4	962,006	240,502	29,408**
G × P	4	702,256	175,564	21,468**
Hata	18	147,203	8,178	
Genel	29	2428,105	83,728	

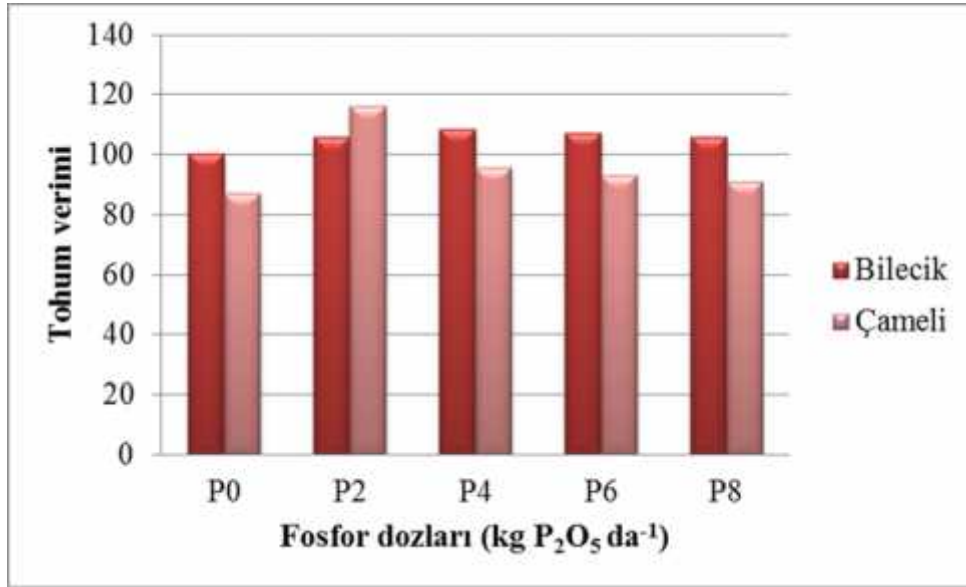
**P < %1

Tohum verimine ait ortalama değerler ile ortalamalar arasındaki farklar sonucunda oluşan gruplandırmalar izelge 4.12’de ve iki genotipin fosfor dozlarına göre karşılaştırması şekil 4.6’da verilmiştir. En yüksek tohum verimi ameli eşidinde 2 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasından (116,15 kg da⁻¹) elde edilirken, en düşük tohum verimi yine aynı genotipin fosfor uygulanmayan parsellerinden (87,15 kg da⁻¹) elde edilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tohum verimine (kg da⁻¹) ait ortalama değerler ve LSD nemlilik grupları

Çörek otu genotipleri	Fosfor dozları (kg P₂O₅ da⁻¹)					Genotip Ort.
	P₀	P₂	P₄	P₆	P₈	
Bilecik	100,44d	105,85bc	108,64b	107,42b	105,88bc	101,1A
ameli	87,15f	116,15a	95,76de	93,14ef	91,00ef	96,64B
P Dozu Ort.	93,79C	111,00A	102,20A	100,28AB	98,44B	
LSD (%1) Genotip= 3,006						
LSD (%1) P dozu= 4,753						
LSD (%1) G × P= 6,721						

Tohum verimi Bilecik popülasyonunda 101,1 kg da⁻¹, ameli eşidinde ise 96,64 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Uygulanan 2 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunda en yüksek tohum verimi (111 kg da⁻¹) elde edilmiştir.



Şekil 4.6. Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde tohum verimine (kg da⁻¹) etkisi

4.7. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Yağ İçeriğine Etkisi

Araştırmada kullanılan çörek otu genotiplerinde yağ içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Çizelge 4.13. incelendiğinde, çörek otu genotiplerinde yağ içeriği değerlerinde fosfor dozlarının ve $G \times P$ interaksiyonunun etkisi istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli iken, genotip etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde yağ içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F
Genotip	1	2,012	2,012	2,176
Fosfor	4	27,251	6,813	7,366**
G × P	4	59,288	14,822	16,026**
Hata	18	16,648	0,925	
Genel	29	106,380	3,668	

**P < %1

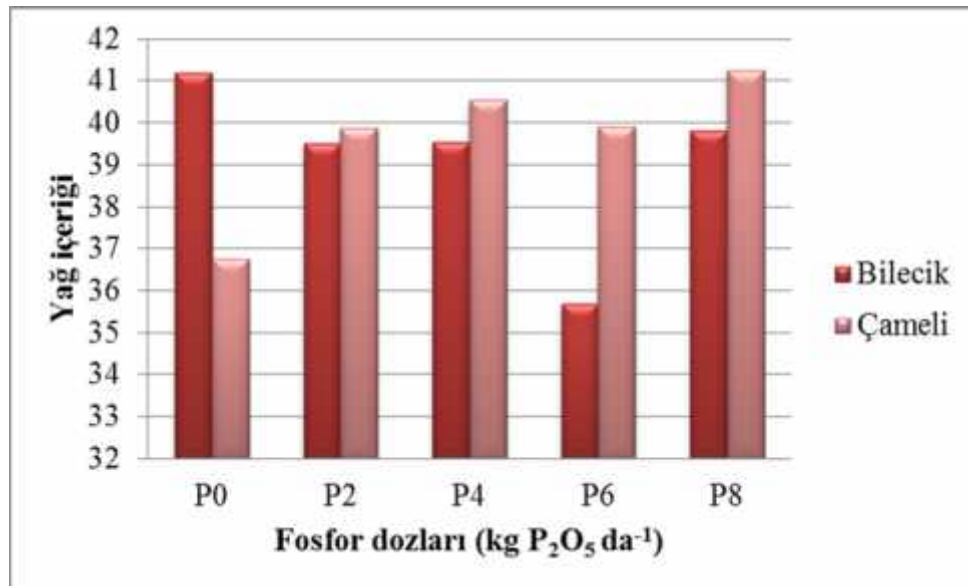
Yağ içeriğine ait ortalama değerler ile ortalamalar arasındaki farklar sonucunda oluşan gruplandırmalar Çizelge 4.14'te ve iki genotipin fosfor dozlarına göre karşılaştırması Şekil 4.7'de verilmiştir. En yüksek yağ içeriği Çameli çeşidinde

8 kg P_2O_5 da^{-1} uygulamasından (%41,26) elde edilirken, en düşük yağ oranına Bilecik popülasyonunda 6 kg P_2O_5 da^{-1} uygulamasından (%35,69) elde edilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde yağ içeriğine (%) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları

Çörek otu genotipleri	Fosfor dozları (kg P_2O_5 da^{-1})					Genotip Ort.
	P ₀	P ₂	P ₄	P ₆	P ₈	
Bilecik	41,20a	39,52ab	39,56a	35,69c	39,81a	39,41
Çameli	36,75c	39,89a	40,54a	39,92a	41,26a	39,67
P Dozu Ort.	38,97AB	39,70A	40,05A	37,80B	40,54A	
LSD (%1) P dozu= 1,598						
LSD (%1) G × P= 2,260						

Genotiplerin yağ içeriği değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Yağ oranı Bilecik popülasyonunda %39,41, Çameli çeşidinde ise %39,67 olarak elde edilmiştir. Uygulanan en yüksek fosfor dozunda (8 kg P_2O_5 da^{-1}) en yüksek yağ içeriği elde edilmiştir.



Şekil 4.7. Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde yağ içeriğine (%) etkisi

4.8. Fosfor Dozlarının Çörek otu Genotiplerinde Yağ Verimine etkisi

Araştırmada kullanılan çörek otu genotiplerinde yağ verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Çizelge 4.15. incelendiğinde, çörek otu genotiplerinde yağ verimi değerlerinde genotip, fosfor dozlarının, $G \times P$ interaksiyonunun etkisi istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde yağ verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F
Genotip	1	66,097	66,097	25,138**
Fosfor	4	199,340	49,835	18,953**
G × P	4	156,744	39,186	14,903**
Hata	18	47,329	2,629	
Genel	29	470,261	16,216	

**P < %1

Yağ verimine ait ortalama değerler ile ortalamalar arasındaki farklar sonucunda oluşan gruplandırmalar Çizelge 4.16'da ve iki genotipin fosfor dozlarına göre karşılaştırması Şekil 4.8'de verilmiştir. En yüksek yağ verimi Çameli çeşidinde $2 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından ($46,34 \text{ kg da}^{-1}$) elde edilirken, en düşük yağ verimi yine aynı genotipin fosfor uygulanmayan parsellerinden ($32,02 \text{ kg da}^{-1}$) elde edilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde yağ verimine (kg da^{-1}) ait ortalama değerler ve LSD grupları

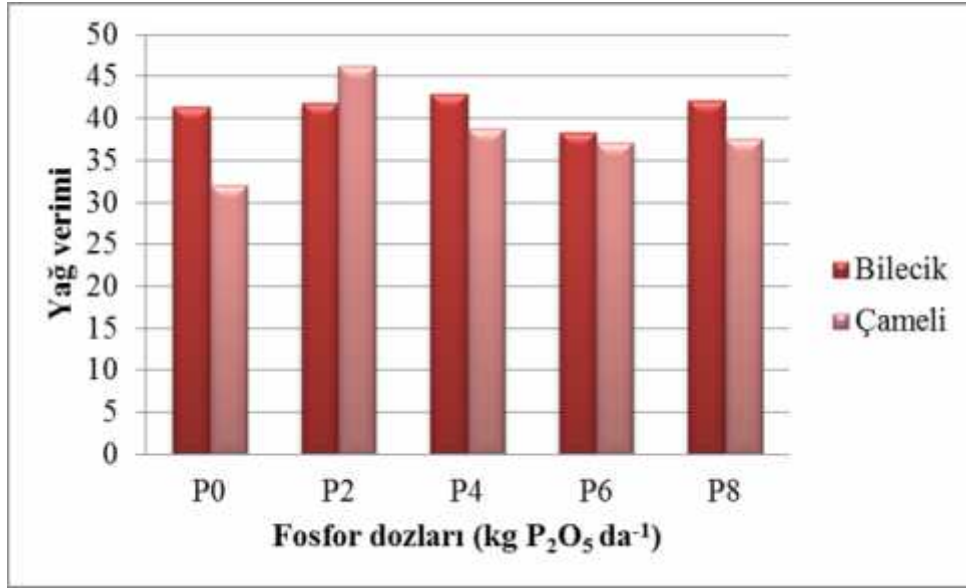
Çörek otu genotipleri	Fosfor dozları ($\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$)					Genotip Ort.
	P ₀	P ₂	P ₄	P ₆	P ₈	
Bilecik	41,41bcd	41,84bcd	42,97ab	38,33de	42,16b	39,86A
Çameli	32,02f	46,34a	38,80cde	37,19e	37,53e	38,37B
P Dozu Ort.	36,71D	44,08A	40,89B	37,78CD	39,84BC	

LSD (%1) Genotip= 1,704

LSD (%1) P dozu= 2,695

LSD (%1) $G \times P$ = 3,811

Genotiplerin yağ verimine ait değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Bilecik popülasyonunun yağ verimi 39,86 kg da⁻¹, Çameli çeşidinin ise 38,37 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Uygulanan 2 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunda en yüksek yağ verimi (44,08 kg da⁻¹) elde edilmiştir.



Şekil 4.8. Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde yağ verimine (kg da⁻¹) etkisi

4.9. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tohum Fosfor Konsantrasyonuna Etkisi

Araştırmada kullanılan çörek otu genotiplerinde tohum fosfor konsantrasyonu değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Çörek otu genotiplerinde tohum fosfor konsantrasyonu değerlerinde fosfor dozlarının etkisi %1 seviyesinde önemli iken, genotip ve G × P interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tohum fosfor konsantrasyonu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F
Genotip	1	0,001	0,001	0,270
Fosfor	4	0,014	0,003	4,928**
G × P	4	0,003	0,001	0,953
Hata	18	0,013	0,001	
Genel	29	0,032	0,001	

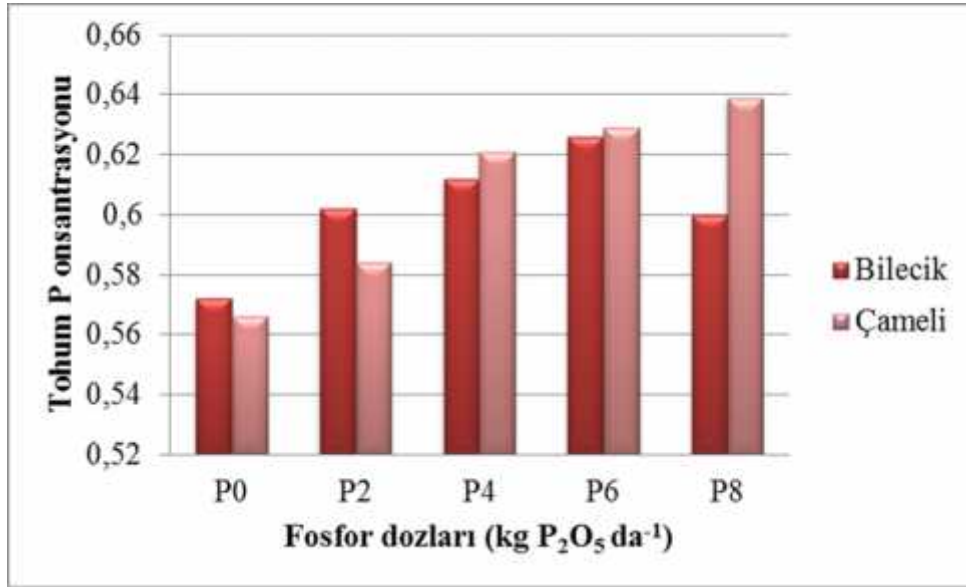
**P< %1

Tohum fosfor konsantrasyonuna ait ortalama değerler ile ortalamalar arasındaki farklar sonucunda oluşan gruplandırmalar Çizelge 4.18’de ve iki genotipin fosfor dozlarına göre karşılaştırması Şekil 4.9’da verilmiştir. En yüksek tohum fosfor konsantrasyonu Çameli çeşidinde 8 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasından (%0,639) elde edilirken, en düşük tohum fosfor konsantrasyonu yine aynı genotipin fosfor uygulanmayan parsellerinden (%0,566) elde edilmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tohum fosfor konsantrasyonuna (%) ait ortalama değerler ve LSD grupları

Çörek otu genotipleri	Fosfor dozları (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)					Genotip Ort.
	P ₀	P ₂	P ₄	P ₆	P ₈	
Bilecik	0,572	0,602	0,612	0,626	0,600	0,605
Çameli	0,566	0,584	0,621	0,629	0,639	0,608
P Dozu Ort.	0,569B	0,593A	0,616A	0,627A	0,619A	0,606
LSD (%1) P dozu= 0,044						

Bilecik popülasyonuna ait tohum fosfor konsantrasyonu %0,605, Çameli çeşidinde ise %0,608 olarak belirlenmiştir. Uygulanan 6 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunda en yüksek tohum fosfor konsantrasyonu (%0,627) olduğu görülmektedir.



Şekil 4.9. Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde tohum fosfor konsantrasyonuna (%) etkisi

4.10. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Gövde Fosfor Konsantrasyonuna Etkisi

Araştırmada kullanılan çörek otu genotiplerinde gövde fosfor konsantrasyonuna ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Çizelge 4.19. incelendiğinde, çörek otu genotiplerinde gövde fosfor konsantrasyonuna fosfor dozlarının etkisi %1 önemli iken, genotip ve $G \times P$ interaksyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde gövde fosfor konsantrasyonu değerlerine ait varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F
Genotip	1	0,001	0,001	1,848
Fosfor	4	0,008	0,002	13,481**
G × P	4	0,001	0,001	2,363
Hata	18	0,003	0,001	
Genel	29	0,013	0,001	

**P < %1

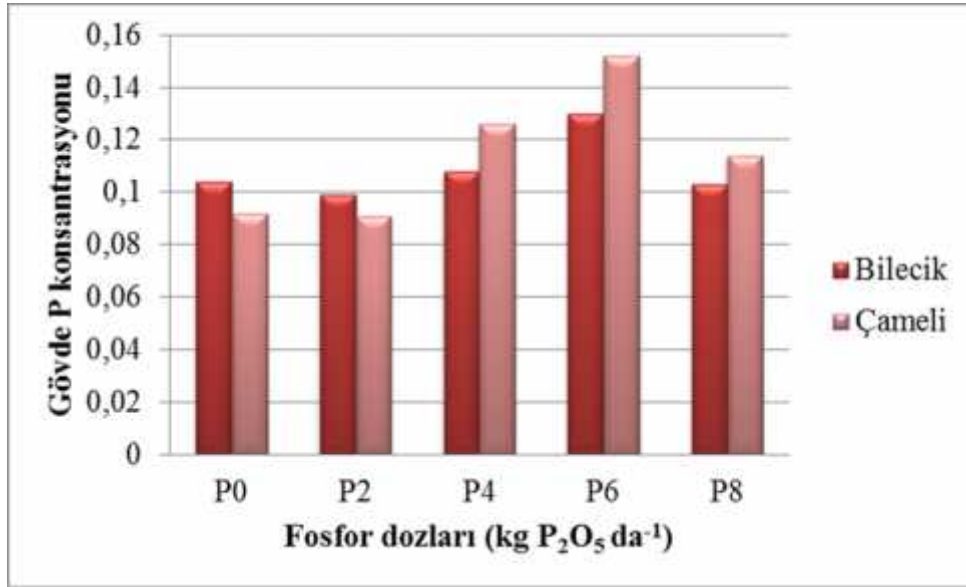
Gövde fosfor konsantrasyonuna ait ortalama değerler ile ortalamalar arasındaki farklar sonucunda oluşan gruplandırmalar Çizelge 4.20’de ve iki genotipin fosfor

dozlarına göre karşılaştırması Şekil 4.10'da verilmiştir. En yüksek gövdede fosfor konsantrasyonu Çameli çeşidinde 6 kg P_2O_5 da⁻¹ uygulamasından (%0,152) elde edilirken, en düşük gövde fosfor konsantrasyonu yine aynı genotipin 2 kg P_2O_5 da⁻¹ uygulamasından (%0,091) elde edilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde gövde fosfor konsantrasyonuna (%) ait ortalama değerler ve LSD grupları

Çörek otu genotipleri	Fosfor dozları (kg P_2O_5 da ⁻¹)					Genotip Ort.
	P ₀	P ₂	P ₄	P ₆	P ₈	
Bilecik	0,104	0,099	0,108	0,130	0,103	0,112
Çameli	0,092	0,091	0,126	0,152	0,114	0,115
P Dozu Ort.	0,098BC	0,095C	0,117B	0,141A	0,108B	
LSD (%1) P dozu= 0,021						

Genotiplerin gövde fosfor konsantrasyonu değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Bilecik popülasyonunun gövde fosfor konsantrasyonu %0,112, Çameli çeşidinde ise %0,115 olarak elde edilmiştir. Uygulanan 6 kg P_2O_5 da⁻¹ dozunda en yüksek gövde fosfor konsantrasyonu (%0,141) belirlenmiştir.



Şekil 4.10. Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde gövde fosfor konsantrasyonuna (%) etkisi

4.11. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tohumla Kaldırılan Toplam Fosfor Miktarına Etkisi

Araştırmada kullanılan çörek otu genotiplerinde tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Çizelge 4.21. incelendiğinde, çörek otu genotiplerinde tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerinde genotip ve fosfor dozlarının etkisi %1 önemli iken, $G \times P$ interaksiyonunun etkisi %5 önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.21. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F
Genotip	1	0,019	0,019	20,489**
Fosfor	4	0,053	0,013	14,340**
G × P	4	0,017	0,004	4,572*
Hata	18	0,017	0,001	
Genel	29	0,107	0,004	

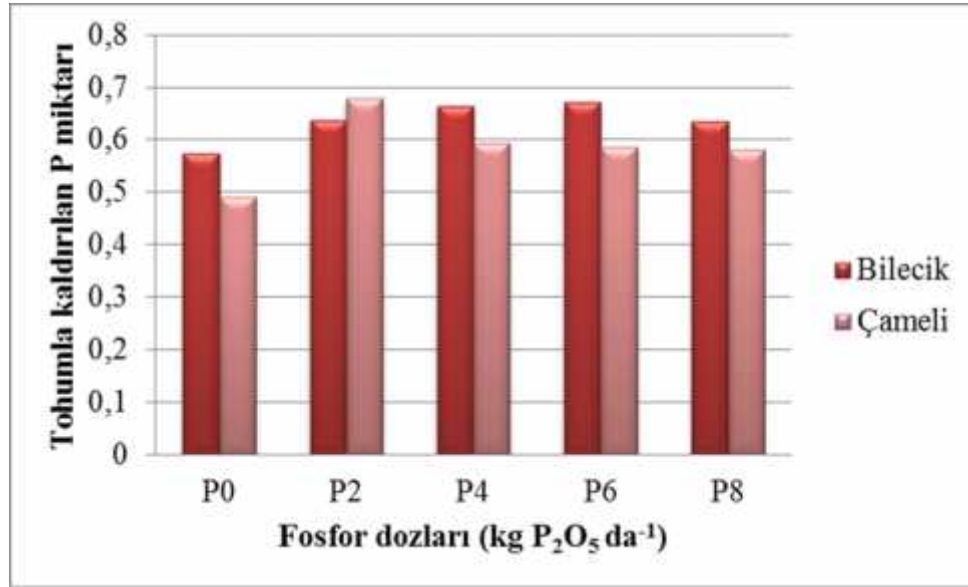
*P< %5, **P< %1

Tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarına ait ortalama değerler ile ortalamalar arasındaki farklar sonucunda oluşan gruplandırmalar izelge 4.22’de ve iki genotipin fosfor dozlarına göre karşılaştırması şekil 4.11’de verilmiştir. En yüksek tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarı ameli eşidinde 2 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasından (0,679 kg da⁻¹) elde edilirken, en düşük tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarı yine aynı genotipin fosfor uygulanmayan parsellerinden (0,492 kg da⁻¹) elde edilmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarına (kg da⁻¹) ait ortalama değerler ve LSD nemlilik grupları

Çörek otu genotipleri	Fosfor dozları(kg P₂O₅ da⁻¹)					Genotip
	P₀	P₂	P₄	P₆	P₈	Ort.
Bilecik	0,575c	0,637ab	0,665a	0,672a	0,636ab	0,612A
ameli	0,492d	0,679a	0,594bc	0,586bc	0,582c	0,586B
P Dozu Ort.	0,533C	0,658A	0,630A	0,629A	0,609AB	
LSD (%1) Genotip= 0,032						
LSD (%1) P dozu= 0,051						
LSD (%5) G × P= 0,052						

Bilecik popülasyonunda tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarı 0,612 kg da⁻¹, ameli eşidinde ise 0,586 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Uygulanan 2 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunda en yüksek tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarı (0,658 kg da⁻¹) elde edilmiştir.



Şekil 4.11. Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarına (kg da⁻¹) etkisi

4.12. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Gövde ile Kaldırılan Toplam Fosfor Miktarına Etkisi

Araştırmada kullanılan çörek otu genotiplerinde gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir. Çizelge 4.23. incelendiğinde, çörek otu genotiplerinde gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerinde fosfor dozlarının ve G × P interaksiyonunun etkisi %5 önemli iken genotip etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.23. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F
Genotip	1	0,001	0,001	0,010
Fosfor	4	0,052	0,013	24,129**
G × P	4	0,017	0,004	7,667**
Hata	18	0,010	0,001	
Genel	29	0,080	0,003	

**P < %1

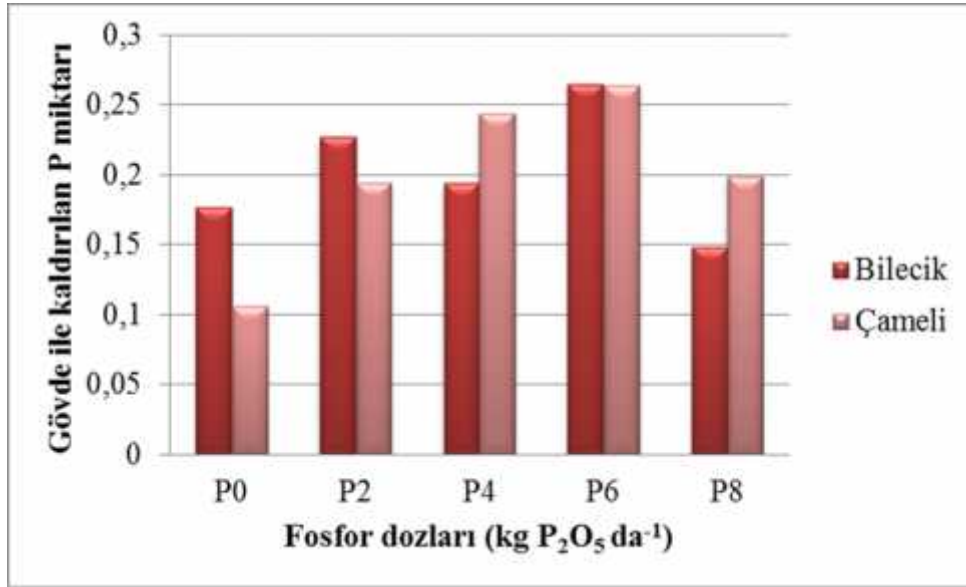
Gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerinde ait ortalama değerler ile ortalamalar arasındaki farklar sonucunda oluşan gruplandırmalar Çizelge 4.24'te ve iki

genotipin fosfor dozlarına göre karşılaştırması Şekil 4.12’de verilmiştir. En yüksek gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarı değeri Bilecik popülasyonunda $6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından ($0,265 \text{ kg da}^{-1}$) elde edilirken, en düşük gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarı Çameli çeşidinde fosfor uygulanmayan parsellerden ($0,106 \text{ kg da}^{-1}$) elde edilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarına (kg da^{-1}) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları

Çörek otu genotipleri	Fosfor dozları ($\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$)					Genotip Ort.
	P ₀	P ₂	P ₄	P ₆	P ₈	
Bilecik	0,177cd	0,227abc	0,194bcd	0,265a	0,148de	0,202
Çameli	0,106e	0,194bcd	0,244ab	0,264a	0,199bcd	0,201
P Dozu Ort.	0,141D	0,211BC	0,219B	0,265A	0,174CD	
LSD (%1) P dozu= 0,039						
LSD (%1) G × P= 0,055						

Genotiplerin gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarı değerleri birbirine yakın olarak belirlenmiştir. Bilecik popülasyonunun gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarı $0,202 \text{ kg da}^{-1}$, Çameli çeşidinde $0,201 \text{ kg da}^{-1}$ olarak elde edilmiştir. Uygulanan $6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ dozunda en yüksek gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarı ($0,265 \text{ kg da}^{-1}$) elde edilmiştir.



Şekil 4.12. Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarına (kg da⁻¹) etkisi

4.13. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Bitkice Kaldırılan Toplam Fosfor Miktarına Etkisi

Araştırmada kullanılan çörek otu genotiplerinde bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'te verilmiştir. Çizelge 4.25. incelendiğinde, çörek otu genotiplerinde bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerinde genotip ve fosfor dozlarının etkisi %5, G × P interaksyonunun etkisi %1 önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.25. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F
Genotip	1	0,020	0,020	9,112**
Fosfor	4	0,186	0,046	21,496**
G × P	4	0,028	0,007	3,206*
Hata	18	0,039	0,002	
Genel	29	0,275	0,009	

*P< %5, **P< %1

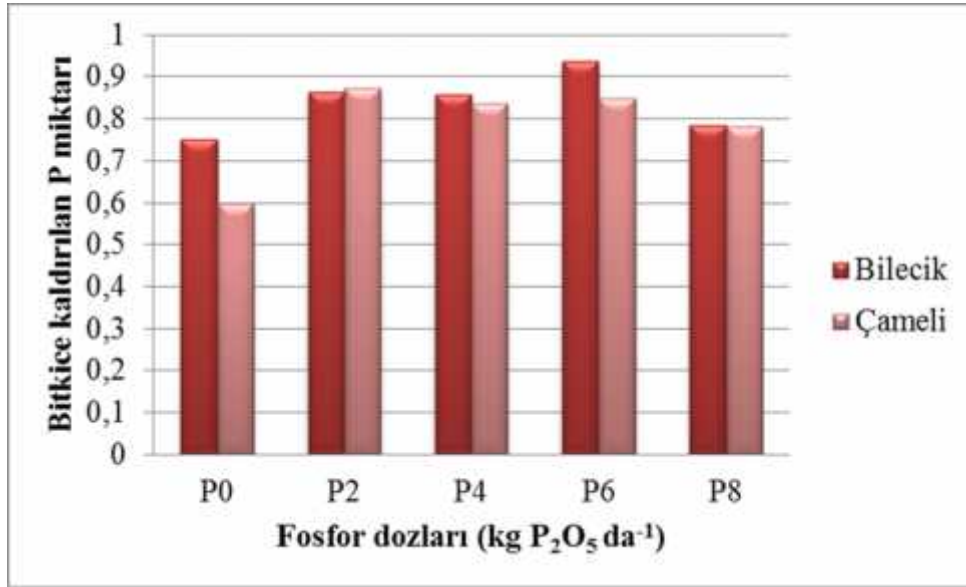
Bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı değerlerinde ait ortalama değerler ile ortalamalar arasındaki farklar sonucunda oluşan gruplandırmalar Çizelge 4.26'da ve iki

genotipin fosfor dozlarına göre karşılaştırması Şekil 4.13'te verilmiştir. En yüksek bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı değeri Bilecik popülasyonunun 6 kg P_2O_5 da^{-1} uygulamasından (0,937 kg da^{-1}) elde edilirken, en düşük bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı değeri Çameli çeşidinin fosfor uygulanmayan parsellerinden (0,598 kg da^{-1}) elde edilmiştir.

Çizelge 4.26. Farklı fosfor dozları uygulanan çörek otu bitkisinde bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarına (kg da^{-1}) ait ortalama değerler ve LSD önemlilik grupları

Çörek otu genotipleri	Fosfor dozları (kg P_2O_5 da^{-1})					Genotip Ort.
	P_0	P_2	P_4	P_6	P_8	
Bilecik	0,752e	0,864abc	0,859abcd	0,937a	0,784cde	0,814A
Çameli	0,598f	0,873ab	0,838bcd	0,850bcd	0,781de	0,788B
P Dozu Ort.	0,675D	0,868A	0,849AB	0,894A	0,782C	
LSD (%5) Genotip= 0,049						
LSD (%5) P dozu= 0,077						
LSD (%1) G $\times$ P= 0,080						

Bilecik popülasyonunun bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı 0,814 kg da^{-1} , Çameli çeşidinde ise 0,788 kg da^{-1} olarak elde edilmiştir. Uygulanan 6 kg P_2O_5 da^{-1} dozunda en yüksek bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı (0,894 kg da^{-1}) elde edilmiştir.



Şekil 4.13. Fosfor dozlarının çörek otu genotiplerinde bitkice kaldırılan toplam fosfor (kg da⁻¹) miktarına etkisi

5. TARTIŞMA

5.1. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Bitki Boyuna Etkisi

Bu araştırmada çörek otu genotiplerinin bitki boyları 34,81 cm ile 37,48 cm arasında değişmiş, uygulanan fosfor dozlarına bağlı olarak bitki boyunda önemli bir fark bulunamamıştır. Fosfor uygulamalarının yapıldığı başka çalışmalarda da çörek otunda bitki boyuna etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Ozguven and Sekeroglu, 2007; Kizil et al., 2008; Tuncturk et al., 2011).

Geren vd. (1997)'nin çörek otunda fosfor dozu uyguladığı çalışmalarda bitki boylarının 33,1 cm ile 34,5 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ozguven and Sekeroglu (2007), fosfor uygulaması yaptığı çalışmada bitki boylarının 64,6 cm ile 100,1 cm arasında; Kizil et al., (2008) ve Tuncturk et al., (2011) ise sırasıyla bitki boylarının 30,7 cm ile 35,3 cm ve 55,5 cm ile 59,0 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Diğer araştırmacıların çalışmalarında da çörek otunun bitki boyu genotipik özelliklere göre farklılık göstermektedir (Telci, 1995; İpek vd., 2005; Akgören, 2009).

Uygulanan fosfor dozları ile genotipler interaksyonu bitki boyu üzerine etkisi istatistiki bakımdan önemsiz bulunmuştur. İki çörek otu genotipinden Çameli çeşidinde en yüksek bitki boyu 8 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasından (37,48 cm) elde edilmiştir. Diğer çörek otu genotipinde, bitki boyu fosfor dozlarında kontrole göre artış göstermemiştir.

Bitkiler gereksinim duydukları fosforun tamamına yakın kısmını gelişmelerinin ilk dönemlerinde almakta ve bunu bünyelerinde depo etmektedirler. Bitkiler gelişmelerinin sonlarına doğru ise fosforu tohuma veya meyveye taşınmakta ve orada depolamaktadırlar (Kacar ve Katkat, 2009). Fosforun, bitkinin kök gelişimine etkisi büyüme organlarına etkisinden daha fazla olmaktadır. Fosfor noksanlığında yaprak alanları azalmakta ve bitkinin büyümesi fotosentez oranının düşmesine bağlı olarak kısa kalmaktadır.

5.2. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Toplam Kapsül Sayısına Etkisi

Çörek otu genotiplerinin toplam kapsül sayısı arasında fark bulunmamıştır. Ancak fosfor uygulamalarının toplam kapsül sayısının etkilediği belirlenmiştir ($P < \%5$). 8 kg P_2O_5 da⁻¹ uygulamasından en yüksek toplam kapsül sayısı (3,975 kapsül/bitki) elde edilmiştir.

En yüksek fosfor dozunun kapsül sayısını arttırması çörek otu bitkisinde vejetatif dönemde yeterli su kaynağı ve dengeli besin elementi alımının gerçekleştirdiğini göstermektedir. Çörek otunda fosfor dozu uygulamasının yapıldığı benzer çalışmalarda, Ozguven and Sekeroglu (2007) toplam kapsül sayısının 11,8 kapsül/bitki ile 6 kg P_2O_5 da⁻¹ uygulamasından elde edildiğini, Tuncturk et al., (2011) en yüksek toplam kapsül sayısının (5,68- 5,61 kapsül/bitki) 2 ve 4 kg P_2O_5 da⁻¹ uygulamalarından elde edildiğini bildirirken, Geren vd. (1997) ile Kizil et al., (2008) yaptığı çalışma sonucunda toplam kapsül sayısına fosfor dozlarının etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Bu araştırmada elde edilen değerler Tuncturk et al., (2011)'ün belirttiği değerlerle uyumludur.

5.3. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tek Bitki Toplam Tohum Ağırlığına Etkisi

Çörek otu bitkisinin tek bitki toplam tohum ağırlığında genotipler arasında fark bulunmamıştır. Bu çalışmada tek bitki toplam tohum ağırlığı 0,51 g ile 0,69 g arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerler Telci (1995) ve Toncer and Kizil (2004)'ün çörek otunda yaptıkları çalışmalarda tek bitki toplam tohum ağırlığı değerleri ile benzer bulunmuştur.

Tek bitkide toplam tohum ağırlığında 8 kg P_2O_5 da⁻¹ uygulamasında önemli artış olduğu belirlenmiştir. Fosforun bitki gelişimine etkisi ile ilgili çalışmalarda mutlak gerekli bir element olduğu, noksanlığında bitki verim parametrelerinin önemli oranlarda düşüş gösterdiği ve uygulanan fosforun ürün gelişimi ile birlikte verim parametrelerinde de önemli artışlar sağladığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Fageria and Baligar, 1997; Schactman et al., 1998; Vance et al., 2003). Bu çalışmada da tek bitki

toplam tohum ağırlığı önemli bir verim özelliğidir ve fosfor uygulaması ile artış gösterdiği belirlenmiştir.

5.4. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Bin Tohum Ağırlığına Etkisi

Hem verim hem kalite açısından çok önemli bir gösterge olan bin tohum ağırlığı, çevre koşulları ve uygulanan yetiştirme tekniklerinden en çok etkilenen özelliklerdendir (Gülmezoğlu, 2003). Bu araştırmada çörek otu genotiplerinin bin tohum ağırlığı arasında bir fark bulunamamıştır.

Çörek otunda fosfor dozu uygulamasının yapıldığı çalışmalarda, Kizil et al., (2008) bin tohum ağırlığına ait değerlerin 2,04 g ile 2,14 g arasında değiştiğini ve fosfor dozlarının bin tohum ağırlığını etkilemediğini bildirmişlerdir. Tuncur et al., (2011) bin tohum ağırlığına ait en yüksek ortalama değeri 2,48 g ile 4 kg P_2O_5 da^{-1} uygulamasından, Ozguven and Sekeroglu (2007) 1,15 g ile 2,30 g arasında 6 kg P_2O_5 da^{-1} uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Geren vd. (1997) 0 ve 8 kg P_2O_5 da^{-1} dozu uygulamasını yaptıkları çalışma sonucunda bin tohum ağırlığına ait değerlerin 2,16 g ile 2,19 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Bin tohum ağırlığı bitki çeşidi, yetiştirme koşulları, iklim faktörleri ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir, toprakta yarıyışlı fosfor ile bitkilerde yüksek miktarda kuru madde ve dolayısıyla daha yüksek bin tohum ağırlığı elde edilmektedir (Tuncur et al., 2011).

5.5. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Biyolojik Verime Etkisi

Bu araştırmada çörek otu genotiplerine uygulanan fosfor dozlarının biyolojik verime etkisi önemli bulunmuştur ($P < \%1$). Uygulanan 8 kg P_2O_5 da^{-1} dozundan en yüksek biyolojik verim elde edilmiştir.

Biyolojik verim bitkilerin vejetatif ve generatif bölümlerinin topraktan aldıkları besin elementlerini kuru maddeye dönüştürdüğüün sayısal ifadesidir. Fosfor noksanlığında, bitki verim parametrelerinin önemli oranlarda düşüş gösterdiği ve uygulanan fosforun ürün gelişimi ile birlikte verim parametrelerinde de önemli artışlar sağladığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Mallarino, 1995; Amrani et al.,

1999; Otto and Kilian, 2001). Fosfor noksanlığında bitkilerin özellikle kuru ağırlıklarında ve yaprak alanlarında önemli bir azalma söz konusu olup, bunun sonucu olarak bitki gelişimi ve fotosentez olumsuz yönde etkilenmektedir (Plenet et al., 2000; Rodriguez et al., 2000;). Bu konu ile ilgili yapılan çalışmada araştırmacılar, yeterli fosfor bulunan bitki ile karşılaştırıldığında, fosfor noksanlığı stresi altında yetişen bitkilerin yaprak alanının %83 oranında azaldığını ve buna bağlı olarak da bitkinin fotosentez oranında %50 düzeyinde azalma olduğunu bildirmişlerdir (Rodriquez et al., 2000). Çörek otu bitkisinde fosfor uygulanan diğer araştırmalarda biyolojik verim üzerine fosfor dozlarının etkisine rastlanmamıştır. Ancak farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda fosfor uygulamalarının biyolojik verimi artırdığı belirlenmiştir (Helvacı, 2006; Gök, 2007).

İncelenen çörek otu genotipleri ile fosfor dozları arasında önemli farklılık bulunmuştur ($P < \%5$). En yüksek biyolojik verim Çameli çeşidinde $8 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ (1,984 g); Bilecik popülasyonunda ise $6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ dozundan (1,686 g) elde edilmiştir. Araştırma sonucuna göre biyolojik verimin çeşitler arasında fosfor dozlarına farklı tepkiler verdiği görülmüştür. Yeterli gübreleme ile bir bitkide genetik özelliklerine bağlı olarak yüksek değerler bulunabilir (Helvacı, 2006). Fosfor uygulamasının yapıldığı çalışmalar sonucunda fosforun özellikle ürün gelişimi için mutlak gerekli bir element olduğu, fosfor miktarının bitkide kuru madde miktarı ve ürün verimine etki ettiği belirlenmiştir (Ragothama, 1999; Dodor and Tabatabai., 2003; Korkmaz, 2005).

5.6. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tohum Verimine Etkisi

Bu araştırmadaki çörek otu genotiplerinin tohum verimleri arasında önemli fark olduğu belirlenmiştir ($P < \%1$). Bilecik popülasyonundan Çameli çeşidine göre daha yüksek tohum verimi elde edilmiştir. Çörek otu genotipleri arasındaki farkı belirlemek için yapılan çalışmalarda tohum veriminin 80 ile 200 kg da^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir (Telci, 1995; Akgören, 2011; Kulan vd., 2012). Genotiplerin verim özellikleri iklim ve toprak özelliklerinin etkisine göre değişim göstermektedir. Bu nedenle tohum verimi yıldan yıla ve bölgeden bölgeye değişiklik göstermiştir.

Uygulanan fosfor dozlarının tohum verimine etkisi önemli bulunmuştur ($P < \%1$). Çörek otu genotiplerinin en yüksek tohum verimi $2 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından elde edilmiştir. Fosfor, bitki gelişmesinde ürün niteliği ve niceliği üzerinde önemli etki yapmaktadır. Türkiye toprakları genellikle alınabilir fosforca yoksuldur (Eyüpoğlu, 1999). Düşük fosfor ile daha fazla verim oluşturabilen, fosfor etkinliği yüksek, bitki tür ve çeşitlerinin kullanılması ile birlikte yüksek fosfor gübrelemesi azaltılabilmektedir. Bitkide dal ve kapsül sayısı gibi verim öğeleri tarla bitkilerinde tohum verimini doğrudan etkilemektedir (Ozguven and Sekeroglu, 2007).

Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde çörek otunda yapılan çalışmalar sonucunda fosforlu gübrelerin ürün miktarını önemli düzeyde arttırdığı belirtilmiştir. Çörek otuna fosfor uygulayan araştırmacılar en yüksek tohum verimini $3 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ (Das et al., 1992), $4 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ (Ozguven and Sekeroglu, 2007), $6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ (Tuncturk et al., 2011); $8 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ (Geren vd., 1997) ve $12 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ (Kizil et al., 2008); uygulamalarından elde ettiklerini belirtmişlerdir. Tohum veriminin farklı fosfor dozlarında en yüksek verime ulaşmaları iklim ve genotipik etkilerle yakından ilgilidir.

Araştırmada genotip $\times$ fosfor dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < \%1$). En yüksek tohum verimi Çameli çeşidinde $2 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından ($116,15 \text{ kg da}^{-1}$), Bilecik popülasyonunda ise $4 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından ($108,64 \text{ kg da}^{-1}$) elde edilmiştir.

Literatürlerde bitkilerin sınırlı fosfor varlığı veya gübrelenmesine karşın diğer genotiplere göre daha yüksek oranlarda verim oluşturabilen genotipler fosforca etkin genotipler olarak tanımlanır (Graham, 1984; Karaman and Sezer, 2003).

Bitki türleri ve hatta aynı türün genotipleri arasında fosforun etkinliği ve kullanımı açısından farklılıklar görülebilmektedir (Brohi et al., 1994). Fosforun toprakta yarayışlılığın düşük olduğu durumlarda, bazı bitki türleri fosforun hareketliliğini arttırabilmektedir (Blair, 1993; Horst et al., 2002; Stone et al., 2003). Bitkiler fosfordan yararlanabilmek için özellikle kök yapılarında değişikliğe giderek kök yüzey alanını kök ağırlığını ve miktarını arttırabilirler, kök tüyleri ve organik salgılarda düşük fosfor yarayışlılığını arttırmada önemli rol oynamaktadır. Kök yapısının gelişmesi tohum veriminin artışında etkin bir neden olmaktadır. (Stone et al., 2003). Tohum veriminde düşük fosfor dozunda yüksek tohum veriminin Çameli çeşidinden elde edilmesinde, fosforu etkin kullanacak kök yapısına sahip olduğu söylenebilir.

5.7. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Yağ İçeriğine Etkisi

Çörek otunun yağ içeriği değerli olup, tohumun en önemli komponentidir (Küçükemre, 2009). Tohumlarında hem uçucu yağ, hem de sabit yağ vardır. Çörek otunun sabit yağ içeriği genelde %28 – 35 arasındadır. Zengin yağ asitleri ve mineraller içermektedir. Etken madde olarak; E vitamini ihtiva eder. Oleik asit, Omega3, Omega6 doymuş yağ asitlerini içerir. Çörek otu yağında timohidrokinon bileşiğinin bulunması, antihistaminik aktivite göstermesini sağlar (Anonim, 2013).

Bu araştırmadaki genotiplerin yağ içeriği arasında farklılık bulunmazken, çörek otu genotiplerine uygulanan fosfor dozlarının yağ içeriğine etkisi önemli bulunmuştur ($P < \%1$). Çörek otunda 8 kg P_2O_5 da⁻¹ uygulaması ile en yüksek yağ içeriği (% 40,54) elde edilmiştir. Çörek otunda fosfor dozu uygulamasının yapıldığı diğer araştırmalarda; Ozguven and Sekeroglu, (2007) 6 kg P_2O_5 da⁻¹ (%36,7) ve Kizil et al., (2008) 16 kg P_2O_5 da⁻¹ (%37,4) uygulamalarından en yüksek yağ içeriğini belirlemişlerdir. Bu çalışmanın yağ oranları, diğer araştırmacıların buldukları oranlarla benzerlik göstermektedir.

Araştırmada genotip $\times$ fosfor dozu arasında interaksiyon istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < \%1$). İncelenen çörek otu genotiplerinin yağ oranları, fosfor uygulamasına farklı tepkiler göstermiştir. En yüksek yağ içeriği Çameli çeşidinde 8 kg P_2O_5 da⁻¹ uygulamasından (%41,26), Bilecik popülasyonunda kontrolde (%41,20) elde edilmiştir. Bilecik popülasyonu yağ içeriğinin kontrolde yüksek bulunması nedeniyle bu genotipin çeşit adayı olması için ıslah programına alınması önerilmektedir.

5.8. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Yağ Verimine Etkisi

Yağ verimi, dekara tohum veriminin yağ içeriği (%) ile çarpımından elde edildiğinden, tohum verimi bu özelliğe doğrudan bir etkiye sahiptir (Küçükemre, 2009). Çörek otu genotiplerinin yağ veriminin 18,78 kg da⁻¹ ile 49,81 kg da⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir (Telci, 1995; Akgören, 2011).

Bu araştırmada çörek otu genotipleri arasında yağ veriminde önemli fark ($P < \%1$) olduğu belirlenmiştir. Bilecik popülasyonundan, Çameli çeşidine göre daha yüksek yağ verimi elde edilmiştir.

Çörek otu genotiplerine uygulanan fosfor dozlarının yağ verimine etkisi önemli bulunmuştur ($P < \%1$) ve en yüksek yağ verimi $2 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından ($44,08 \text{ kg da}^{-1}$) elde edilmiştir.

Araştırmada genotip $\times$ fosfor dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < \%1$). En yüksek yağ verimi ($46,34 \text{ kg da}^{-1}$) Çameli çeşidinde $2 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından elde edilmiştir. Bilecik popülasyonunda ise $4 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasında en yüksek yağ verimi ($42,97 \text{ kg da}^{-1}$) elde edilmiştir.

Yağlar, pamuk, soya ve ayçiçeği gibi yağ içeriği yüksek olan birçok bitkide indirgenmiş karbonun önemli depo şekilleridir. Bitkiler yağları, çimlenen tohumlardaki katı ve sıvı yağların oksidasyonu sonucu oluşan metabolik enerjiyi elde etmek için kullanırlar. Yağların oluşumunda ise fosforlu bileşiklere (fosfatidik asit, diaçil gliserol vs.) gereksinim duyulmaktadır. Fosfor bu nedenle tohumun enerji kaynağını oluşturup, çimlenmeden sonraki devrede fotosentezi artırarak iyi bir vejetatif gelişme ile yüksek tohum verimi elde edilmesini sağlayabilmektedir (Taiz and Zeiger, 2008).

5.9. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tohum ve Gövde Fosfor Konsantrasyonuna Etkisi

Bu araştırmada çörek otu genotiplerine uygulanan fosfor dozlarının tohum ve gövdede fosfor konsantrasyonuna etkisi önemli bulunmuştur. Hem tohum hem de gövdede, uygulanan $6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ dozu ile en yüksek fosfor konsantrasyonuna ulaşılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda, fosforun bitki gelişimi açısından önemli olduğu ve uygulanan fosfor ile bitki dokularındaki fosfor konsantrasyonlarının arttığı bildirilmiştir (Güzel vd., 2002; Ibrikci et al., 2004).

Bitkiler bir yandan topraktan mineral elementleri kuru madde olarak biriktirirken, hasat sonunda gövde ve kök kısımlarıyla bu minerallerin bir kısmını geri verirler. Ancak bu miktar, bitkilerin kaldırdıkları fosfor miktarından düşüktür. Genellikle kültür bitkilerinde fosfor, gelişmelerin son döneminde tohum ve meyvelerde toplanmaktadır (Kacar ve Katkat, 1997)

Bitkilerde fosfor, azot ve potasyuma göre daha az miktarda bulunur (Kacar vd., 1979). Vejetatif gelişme dönemlerinde bazı bitkilerin optimum fosfor konsantrasyonları kuru madde ilkesine göre genelde $\%0,3$ ile $\%0,5$ arasında değişir. Fosfor içeriği kuru

madde ilkesine göre %1'in üzerine çıktığında zehirlenme belirtileri görülebilir. Çörek otu tohumlarının fosfor dozu uygulanmadan tohumun fosfor konsantrasyonlarının %0,05 ile %0,8 arasında değiştiğini bazı araştırmacılar belirlemiştir (Ashraf et al., 2006; Cheikh-Rouhou et al., 2007; Al-Neaeep et al., 2009).

5.10. Fosfor Dozlarının Çörek Otu Genotiplerinde Tohumla, Gövdeyle ve Bitkice Kaldırılan Toplam Fosfor Miktarına Etkisi

Bitkilerin kaldırdıkları fosfor miktarına, bitki dokularındaki fosfor kapsamı ve kuru madde ağırlıkları etkili olmaktadır. Bitkilerin tohum ve gövde ile kaldırdıkları fosfor miktarı bitkinin yetiştirilmesinde ihtiyacı olan fosfor miktarını belirlemektedir. Bu araştırmada çörek otu tohumlarının kaldırdıkları fosfor miktarı genotiplere göre değişmesinin istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Bilecik popülasyonu, Çameli çeşidine göre tohumla daha yüksek fosfor kaldırılmıştır. Çörek otu genotiplerinin gövde ile kaldırılan fosfor miktarları arasında bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Uygulanan fosfor dozlarının tohumla ve gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarına etkisi önemli bulunmuştur ($P < \%1$). Çörek otu genotiplerinde en yüksek tohumla kaldırılan toplam fosfor miktarı ($0,658 \text{ kg P da}^{-1}$) $2 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından elde edilirken gövde ile kaldırılan en yüksek toplam fosfor miktarı ($0,265 \text{ kg P da}^{-1}$) $6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından elde edilmiştir.

Bu araştırmada genotip $\times$ fosfor dozu arasındaki interaksyon, tohumla ve gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarında istatistiki olarak önemli bulunmuştur (sırasıyla $P < \%5$ ve $P < \%1$). Tohumla kaldırılan en yüksek toplam fosfor miktarı Çameli çeşidinde $2 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından ($0,679 \text{ kg P da}^{-1}$), gövde ile kaldırılan toplam fosfor miktarı ise Çameli çeşidinde ve Bilecik popülasyonunda $6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulamasından elde edilmiştir.

Bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı, çörek otu genotipleri arasında ($P < \%1$), fosfor dozları arasında ($P < \%1$) ve genotip $\times$ fosfor dozu arasındaki farkın ($P < \%5$) önemli olduğu belirlenmiştir. Bilecik popülasyonu ($0,814 \text{ kg P da}^{-1}$), Çameli çeşidine ($0,788 \text{ kg P da}^{-1}$) göre daha fazla bitkice toplam fosfor kaldırmıştır.

Uygulanan fosfor dozlarından 6 kg P₂O₅ da⁻¹ en yüksek bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı (0,894 kg P da⁻¹) belirlenmiş ve 2 kg P₂O₅ da⁻¹ dozu da (0,868 kg P da⁻¹) istatistiki olarak aynı etkiyi yaptığı bulunmuştur. Ancak genotip × fosfor interaksiyonundan anlaşılmaktadır ki Bilecik popülasyonunun kaldırdığı en fazla kaldırılan toplam fosfor miktarı 6 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunda, Çameli çeşidinde ise 2 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunda olduğu belirlenmiştir. Bu, genotiplerin fosfor alım kapasitelerinin farklı olduğunu göstermektedir.

Toprağa uygulanan fosforlu gübrelerin yüzde olarak az bir bölümü hasat edilen bitki ile kaldırılmakta ve çok azı da yıkanarak topraktan yitmektedir (Kacar ve Katkat, 1997). Fosfor bitki büyümesi ve verim için en önemli elementlerden birisidir (Rodriguez et al., 1999; Abbadi and Gerandas, 2011). Bu nedenle doğru fosfor gübrelemesi ile daha fazla ürün elde edilmesi mümkündür (Dambroth and El Bassam, 1990). Ancak fosfor gübrelemesinin etkinliği ilk yıllarda %15 iken, sonraki 30 yılda %50'ye çıkabilmektedir (Roy et al., 2006). Fosfor kaynaklarının sınırlı olması ekolojik ve ekonomik nedenlerden dolayı aşırı fosfor kullanımına dikkat edilmesi gerekir (Chardon and Withers, 2003).

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Fosfor dozlarının çörek otunun (*Nigella sativa* L.) verim ve kalitesine etkilerinin incelendiği bu araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Her iki çörek otu genotipinin fosfor uygulamalarına karşı tepkileri farklı olmuştur. Dolayısıyla çiftçi üretiminde ve ıslah çalışmalarında uygun genotipin seçilmesi hem ürün miktarı ve kalitesi hem de gübre optimizasyonu açısından son derece önemlidir. Diğer yandan genotip etkinliği ve uygulanan gübreye karşı duyarlılık topraktan toprağa değişkenlik gösterecektir. Bu çalışmanın yürütüldüğü toprak killi tekstüre sahip olup, kireçlidir. Gübre olarak uygulanan fosforun büyük bir kısmı tutulabilmekte ve bitkiye yarayışsız hale gelebilmektedir. Bu nedenle fosfor uygulama dozu, formu ve şekli yarayışlılık açısından önem taşımaktadır.

Tohum verimi, yağ verimi, tohumla kaldırılan fosfor miktarı ve bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarında genotipler arasında fark belirlenmiş Bilecik popülasyonu bakımından istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < \%1$).

Fosfor dozları arasındaki fark toplam kapsül sayısında $\%5$ düzeyinde; bitkide toplam tohum ağırlığı, bin tohum ağırlığı, biyolojik verim, tohum verimi, yağ içeriği, yağ verimi, tohum ve gövde fosfor konsantrasyonu ve tohumla, gövde ile ve bitkice toplam kaldırılan fosfor miktarları $\%1$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulanan fosfor miktarı artınca bitkide toplam tohum ağırlığı, biyolojik verim, tohum verimi, yağ verimi ve bitkinin tohumla kaldırdığı fosfor miktarı da artmıştır. Bu, çörek otu bitkisinin fosfora duyarlılığının olduğunu göstermiştir. Özellikle $2 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ uygulaması ile tohum ve yağ veriminde en yüksek değerler (111 kg da^{-1} ve $44,08 \text{ kg da}^{-1}$) elde edilmiştir. Çörek otu bitkilerince kaldırılan en yüksek toplam fosfor miktarında $6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ dozunda en yüksek miktar olmuştur.

Genotip $\times$ fosfor dozu interaksiyonunda; biyolojik verim, tohumla kaldırılan fosfor miktarı ve bitkice kaldırılan toplam fosfor miktarı $\%5$ düzeyinde; tohum verimi yağ içeriği, yağ verimi ve gövde ile kaldırılan fosfor miktarı $\%1$ düzeyinde önemli fark

olduğu belirlenmiştir. ameli eşidinde 2 kg P₂O₅ da⁻¹ fosfor dozu ile, Bilecik popülasyonunda ise 4 kg P₂O₅ da⁻¹ fosfor dozu ile en yüksek tohum ve yağ verimi elde edilmiştir. Tohum ve gövde ile kaldırılan fosfor miktarlarında her iki genotipte 6 kg P₂O₅ da⁻¹ dozu ile en yüksek değerler elde edilmiştir.

Sonuçta, tohum ve yağ verimi çörek otu genotiplerinin yetiştirilmesinde önemli bir etkindir. En önemli yetiştirme kriterleri açısından bakıldığında, bu araştırmadan en uygun fosfor dozunun ameli eşidinde 2 kg P₂O₅ da⁻¹ ve Bilecik popülasyonunda ise 4 kg P₂O₅ da⁻¹ olduğu sonucuna varılabilir. Ancak araştırmanın yapıldığı arazinin alınabilir fosfor miktarı yeter düzeydedir. Fosfordan etkin yararlanmalarına göre genotiplerin en yüksek tohum verimi ile yağ verimlerinin de arttığı görülmektedir. Buna göre ameli eşidi Bilecik popülasyonuna göre fosforun daha düşük dozunda, yüksek yağ verimi elde edilebileceğini göstermiştir. Çörek otu bitkisinin kaldırdığı toplam saf fosfor miktarı ise yaklaşık 0,9 kg P da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Genel olarak bu çalışma ile ilgili daha detaylı tarla denemelerinin bölgenin iklim ve toprak koşullarına uygun olan çeşitlerle yapılması uygulanabilirlik açısından mutlaka gereklidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abbadi, J., 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**, Phosphate Sensing in Higher Plants. *Physiologia Plantarum* 115:1-8.
- Akgören, G., 2011**, Bazı Çörekotu (*Nigella sativa* L.) Popülasyonlarının Tarımsal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 79 s.
- Akgül, A., 1993**, Baharat Bilimi ve Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:15, Damla Matbaacılık, Ankara, s:72-75.
- Al-Jishi, S.A., Abuo Hozafa B., 2003**, Effect of *Nigella sativa* on blood hemostatic function in rats. *Ethnopharmacol. Mar*; 85 (1), 7-14.
- Al-Naqeeb, G., İsmail, M., Al-Zubairi, A., Esa, N.M., 2009**, Fatty acid profile, alphanatocopherol content and total antioxidant activity of oil extracted from *Nigella sativa* seeds, *International Journal of Pharmacology* 5 (4) p:244- 250.
- Amrani, N., Westfall, D., Moughli, L., 1999**, Evaluation of residual and cumulative phosphorus effects in contrasted moroccan calcareous soils, *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 55:231-238.
- Anonim,2013**,<http://gundelikbilgiler.blogspot.com.tr/2012/12/corek-otu-yagnnfaydalar-ve-zararlar.html>
- Anonim,2014a**,http://www.hakaynasi.com/nazan_basogul,35/834,kendisi_kucuk_sifasi_buyuk_corek_otu/hakaynasi.aspx
- Anonim,2014b**,<http://www.sifamarket.com/mucize-bitkiler/corek-otu-tohumu-icerigi.html>
- AOCS, 1999**, Rapid Determination of Oil/Fat Utilizing High Temperature Solvent Extraction; AOCS Official Procedure Am 5-04.
- Ashraf, M., Ali, Q., Rha, E. S., 2005**, The effect of applied nitrogen on the growth and nutrient concentration of Kalonji (*Nigella sativa*), *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45, 459-463.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ashraf, M., Ali, Q., Iqbal, Z., 2006**, Effect of nitrogen application rate on the content composition of oil, essential oil and minerals in black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds, Journal of the Science of Food and Agriculture, 86, 871–876.
- Babayan, V.K., Kootungal, D., Halaby, G.A., 1978**, Proximate analysis, fatty acid and amino acid composition of *Nigella sativa* L. seeds, Journal of Food Science, 43(4), 1314-1315.
- Barton, C. J., 1948**, Photometric analysis of phosphate rock, Chem. Anal., 20, 1068-1073.
- Baydar, H., 2005**, Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi, SDÜ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 51, Isparta, 348 s.
- Baydar, H., 2013**, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 4. Baskı), Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No:51, Isparta, 303 s.
- Baytop, T., 1984**, Türkiye’de Bitkiler İle Tedavi (Geçmişte ve Bugün), İstanbul Üniversitesi Yayınları No:3255, Sanal Matbaacılık, İstanbul, 520 s.
- Baytop, T., 1999**, Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün). Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul, 480 s.
- Baytöre, F., 2011**, Bazı Çörekotu (*Nigella sativa* L.) Popülasyonlarının Verim ve Verim Kriterlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 44 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.
- Brohi, A. R., Aydeniz, A., Karaman, M. R., Erşahin, S., 1994**. Bitki Besleme, Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Yay.:4, Tokat, 105-106.
- Caarson, P.L., 1980**, Recommended potassium test. Pç 20-21 IN: Recommended Chemical Soil Test Procedures for The North Central Region. Reu. Ed. North Central Regional Publication no.221. North Dakota Agric. Exp Stn. North Dakota State University Fargo. USA.
- Chapman , H. D., Pratt, F. P., 1961**, Methods of Analysis for Soils, Plant and Water, Uni. Of California Div. Agr. Sci.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Chardon, W., Withers, P., 2003**, Introduction to papers from the UE-COST Action 832, Quantifying the Agricultural Contribution to Eutrophication, Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 166, 401.
- Cheick-Rouhou, S., Besbes, S., Hentati, B., Blecker, C., Deroanne, C., Attia, H. 2007**, *Nigella sativa* L.: Chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction, Food and Chemistry, 101, 673-681.
- 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.
- Dambroth, M., and El Bassam, N., 1990**, Genotypic Variation in Plant Productivity and Consequences for Breeding of Low-input Cultivars, In: International Symposium on Geneti Aspects Of Plant Mineral Nutrition, eds. El Bassam, N., Dambroth, M. C., Laughman B. C., p:1-7, Dordrect, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Das, A., Sadhu, M., 1991**, Effect of N and P levels on growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.), Horticultural Journal, 4, 141-147.
- Das, A., Sadhu, M.K., Som, M.G., Bose, T.K., 1992**, Effect of spacing on growth and yield of black cumin (*Nigella Sativa* L.), India Cocoa, Arecanut and Spices Journal, 16(1), 17-18.
- Dinç, U., Şenol, S., Sayın, M., Kapur, S., Güzel, N., 1988**. Güney Doğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) I. Harran Ovası, TÜBİTAK, Tarım Ormanlık Araştırma Grubu, GÜDÜMLÜ Araştırma Projesi Kesin Sonuç Raporu, TAOG, 534, Adana.
- Dodor, D. E., Tabatabai, M. A., 2003**, Effect of cropping systems on phosphatases in soils, J. Plant Nutr. Soil Sci., 166, 7-13.
- Ertuğrul, Y., 1986**, Çörekotunda (*Nigella damascena*) Farklı Ekim Zamanlarının Verim ve Kaliteye Etkisi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 35 s.
- Eyüpoğlu, F., 1999**, Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yay. Genel Yay. No: 220, Teknik Yay. No: t-60, Ankara.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., 1997**, Phosphorus- efficiency in corn genotypes, Journal Plant Nurt, 20, 1267-1277.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Fohse, D., Claassen, N., Jungk, A., 1991**, Phosphorus Efficiency of Plants. Plant and Soil 132: 261-272.
- Geren, H., Bayram, E., Ceylan, A., 1997**, Çörekotu (*Nigella sativa*)’nda farklı ekim zamanlarının ve fosfor gübresi uygulamasının verim ve kaliteye etkisi, Tarla Bitkileri Kongresi, Samsun, 376-380.
- Ghosh, D., Roy, K., Mallik, S.C., 1981**, Effect of fertilizers and spacing on yield and other characters of black cumin (*Nigella sativa* L.), Indian Agriculturist, Horticultural Abstracts, 25(3), 191-197.
- Gök, S., 2007**, Düşük Fosfor Koşullarında Yetişen Mısır Genotiplerinin Fosfor Beslenme Statüleri Üzerine Kükürt ve Çinko Elementlerinin Etkisi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 97 s.
- Graham, R. D., 1984**, Breeding for Nutritional Characteristics in Cereals, Adv. Plant Nutr, 1, 57-102.
- Gülmezoğlu, D., 2003**, Eskişehir Kuru Koşullarında Değişik Azotlu Gübrelerin, Kışlık Tritikale’nin Çıkış, Başaklanma, Çiçeklenme ve Olum Süreleri ile Verim Ögeleri ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, 160 s.
- Güzel, N., Gülüt, Y., Büyük, G., 2002**, Toprak Verimliliği ve Gübreler, Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yay. No:246 Ders Kitapları Yayın No: A-80Adana., 654 s.
- Hammond, J. P., Broadley, M. R., White, P. W., 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.
- Hinsinger, P., 2001**, Bioavailability of Soil Inorganic P in The Rhizosphere as Affected by Root-Induced Chemical Changes. Plant and Soil 237: 173-195
- 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.
- Ibrikci, H., Ryan, J., Yildiran, U., Guzel, N., Ulger, A.C., Buyuk, G., Karnez, E., Korkmaz, K., 2004**, Phosphorus fertilizer efficiency and mycorrhizal infection in corn genotypes, Renewable Agriculture and Food Systems, 19(2), 92-99.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- İlisulu, K., 1992,** İlaç ve Baharat Bitkileri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1256, Ankara, 302 s.
- İpek, A., Sarıhan, E.O., Gürbüz, B., Kaya, M.D., Arslan, N., 2005,** Bazı çörekotu popülasyonlarının Ankara koşullarına adaptasyonu üzerine bir araştırma. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı: Cilt:1, Antalya, 461-464.
- Jackson, M., L., 1959,** Soil Chemical Analysis, Eds. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Johnston, A. E., 2000,** Soil and Plant Phosphate. International Fertilizer Industry Association p: 1-45 Paris.
- Kacar, B., Przemeck, E., Özgümüş, A., Turan C., Katkat A.V. ve., Kayıkloğlu, İ., 1979,** Türkiyede Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Mikroelement Gereksinimleri Üzerinde Bir Araştırma., S. 1-67., TÜBİTAK, TOAG-321, Ankara.
- Kacar, B., Katkat, V. A., 1997,** Tarımda Fosfor, Bursa Ticaret Borsası Yayınları, No:5.
- Kacar,B., Katkat, V., 2009,** Gübreler ve Gübreleme Tekniği, Nobel Yayınları, No:1119, Fen Bilimleri: 34, Ankara.
- Kar, Y., Şen, N., Tekeli, Y., 2007,** Samsun yöresinde ve Mısır ülkelerinde yetiştirilen çörekotu (*Nigella sativa* L.) tohumlarının antioksidan aktivite yönünden incelenmesi, SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 2(2), 197-203.
- Karaman, A., 1999,** Çörekotu(*Nigella damascena* L.)’nda Farklı Ekim Zamanlarının Tohum Verimi ve Kaliteye Etkisi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 41 s.
- Karaman, M. R., Sezer, S., 2003,** Potential to Select Wheat Genotypes With Improved P Utilization Characters, J. Acta Agriculturae Scandinavia, Soil and Plant, 54(3), 161-167.
- Kellogg, C. E., 1952,** Our Garden Soils, New York: The Macmillan Company, 232 s.
- Kizil, S., Kirici, S., Cakmak, O., Khawar, K. M., 2008,** Effects of sowing periods and P application rates on yield and oil composition of black cumin (*Nigella sativa* L.), Journal of Food, Agriculture and Environment, 6(2), 242-246.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Korkmaz, K., 2005,** Kireçli Toprakların Fosfor Durumlarının Belirlenmesi ve Fosfor Uygulamasının Mısır Verimine Etkisi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi, 135 s.
- Kulan, E. G., Turan, Y. S., Gülmezoğlu, N., Kara, İ., Aytaç, Z., 2012,** Kuru koşullarda yetiştirilen çörek otunun (*Nigella sativa* L.) bazı agronomik ve kalite özellikleri, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu Bildiri Kitabı, 177-181, Tokat.
- Küçükemre, D., 2009,** Çörekotunda (*Nigella sativa* L.) Farklı Sıra Aralıkları ve Ekim Normunun Verim ve Kalite Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 67 s.
- Lindsay, W. L., Norvell W. A., 1978,** Development of a DTPA Soil Test for Zn, Fe, Mn and Cu, Soil Sci. Soc. Am. J., 42, 421-428.
- Mallarino, P. A., 1995,** Evaluation of excess soil phosphorus supply for corn by the ear-leaf test, Agron. J., 87, 687-691.
- Marschner, H., 1997,** Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd edition. Acad. Pres. London. 889 p.
- Mengel, K., Kirkby, E. A., 1987,** Principles of Plant Nutrition (4. ed.), Int. Potash. Inst., Bern, Switzerland, 655 p.
- Morsi, N.M., 2000,** Antimicrobial effect of crude extracts of *Nigella sativa* on multipleantibiotics - resistant bacteria, Acta Microbiol Pol., 49(1), 63-74.
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S., Dean, L.A., 1954,** Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate, U. S., Dept. Of Agric. Cir. 939, Washington D. C.
- Otto, M. W., 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 Cyling in Agroecosystems 61, 283-292.
- Ozguven, M., Sekeroglu, N., 2007,** Agricultural practies for high yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) cultivated in Turkey, Acta Hotriculturae, 756, 329-337.
- Özel, A., Demirel, U., Güler, İ., Erden, K., 2009,** Farklı sıra aralığı ve tohumluk miktarlarının çörekotunda (*Nigella sativa*) verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(1), 17-25.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Özgüven, M., Tansı, S., 1989,** Çukurova koşullarında *Nigella* türlerinde optimum ekim zamanının saptanması üzerinde bir araştırma, VIII. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, İstanbul Üniversitesi Yayınları: 3733, 285-289.
- 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.
- Ragothama, K. G., 1999,** Phosphate acquisition, Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50, 665-693.
- Rausch, C., Bucher, M., 2002,** Molecular Mechanism of Phosphate Transport in Plants. *Planta* 216: 23-37.
- Plenet, D., Etchebest, A., Mollier, A. and Pellerin, S., 2000,** Growth analysis of maize field crops under phosphorus deficiency, *Plant and Soil*, 223, 117-130.
- 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, R. N., Finck, A., Blair, G. J., Tandon, H. L. S., 2006,** Plant Nutrition for Food Security, A Guide for Integrated Nutrient Management, *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin* 16, p. 348.
- 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.
- Schactman, P. D., Reid, J. R., Ayling, S. M., 1998,** Phosphorous uptake by plants from soil to cell, *Plant Physiol.*, 116, 447-453.
- Smith, F. W., 2001,** Sulphur and phosphorus transport systems in plants. *Plant and Soil* 232: 109-118.
- Smith, F. W., 2002,** The phosphate uptake mechanism, *Plant and Soil*, 245, 105- 114.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- 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.
- Soil survey staff, 1954,** Soil survey Manuel, Usda Handbook, 18(209), 349-354.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2008,** Bitki Fizyolojisi, Palme Yayıncılık, Ankara, 690 s.
- Telci, İ., 1995,** Tokat şartlarında farklı ekim sıklığının çörekotu (*Nigella sativa*)’nda verim, verim unsurları ve bazı bitkisel özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 43 s.
- Toncer, O., Kizil, S., 2004,** Effect of seed rate on agronomic and technologic characters of *Nigella sativa* L., *International Journal of Agriculture and Biology*, 6(3), 529-532.
- Tulukcu, E., 2011,** The effects of varying nitrogen doses on yield and some yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.), Cyprus, First Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, Magosa, pp. 15.
- Tuncturk, M., Ekin, Z., Turkozu, D., 2005,** Response of black cumin (*Nigella sativa* L.) to different seed rates growth, yield components and essential oil content, *Journal of Agronomy*, 4(3), 216-219.
- Tuncturk, M., Tuncturk, R., Yildirim, B., 2011,** The effects of varying phosphorus doses on yield and some yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.), *Advances in Environmental Biology*, 5(2), 371-374.
- Tuncturk, R., Tuncturk, M., Ciftci, V., 2012,** The effects of varying nitrogen doses on yield and some yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.), *Advances in Environmental Biology*, 6(2), 855-858.
- Tutin, G., 1968,** *Ranunculaceae* in Flora Europa, Eds. T. G. Tutin, V. H. Heywood, N. A. Burges, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters and D. A. Webb. Cambridge University Press. (1), p. 455.
- Türker, L., 1996,** Çörekotu (*Nigella sativa* L.)’nun Sabit Yağ ve Uçucu Yağ Kompozisyonunun Araştırılması, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 43 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Türközü, D., 2005,** Van Ekolojik Koşullarında Farklı Azot Dozları ve Ekim Zamanlarının Çörekotu (*Nigella sativa* L.)’nda Verim, Verim Unsurları ve Kalite Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 42 s.
- Tüzüner, A., 1990,** Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı El Kitabı, Tarım ve Orman Köy İşleri Bakanlığı, KHG Müdürlüğü Yayını, Ankara, 374 s.
- 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(3), 423-447.
- Walkley, A., and L.A Black, 1934,** An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method, *Soil science*, 37, 29-38.
- Watt, M., 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.
- 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.